

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del Slurry Seal elaborado con agregados de las canteras R&M Chancadora y Chancadora San Andrés para pavimentos flexibles en Huánuco - 2022”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Martel Jorge, Leanna Teodosia

ASESOR: Taboada Trujillo, William Paolo

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión en la construcción

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73133433

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 40847625

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-4594-1491

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Gomez Valles, Jhon Elio	Maestro en diseño y construcción de obras viales	45623860	0000-0001-6424-6032
3	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745

D

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 8:30 horas del día miércoles del mes de marzo del año 2023, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS	(Presidente)
MG. JHON ELIO GOMEZ VALLES	(Secretario)
MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA.	(Vocal)

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 462-2023-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUÁNUCO- 2022", presentado por el (la) **Bach.** Leanna Teodosia MARTEL JORGE, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) *Aprobado* por *Unanimitad* con el calificativo cuantitativo de *16* y cualitativo de *Bueno* (Art 47)

Siendo las *9:24* horas del día *08* del mes de *Marzo* del año *2023*, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
ORCID: 0000-0001-7920-1304
PRESIDENTE

Mg. JHON ELIO GOMEZ VALLES
ORCID: 0000-0001-6424-6032
SECRETARIO

Mg. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
ORCID 0000-0002-5650-3745
VOCAL

**DIRECTIVA N° 006- 2020- VRI-UDH PARA EL USO DEL
SOFTWARE TURNITIN DELA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**
Resolución N° 018-2020-VRI-UDH 03JUL20 y modificatoria R. N° 046-
2020-VRI-UDH,19OCT20



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, William Paolo Taboada Trujillo,
asesor(a) del PA de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y designado(a)
mediante documento: RESOLUCIÓN N°1163-2022-D-FI-UDH del (los)
estudiante(s) Martel Jorge, Leanna Teodosia, de la investigación titulada:
“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE
LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS
PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUÁNUCO - 2022”

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 22% verificable
en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.
Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no
constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de
Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime
conveniente.

Huánuco, 13 de marzo de 2023

Mg. Taboada Trujillo William Paolo
DN: 40847625
orcid.org/0000-0002-4594-1491

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	22%	1%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	www.lanamme.ucr.ac.cr Fuente de Internet	2%
4	www.repositorioacademico.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uide.edu.ec Fuente de Internet	1%
9	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%


Mg. Taboada Trujillo William Paolo
DN: +0847625
orcid.org/0000-0002-4594-1491

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado especialmente a Dios. Dios ha sido una luz que guía mi vida, bendiciéndome y dándome la fuerza para nunca rendirme y seguir persiguiendo mis sueños. A mi adorada Madre por ser mi compañera incondicional, siendo mi soporte y el claro ejemplo que en esta vida siempre luche por mis sueños, metas y nunca me abandono en el proceso. A mi padre, a pesar de que estamos lejos, siento que siempre estás conmigo quien ha sido mi guía en este largo camino. A mi querida hermana Lesdy que es como una madre, quien compartió momentos importantes conmigo y siempre estuvo dispuesta a apoyarme incondicionalmente y alentarme, ella también ha jugado un papel muy importante para la culminación de esta tesis.

AGRADECIMIENTO

Mg. Taboada Trujillo William Paolo, Mg. Percy Mello Dávila Herrera e Ing. Jose Chilipio Mormoto. Este trabajo no hubiera sido tan fácil de concluir sin conocimientos, experiencia, paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado tan fácil. Sus ideas y consejos me has sido de gran ayuda cuando no tenía idea de cómo continuar con este trabajo. Gracias por sus disposiciones.

Un crédito especial va para mi madre por ayudarme a obtener una educación universitaria a través de su arduo trabajo y dedicación, por apoyarme; a los ingenieros de la escuela profesional de ingeniería civil por transmitir sabias palabras con rigor y precisión de sus conocimientos, queridos profesores a ustedes les debo mis conocimientos. A mis amigos, colegas y a todos aquellos que en ese momento me apoyaron para continuar.

Gracias a la Universidad de Huánuco, laboratorio TDM asfaltos y a todas las instituciones que me permitieron culminar con una etapa de mi vida, por su paciencia, guía y dirección durante el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCION	XVI
CAPITULO I.....	17
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	18
1.2.2. PROBLEMA ESPECIFICO	18
1.3. OBJETIVOS	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	19
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	19
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	20
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	20
CAPITULO II.....	21
MARCO TEORICO	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	21
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	23
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	28
2.2. BASES TEÓRICAS	28
2.2.1. AGREGADOS.....	28

2.2.2. MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA SUPERFICIE ASFÁLTICA.....	31
2.2.3. SLURRY SEAL	37
2.2.4. PROCEDIMIENTOS A USAR EN EL PROYECTO.....	53
2.2.5. DISEÑO DEL SLURRY SEAL.....	54
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	57
2.4. HIPÓTESIS	59
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	59
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS.....	59
2.5. VARIABLES	59
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	59
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	59
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	60
CAPITULO III.....	62
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	62
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	62
3.1.1. ENFOQUE	62
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	62
3.1.3. DISEÑO	63
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	63
3.2.1. POBLACIÓN	63
3.2.2. MUESTRA	64
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	64
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	64
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	65
3.3.3. CANTERA R&M CHANCADORA	65
3.3.4. CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	68
3.3.5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	71
CAPÍTULO IV.....	72
RESULTADOS.....	72
4.1. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS	72
4.1.1. TOMA DE MUESTRA DE AGREGADOS (CANTERAS)	72
4.1.2. DATOS DE LA CANTERA R&M CHANCADORA.....	72

4.1.3. EXTRACCIÓN DE MUESTRA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA	74
4.1.4. DATOS DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS.....	75
4.1.5. CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	78
4.1.6. OBTENCIÓN DE MUESTRAS (MUESTREO)	79
4.2. ENSAYOS DE CAMPO	80
4.2.1. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	80
4.2.2. GRANULOMETRÍA DE AGREGADO DE LA CANTERA R&M CHANCADORA Y CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS.....	81
4.2.3. ENSAYO DE DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO O MAGNESIO	85
4.2.4. ENSAYO DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD.....	86
4.2.5. ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA.....	86
4.2.6. ENSAYO DE AZUL DE METILENO.....	92
4.3. DISEÑO DE SLURRY SEAL	96
4.3.1. ENSAYO DE CONSISTENCIA	96
4.3.2. ENSAYO TIEMPO DE MEZCLA	100
4.3.3. ENSAYO DE ABRASIÓN EN HÚMEDO.....	101
4.3.4. ENSAYO DE RUEDA CARGADA.....	107
4.3.5. ENSAYO DE COHESIÓN.....	113
4.4. ANÁLISIS LABORATORIO	117
4.4.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.....	118
4.4.2. ANÁLISIS DE EQUIVALENTE DE ARENA.....	120
4.4.3. ANÁLISIS DEL AZUL DE METILENO	121
4.4.4. ANÁLISIS DE ADHERENCIA RIEDEL WEBER	122
4.4.5. ENSAYO DE ABRASIÓN EN HÚMEDO (WTAT)	124
4.4.6. ENSAYO DE RUEDA CARGADA (LWT).....	126
4.4.7. ENSAYO DE COHESIÓN.....	127
4.4.8. PRUEBA DE CONSISTENCIA	130
4.4.9. TIEMPO DE MEZCLADO	131
4.5. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	131
CAPITULO V.....	134
DISCUSIÓN DE RESULTADO	134
CONCLUSIONES	137

RECOMENDACIONES.....	139
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	140
ANEXOS.....	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 RANGO DE CLASIFICACIÓN DE PCI.....	32
Tabla 2 SUCESIÓN SEGÚN LA TIPOLOGÍA DEL SLURRY SEAL	39
Tabla 3 REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS AGREGADOS.....	40
Tabla 4 REQUISITOS MÁXIMOS PARA COMPOSICIÓN DE SLURRY SEAL.....	48
Tabla 5 CRITERIOS DEL DISEÑO DE SLURRY SEAL.....	48
Tabla 6 TRATAMIENTOS CON SLURRY SEAL	50
Tabla 7 PRUEBAS A EFECTUAR	54
Tabla 8 OPERACIÓN DE VARIABLES.....	60
Tabla 9 MUESTRA DE ESTUDIO.....	63
Tabla 10 RECOLECCIÓN DE RESULTADO DEL ENSAYO DE AZUL METILENO DE LA CANTERA R&M CHANCADORA.....	65
Tabla 11 RECOLECCIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA	66
Tabla 12 RECOLECCIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE ESTÁNDAR METHOD DE LA CANTERA R&M CHANCADORA	67
Tabla 13 RECOLECCIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE AZUL DE METILENO DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS.....	68
Tabla 14 RECOLECCIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS.....	69
Tabla 15 RECOLECCIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE ESTÁNDAR METHOD DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS ..	70
Tabla 16 ENSAYOS REALIZADOS AL AGREGADO PARA EL DISEÑO DE SLURRY SEAL	80
Tabla 17 RECOLECCIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA	83
Tabla 18 RECOLECCIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS.....	84
Tabla 19 PRUEBAS PARA EL DISEÑO DEL SLURRY SEAL.....	96
Tabla 20 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO CANTERA R&M CHANCADORA	118

Tabla 21 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	119
Tabla 22 EQUIVALENTE DE ARENA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA	120
Tabla 23 EQUIVALENTE DE ARENA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS.....	120
Tabla 24 AZUL DE METILENO CANTERA R&M CHANCADORA	122
Tabla 25 AZUL DE METILENO CHANCADORA SAN ANDRÉS	122
Tabla 26 ADHERENCIA RIEDEL WEBER CANTERA R&M CHANCADORA	123
Tabla 27 ADHERENCIA RIEDEL WEBER CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	123
Tabla 28 ABRASIÓN EN HÚMEDO CANTERA R&M CHANCADORA	124
Tabla 29 ABRASIÓN EN HÚMEDO CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	125
Tabla 30 RUEDA CARGADA CANTERA R&M CHANCADORA	126
Tabla 31 RUEDA CARGADA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	127
Tabla 32 ENSAYO DE COHESIÓN CANTERA R&M CHANCADORA.....	127
Tabla 33 ENSAYO DE COHESIÓN CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	129
Tabla 34 ENSAYO DE COHESIÓN CANTERA R&M CHANCADORA.....	130
Tabla 35 ENSAYO DE COHESIÓN CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	31
Figura 2 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO DE CONSERVACIÓN	33
Figura 3 TIPOS TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.....	36
Figura 4 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE UNA EMULSIÓN.....	41
Figura 5 GRAFICO REPRESENTATIVO DE LA EMULCION ANIONICA (-) Y CATIÓNICA (+).....	43
Figura 6 EL PROCEDIMIENTO DEL CURADOY ROPTURA DE EMULCION ASFALTICA.....	45
Figura 7 BOSQUEJO DE LA MEZCLADORA DE SLURRY SEAL	51
Figura 8 COLOCACIÓN DE SLURRY SEAL SOBRE BASE ESTABILIZADA MOYOBAMBA	51
Figura 9 CASO PRÁCTICO DE LA COLOCACIÓN DEL SLURRY SEAL. ..	52
Figura 10 RECTIFICACIÓN DE JUNTA.....	52
Figura 11 FALLA ESTRUCTURAL FISURA EN BLOQUES DE ALTA SEVERIDAD	53
Figura 12 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE RUEDA CARGADA.....	56
Figura 13 UBICACIÓN DE LA CANTERA R&M CHANCADORA	73
Figura 14 INGRESO A LA CANTERA R&M CHANCADORA	73
Figura 15 INGRESO A LA CANTERA R&M CHANCADORA	74
Figura 16 CANTERA R&M CHANCADORA	74
Figura 17 EXTRACCIÓN DE MUESTRA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA	75
Figura 18 UBICACIÓN DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS .	76
Figura 19 INGRESO A LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	76
Figura 20 ACCESO A LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	77
Figura 21 CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	77
Figura 22 CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	78
Figura 23 EXTRACCIÓN DE MUESTRA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS.....	78
Figura 24 CUARTEO MANUAL DE MUESTRA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA	79

Figura 25 CUARTEO MANUAL DE MUESTRA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	80
Figura 26 MUESTRA DE LAS CANTERAS	81
Figura 27 SECADO DE MUESTRA DE LAS CANTERAS	82
Figura 28 TAMIZADO DE LAS MUESTRAS	82
Figura 29 LAVADO Y SECADO DE LAS MUESTRAS	85
Figura 30 EQUIPOS Y MATERIAS PARA REALIZAR EL ENSAYO	87
Figura 31 MUESTRA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS QUE PASO EL TAMIZ N° 4	87
Figura 32 RECIPIENTE CON LA MEDIDA CON LA MUESTRA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	88
Figura 33 MUESTRA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS Y SOLUCIÓN STOCK QUE REPOSARA 10 ± 1 MIN	89
Figura 34 PROBETA CON TAPÓN	89
Figura 35 PROBETA CON TAPÓN EN EL AGITADOR MECÁNICO	90
Figura 36 LLENADO CON SOLUCIÓN STOCK	90
Figura 37 CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	91
Figura 38 CANTERA R&M CHANCADORA	91
Figura 39 MUESTRA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS Y R&M CHANCADORA	92
Figura 40 MUESTRA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA.....	93
Figura 41 BURETA GRADUADA CON EL AZUL DE METILENO	93
Figura 42 SE LE AGREGO 30 GRAMOS DE LA MUESTRA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA	94
Figura 43 MEZCLA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	94
Figura 44 MEZCLA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA.....	95
Figura 45 SUCCIÓN DE UNA GOTA CON UNA VARILLA DE VIDRIO DE LA CANTERA R&M CHANCADORA	95
Figura 46 CANTERA R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS	96
Figura 47 COMBINACIÓN DEL AGREGADO, EMULSIÓN Y AGUA	97
Figura 48 SE VIERTE LA MEZCLA DENTRO DEL CONO.....	98
Figura 49 SE VIERTE LA MEZCLA DENTRO DEL CONO.....	98
Figura 50 FLUJO RADIAL DE LA CANTERA R&M CHANCADORA.....	99

Figura 51 FLUJO RADIAL DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	99
Figura 52 PROCESO DEL SE MEZCLADO POR 20 SEGUNDOS	101
Figura 53 MEZCLA NO TRABAJABLE	101
Figura 54 MUESTRA PARA EL ENSAYO DE ABRASIÓN	102
Figura 55 A LA MUESTRA SE LE AÑADE CEMENTO Y AGUA.....	103
Figura 56 MUESTRA QUE AÑADE EMULSIÓN ASFÁLTICA	103
Figura 57 SE PONE LA MEZCLA EN CADA MOLDE Y SE NIVELA CON VARILLA METÁLICA	104
Figura 58 SE EXTRAE LOS ANILLOS Y SE DEJAN LAS MUESTRAS LISTAS PARA EL HORNO	104
Figura 59 MUESTRAS EN EL HORNO	105
Figura 60 LAS MUESTRAS SUMERGIDO EN AGUA.....	105
Figura 61 COLOCA CADA ESPÉCIMEN EN EL EQUIPO DE ABRASIÓN	106
Figura 62 SE AÑADE AGUA HASTA APENAS CUBRIR.....	106
Figura 63 MUESTRA DE LOS 6 ENSAYOS	107
Figura 64 LOS 6 ENSAYOS FINALIZADOS.....	107
Figura 65 MUESTRA PARA EL ENSAYO DE RUEDA CARGADA	109
Figura 66 TRES MEZCLAS DE 300 GRAMOS Y SE VIERTE LA MUESTRA EN EL MOLDE.....	109
Figura 67 SE EXTRA EL EXCESO Y SE RETIRA EL MOLDE.....	110
Figura 68 EN EL HORNO DURANTE 15 HORAS A 60 °C.....	110
Figura 69 DESPUÉS DE 15 HORAS A 60°C EN EL HORNO	111
Figura 70 COLOCACIÓN DE LA MUESTRA EN EL EQUIPO DE RUEDA	111
Figura 71 SOBRE EL ESPÉCIMEN SE LE ADICIONA 100 GRAMOS DE ARENA OTTAWA	112
Figura 72 SE LIMPIA CON AYUDA DE UNA BROCHA LOS GRAMOS DE ARENA OTTAWA	112
Figura 73 ENSAYOS CULMINADOS.....	113
Figura 74 PESOS POSTERIORES AL ENSAYO	113
Figura 75 COLOCACIÓN DE ANILLOS SOBRE PLACA METÁLICA.....	115
Figura 76 SE VIERTE LA DE MEZCLA EN LOS ANILLOS	115

Figura 77 SECADO A TEMPERATURA AMBIENTE	116
Figura 78 APLICACIÓN LA CARGA A TRAVÉS DEL PISTÓN NEUMÁTICO	116
Figura 79 FINALIZACIÓN DE ENSAYOS	117
Figura 80 CURVA GRANULOMÉTRICA CANTERA R&M CHANCADORA	118
Figura 81 CURVA GRANULOMÉTRICA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS	119
Figura 82 ENSAYO DE ABRASIÓN EN HÚMEDO ENTRE CANTERA R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS	126
Figura 83 CURVA DE ENSAYO DE COHESIÓN CANTERA R&M CHANCADORA	128
Figura 84 CURVA DE ENSAYO DE COHESIÓN CANTERA SAN ANDRÉS	129
Figura 85 COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE COHESIÓN ENTRE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS	130

RESUMEN

La investigación se realizó en la provincia de Huánuco utilizando agregados procedentes de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés, su objetivo principal fue determinar la variación de las propiedades físicas y mecánicas del tratamiento superficial Slurry Seal para pavimentos flexibles. La metodología fue tipo cuasi experimental y nivel explicativo. Los resultados de laboratorio demostraron diferencias de cada agregado de ambas canteras, características físicas y químicas como el ensayo equivalente de arena, análisis granulométrico y ensayo de azul de metileno. Los resultados que se obtuvieron del diseño de Slurry Seal con el mismo óptimo contenido de asfalto para ambas canteras fueron en cuanto al ensayo de rueda cargada, la cantera R&M chancadora dio resultado de 325.4 g/m² y la chancadora San Andrés 387.3 g/m², ambas con resultados diferentes. En el ensayo de abrasión en húmedo la cantera R&M chancadora fue 306.67 g/m² y chancadora San Andrés fue 448.9 g/m², cumpliendo las especificaciones Técnica EG-2013. La mayor diferencia que se vio fue en el ensayo de cohesión, ensayo que calcula el tiempo de rotura de la mezcla para la apertura al tráfico. La cantera R&M chancadora en el minuto 60 cumple con el valor mínimo de 20 kg-cm y la chancadora San Andrés no logra cumplir con el valor mínimo que se exige, con un resultado de 18 kg-cm. Llegando a la conclusión que si existe variaciones entre las características físicas y mecánicas del diseño Slurry Seal con el agregado de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés.

Palabras claves: Slurry Seal, agregados, canteras, asfalto, pavimentos flexibles.

ABSTRACT

The research was carried out in the province of Huánuco using aggregates from the R&M crusher and San Andrés crusher quarries, its main objective was to determine the variation of the physical and mechanical properties of the Slurry Seal surface treatment for flexible pavements. The methodology was quasi-experimental type and explanatory level. The laboratory results showed differences of each aggregate from both quarries, physical and chemical characteristics such as sand equivalent test, granulometric analysis and methylene blue test. The results obtained from the Slurry Seal design with the same optimal asphalt content for both quarries were in terms of the loaded wheel test, the R&M crusher quarry gave a result of 325.4 g/m² and the San Andrés crusher 387.3 g/m² both. with different results. In the wet abrasion test, the R&M quarry crusher was 306.67 g/m² and the San Andrés crusher was 448.9 g/m², complying with the EG-2013 Technical specifications. The greatest difference that was seen was in the cohesion test, a test that calculates the breaking time of the mixture for opening to traffic. The R&M quarry crusher at minute 60 meets the minimum value of 20 kg-cm and the San Andrés crusher fails to meet the minimum value required, with a result of 18 kg-cm. Coming to the conclusion that there are variations between the physical and mechanical characteristics of the Slurry Seal design with the addition of the R&M crusher and San Andrés crusher.

Keywords: Slurry Seal, aggregates, quarries, asphalt, flexible pavements.

INTRODUCCION

Este trabajo de investigación, tiene como objetivo, determinar la comparación de las propiedades físicas y mecánicas del Slurry Seal con agregados procedentes de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco, para pavimentos flexibles. Tomando como muestra las canteras mencionadas, mediante dicho resultado se compara de las propiedades físicas y mecánicas, según el tipo de Slurry Seal I, II, y III, adecuado para mantenimiento y rehabilitación de vías, en todos los tipos de vías existentes en la ciudad de Huánuco. Los componentes de Slurry Seal han sido probados para asegurar el cumplimiento de la Especificación Técnica EG-2013 para hacer un diseño adecuado; utilizando la metodología ISSA A105, se realiza el diseño de Slurry Seal según la condición climáticas y viales, se realizaron diversas pruebas con las muestras de las canteras R & M chancadora y chancadora San Andrés en Huánuco para verificar y garantizar su correcto comportamiento en su aplicación. Los siguientes capítulos han sido desarrollados para comprender el proceso de investigación.

El capítulo I aborda la descripción y formulación del problema, objetivos generales y específico, problema, justificación, limitaciones y viabilidad.

El capítulo II trata de los antecedentes, bases teóricas, definiciones, hipótesis y variables.

El Capítulo III donde se identifica el procedimiento de la investigación, enfoque, nivel de estudio, diseño, población y muestras, instrumentos y técnicas de recopilación de datos, técnicas.

En el capítulo IV comprende en presentar los resultados del trabajo de investigación con la presentación de datos.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Cuando hablamos de propiedades físicas y mecánicas del Slurry Seal, nos referimos a la mezcla homogénea de emulsión, agua, filler mineral (cemento tipo I) y agregado bien graduado, a comparación de otros tratamientos de las vías, el Slurry Seal no genera grietas ni rayones de los drenajes a diferencia de otros tratamientos porque no requiere piedras (recogido de: <https://tolcan.com/mantenimiento-preventivo/mantenimiento-preventivo-slurry-seal/drenaje>)

Los agregados pétreos, son materiales granulares solidos inertes que se emplean en la carpeta de rodadura de los pavimentos flexibles con la posibilidad de añadir de aditivo en casos que se requiera y con una granulación adecuada; Al mezclarlos con aglutinantes activables con agua (cemento, cal, etc.) más los ligantes bituminosos. Así también el agregado pétreo, necesariamente cumplirá con las especificaciones técnicas de los agregados que se utilizan para la preparación de los morteros y hormigones que se incorporan a las obras viales y describir y detallar los procedimientos para determinar sus propiedades. (Smith M. R. y L. Collins, 1994).

Los pavimentos flexibles, son estructuras que se deterioran producido por los pesos que transfiere sobre las capas granulares del pavimento. En el uso del pavimento flexible se efectuará fundamentalmente en sectores de alto transito como puedan ser carreteras, aceras o aparcamientos. (https://www.ecured.cu/Pavimento_flexible/Pavimento/)

En nuestro país se gastan millones de soles en la construcción, rehabilitación, mantenimiento de pavimentos, a causa del deterioro de las vías producto de las múltiples carencias como el aumento masivo de la carga de vehículos, diseños deficientes, factores climáticos, el inadecuado procedimiento de las construcciones, mantenimientos, alcantarillado o drenaje. (MTCM, 2018).

En la ciudad de Huánuco, existen pavimentos que carecen de mantenimiento con materiales que tengan durabilidad, a pesar que nuestra ciudad cuenta con canteras donde podamos extraer material para ser usada como agregados para el pavimento flexible de Slurry Seal; canteras con características y cualidades particulares. En consecuencia, el trabajo de investigación referente a las propiedades mecánicas y físicas del Slurry Seal, utilizando agregados procedentes de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés para uso como pavimentos flexibles, es de importancia, por cuanto conoceremos si dichos agregados son adecuados para los trabajos con calidad usando Slurry Seal y producir así, pavimentos flexibles que disminuyan el costo de producción, con un material que cumpla los estándares de las normas oficiales para el producto, garantizando la operatividad de la vía, y la vida útil de la infraestructura vial dentro de la ciudad.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo varían las propiedades físicas y mecánicas del Slurry Seal elaborado con agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés para pavimentos flexibles en Huánuco, 2022?

1.2.2. PROBLEMA ESPECIFICO

¿Cuáles son las propiedades físicas de los agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco, mediante ensayos típicos para pavimentos flexibles, 2022?

¿Cuál es la calidad del Slurry Seal utilizando agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco, para pavimentos flexibles, 2022?

¿Cuál es el tipo de Slurry Seal que se obtiene utilizando los agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco, para pavimentos flexibles, 2022?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la variación de las propiedades físicas y mecánicas del Slurry Seal con agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés para pavimentos flexibles, en Huánuco 2022.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la propiedades físicas y mecánicas de los agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés.

Determinar la calidad del Slurry Seal utilizando agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco, según diseño establecido, para pavimentos flexibles, 2022.

Determinar el tipo, de Slurry Seal, que se obtiene utilizando agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco, para pavimentos flexibles, 2022.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

El estudio se justifica a nivel teórico por que aportará conocimientos sobre la propiedad del agregado procedente de la cantera R&M chancadora y cantera chancadora San Andrés de la ciudad de Huánuco, para generar un Slurry Seal con propiedades físicas y mecánicas óptimas para ser usada en pavimentos flexibles, para mantenimiento y rehabilitación de vías urbanas.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

El estudio se justifica a nivel práctico, porque conoceremos las peculiaridades de los agregados procedentes de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco, la cual conllevará para utilizar un diseño de Slurry Seal, con el fin de ser utilizado para un

buen uso en mantenimientos y rehabilitaciones por las vías en el núcleo urbano de nuestra provincia.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

El estudio se justifica a nivel metodológico, por cuanto la secuencia estudiada aportará la aplicación en los agregados y cantera R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco de calidad para la rehabilitación y mantenimiento de superficies asfálticas y pavimento flexible. Así mismo, se contará con antecedente que podrían servir en posteriores trabajos de investigación similares, mediante la revolución del desarrollo de la metodología científica con las diversas etapas (recolección de información, observación, experimentación, hipótesis, y comunicación).

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las limitaciones que se presentan en el trabajo de investigación, es la ausencia de antecedentes de estudios locales, la cual dificulta los antecedentes teóricos. Así mismo en mérito al DU. 044-PCM, por el cual se inicia el estado emergencia a nivel nacional debido al covid 19, la cual limita el libre tránsito en la ciudad.

Las limitaciones también se presentan en el aspecto económico, por cuanto no se han ejecutado algunos ensayos por su elevado costo.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es factible ya que cuenta con los recursos humanos disponibles, como es la asesoría metodológica y estadística necesaria para desarrollo de la tesis. Se dispone con los recursos materiales, económicos, acceso a internet y los recursos bibliográficos relacionados con el tema para ejecutar el trabajo de investigación.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Toscano, L. (2014), en Ecuador, realizó la tesis titulada: Diseño de micro pavimento aplicado como tratamiento superficial para el control de la Variación Térmica en el pavimento flexible de la vía Pifo-Cusubamba, como parte del mantenimiento preventivo. Su objetivo general fue: Diseñar una mezcla de micro pavimento, que minimice el deterioro repentino de la capa superficial de un pavimento flexible, provocado por la falta de mantenimiento, el uso y los cambios de temperatura a la que está expuesta. Los objetivos específicos eran: Diseñar un micro pavimento caracterizando sus componentes y propiedades índice-mecánicas. Analizar y determinar el uso de filler en base a la caracterización del agregado. Diseñar una mezcla con diferentes combinaciones calificando su comportamiento en base a las especificaciones establecidas por las normas vigentes. Analizar diferencias entre los sistemas más utilizados en el país, como producto terminado. Determinar una fórmula ideal de diseño con los porcentajes óptimos de combinación entre sus componentes. Analizar las facilidades y beneficios obtenidos en la elaboración y colocación del micro pavimento tendido en obra. El estudio concluye que: La emulsión utilizada en el diseño del micro pavimento debe ser de uso inmediato o de poco tiempo de almacenamiento. La elaboración de la emulsión en la planta debe obedecer al requerimiento en obra, por lo que, es recomendable realizar este tipo de emulsiones con el mínimo de aditivos o sin su adición. Una vez mezclada y colocada la emulsión con el agregado, el aditivo o solvente se evapora directamente al aire, afectando su calidad. La elaboración del micro pavimento con una sola máquina "Micro paver" emana menores cantidades de CO₂ a la atmósfera, lo que no ocurría en técnicas anteriores que se las realizaba

con varias máquinas para realizar el abastecimiento, mezclado y riego de la mezcla.

Jiménez, M., Ulloa, A. y Muñera, JC. (2016) en Costa Rica, hicieron: Guía de diseño de mezcla de laboratorio para los sellos de lechada asfáltica (Slurry Seal). Cuyo objetivo general fue: Esta guía va dirigida a aquellas personas con formación técnica y profesional en laboratorio vial, que tengan como función el diseño de mezclas asfálticas y afines tales como los sellos asfálticos. El objetivo específico de esta guía es proporcionar las herramientas necesarias para la aplicación de una metodología de diseño de mezcla simplificado, apegado a la rigurosidad técnica necesaria para garantizar la calidad y el buen desempeño de los sellos de lechada asfáltica a nivel de laboratorio. La calidad de un pavimento depende de la durabilidad de los materiales que lo componen, sin embargo, su vida útil depende únicamente del mantenimiento que se le dé. Existen innumerables técnicas de preservación que permiten prevenir un deterioro acelerado del pavimento y extender su vida útil. La lechada asfáltica es una de las técnicas más utilizadas a nivel mundial y su elección deberá responder al tipo de necesidad (deterioros como pérdida de fricción, desprendimientos de agregado, entre otros) que se requiera solventar. Algunos de los beneficios de la aplicación de la técnica son: La apertura al tránsito varía de 1 a 3 horas, por lo que tiene un bajo impacto en los usuarios. Fácil aplicación. Amigable con el ambiente. Costos bajos con respecto a la aplicación de sobre capas asfálticas y algunas otras técnicas de preservación. La superficie de ruedo queda con un excelente acabado. Posee una vida útil de 3 a 8 años. Finalmente, se puede concluir que las técnicas de preservación, como los sellos de lechada asfáltica (Slurry Seal) prolongan la vida útil de los pavimentos cuando se utiliza el tratamiento adecuado en el momento preciso, lo cual se traduce en una mayor eficiencia en la inversión de los fondos públicos en las actividades de conservación vial de la red vial nacional y cantonal. Los sellos de lechadas asfálticas constituyen una opción de intervención de bajo costo y en las condiciones aptas de aplicación mencionadas,

pueden sustituir la tendencia que tradicionalmente se ha utilizado en nuestro país, de colocar de forma irrestricta capas o sobre capas de mezcla asfáltica, indistintamente del tipo, estado de deterioro y condiciones ambientales de la ruta a intervenir. Con la presente guía se brinda un punto de partida a nivel de laboratorio para el diseño de este tipo de técnicas de preservación, la cual es importante complementar con el componente de aplicación práctica, mediante el uso de materiales producidos o procesados de forma idónea, según lo requieren las especificaciones, realización de tramos de prueba y correspondiente monitoreo de desempeño, para su posterior aplicación en rutas. Lo anterior será posible mediante la coordinación, ajustes a procesos internos e interés de los diferentes sectores, tanto públicos como privados, tales como la Administración, RECOPE, contratistas y laboratorios.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Quintana, J. (2018), realizó investigación titulada “Mortero asfáltico o Slurry Seal como tratamiento superficial para pavimentos de afirmado”. Tuvo como objetivo general analizar los estándares nacionales e internacionales para la colocación de mortero asfáltico sobre un camino no pavimentado y pavimentado. Sus objetivos específicos fueron: Analizar la definición según estándares nacionales e internacionales de la lechada asfáltica, mortero asfáltico, sello y Slurry Seal. Analizar la aplicación adecuada según los estándares nacionales e internacionales de la lechada asfáltica, mortero asfáltico, sello y Slurry Seal en caminos no pavimentados y pavimentados. Determinar si el diseño de afirmado NAASRA permite colocar lechada asfáltica, mortero asfáltico, Slurry Seal, o sello como supresor de polvo. Se realizó una investigación aplicada, cualitativa, descriptiva y experimental; para aclarar la definición y aplicación del mortero asfáltico según los estándares nacionales e internacionales y mediante un experimento a escala natural se comprobó su colocación como supresor de polvo en afirmado ya que el ahuellamiento producido fue menor al ahuellamiento máximo permitido

siguiendo el método de diseño de afirmado normado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Luego de realizar la investigación bibliográfica de estándares internacionales y nacionales, se concluye que el Slurry Seal, cuya traducción al español es lechada asfáltica, es sinónimo del término específico mortero asfáltico definido como: mezcla de agregados pétreos, agua, emulsión asfáltica, polvo mineral y aditivos; regida por la especificación técnica International Slurry Surfacing Association ISSA A105 (Slurry Seal). Asimismo, se concluye que la aplicación primigenia de lechada asfáltica, mortero asfáltico, Slurry Seal, sello fue para conservación de pavimentos flexibles, sin embargo, su uso se ha extendido a tratamiento superficial en caminos de bajo volumen de tránsito y como actividad periódica de conservación de afirmados para el control de polvo cuya finalidad es impermeabilizar y mejorar la adherencia de los vehículos a la superficie de ruedo. Mediante el experimento a escala real se demostró que el diseño de afirmado NAASRA permite colocar lechada asfáltica, mortero asfáltico, Slurry Seal (12mm) como supresor de polvo sin necesidad del recalcular el espesor de agregados puesto que el ahuellamiento experimental es menor que el permisible (2") con la condición que el material de afirmado tenga un CBR igual a 80 como lo establece NAASRA (AUSTROADS). Finalmente, al haber realizado el análisis de la definición, aplicación de lechada asfáltica, mortero asfáltico, Slurry Seal y sello en caminos no pavimentados y pavimentados llegándose a la conclusión que, como los estándares nacionales e internacionales son semejantes se puede colocar mortero asfáltico en caminos no pavimentados y pavimentados; en esta investigación se hace hincapié su uso en caminos de bajo volumen de tránsito de tipo afirmado como supresor de polvo.

Saldaña, B. (2018) realizó la tesis denominada: Rehabilitación y Mejoramiento de vías de bajo volumen de tránsito a nivel tratamiento superficial Slurry Seal Canayre – Puerto Palmeras – Ayacucho, está enfocada para prestar una solución rápida, económica y sostenible con el medio ambiente en el mejoramiento vial; gran cantidad de las vías ubicadas en el distrito de Canayre son a nivel de afirmado por el bajo

presupuesto asignado a la zona; las fuertes lluvias y el mal sistema de drenaje de las mismas deterioran rápidamente estas vías. Sus objetivos específicos fueron: Elaborar el estudio de suelos de la vía de bajo volumen de tránsito del tramo Canayre – Puerto Palmeras, para mejorar la transitabilidad. Elaborar el diseño del afirmado de la vía de bajo volumen de tránsito del tramo Canayre – Puerto Palmeras, para mejorar la transitabilidad. Elaborar el diseño de obras de arte de la vía de bajo volumen de tránsito del tramo Canayre – Puerto Palmeras, para mejorar la transitabilidad. Aplicar el tratamiento superficial Slurry Seal en la vía de bajo volumen de tránsito del tramo Canayre – Puerto Palmeras, para mejorar la transitabilidad, llega a las siguientes conclusiones: Se realizó los ensayos de mecánica de suelos de tramo Canayre – Puerto Palmeras, con la excavación de 9 calicatas para verificar la condición del suelo, y se determinó que es apto para la construcción de la vía. Se usó la cantera Unión – Puerto Palmeras, que se ubica cerca al tramo del proyecto, para el diseño del afirmado. Se han proyectado obras de arte a lo largo de toda la vía. Las alcantarillas serán de acero corrugado la cual resulta más económico, los badenes y cunetas serán de concreto con material de la cantera Canayre – Río Mantaro. Estas obras responden a un cálculo y diseño de acuerdo a los criterios del estudio hidráulico. Se mejoró algunas características de la vía como el sobre ancho, el bombeo, señalización, hitos kilométricos, se aumentó el ancho de la vía y adicionó plazoletas de cruce tal como indica el Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito. Se usó el tratamiento superficial Slurry Seal ya que es más económico que los otros tratamientos superficiales y además no es muy contaminante.

Torres, M. (2018), realizó la investigación titulada: Tratamiento superficial utilizando Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Santa Rosa a San Francisco de Rio Mayo - 2016. La investigación está referida al uso de la lechada asfáltica Slurry Seal en el tratamiento superficial del pavimento para el mejoramiento de la carretera que une a los centros poblados de Santa Rosa a San Francisco de Rio Mayo en la

jurisdicción del distrito de Tarapoto, provincia y región de San Martín. Su objetivo general fue: Proponer la mejora de la carretera Santa Rosa a San Francisco de Rio Mayo con el tratamiento superficial utilizando el método de Slurry Seal. Sus objetivos específicos fueron: Evaluar las características físicas del terreno de la vía, mediante el respectivo estudio topográfico. Determinar la capacidad de soporte del suelo a través del estudio de mecánica de suelos. Evaluar la aplicabilidad del diseño de tratamiento superficial con el método de Slurry Seal, con los respectivos estudios de laboratorio. Determinar el valor de la obra mediante el estudio de costos y presupuestos del proyecto. El estudio se realizó en los años 2016 y 2017, sustentado en las bases teóricas de las lechadas asfálticas como técnicas de mantenimiento preventivo y correctivo en los pavimentos, para lo cual se utilizó un diseño pre experimental con evaluación solo posterior a la aplicación de la variable independiente, utilizando como población de estudio a los 324 pobladores del Centro poblado San Francisco del Rio Mayo, con una muestra calculada con métodos estadísticos de 56 pobladores, a quienes se les aplicó un cuestionario de encuesta que sirvió para reconocer el estado de la vía y sus proyecciones de mejoramiento, con cuyos datos se procedió a los estudios técnicos que llevaron a la conclusión de proponer el uso de un mortero asfáltico, compuesto de 87.36% de arena triturada color gris procedente del rio Huallaga, 3.64% de relleno mineral filler de cemento Portland tipo I; y, 9% de cemento asfáltico óptimo. El estudio concluye en: El uso del método de Slurry Seal en el tratamiento superficial del pavimento constituye una propuesta viable para la mejora de la carretera Santa Rosa a San Francisco de Rio Mayo. El estudio topográfico de la carretera donde se propone el tratamiento superficial corresponde a una vía de categoría tercera en el sistema vecinal, con un ancho de Superficie de Rodadura de 4.60 metros, velocidad directriz de 30.00 Km/hora, un radio mínimo normal de 30.00 m, radio mínimo opcional de 27.00 m, con pendiente máxima de 14.00 % y pendiente mínima de 0.5 %. El estudio de Suelos indica que los ensayos de las propiedades físicas, del análisis granulométrico, límites de consistencia, límite líquido, límite plástico, índice de

plasticidad, % de arcilla, finos, del material de cantera de cerro natural son aceptables para ser empleados como material de ligante en la capa de sub base granular; asimismo los ensayos de las propiedades físicas del análisis granulométrico gradación B, según diseño para la capa de base granular chancada, cumple según las especificaciones establecidas. De acuerdo a los ensayos de equivalente de arena del agregado fino y de los análisis granulométricos, para la utilización en mortero asfáltico, se propone la dosificación del mortero compuesto de 87.36% de arena triturada color gris procedente del río Huallaga, 3.64% de relleno mineral filler de cemento Portland tipo I; y, 9% de cemento asfáltico óptimo. Con el estudio de costos y presupuestos del proyecto se obtiene un presupuesto total que asciende a tres millones trescientos treinta y ocho mil novecientos cuarenta y dos y 68/100 nuevos soles.

Torres, C. (2019), realizó la investigación titulada: comportamiento del Slurry Seal para el mantenimiento de la superficie asfáltica, el tambo. El objetivo general fue determinar los resultados de la aplicación del Slurry Seal para el mantenimiento de la superficie asfáltica de la Av. Evitamiento del distrito de El Tambo, Huancayo, la hipótesis general que se verificó fue: “La aplicación del Slurry Seal genera resultados significativos para el mantenimiento de la superficie asfáltica de la Av. Evitamiento del distrito de El Tambo, Huancayo”. El método de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada-cuantitativa-cualitativa, el nivel de investigación fue explicativo, la población fue la superficie asfáltica de la Av. Evitamiento y el tipo de muestreo fue el no probabilístico, la muestra fue la superficie asfáltica de la Av. Evitamiento tramo: desde la Av. Mariscal Castilla hasta la Av. Huancavelica. Se concluyó que la aplicación del Slurry Seal genera resultados significativos para el mantenimiento de la superficie asfáltica de la Av. Evitamiento tramo: desde la Av. Mariscal Castilla hasta la Av. Huancavelica, el cual está compuesto con 13% de emulsión asfáltica CQS-1hp, 1.5% de filler (cemento portland tipo I), 10 % de agua y 1% de aditivo (sulfato de aluminio), el cual garantizará una buena resistencia ante la acción abrasiva del tráfico y una correcta cohesión que evitará la

exudación bajo las cargas del tráfico pesado, y la apertura al tráfico se dará a los 90 minutos de haber sido colocada.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Habiendo realizado la búsqueda de los antecedentes locales no se hallaron trabajos en el tema.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. AGREGADOS

Es el material pétreo granular de origen natural o artificial, amorfo, sin volumen definido y suelen ser inertes. Según las dimensiones del agregado se pueden clasificarse gruesos y finos. En función de las dimensiones del agregado de mayor predominación. El agregado grueso o grava es material retenido por tamiz N° 4, el agregado fino o arena es el material pasante del tamiz N° 3/8 también el tamiz N° 200 pasando el de 200 mm, 0.06 mm a 0.002 mm, conocido como limo y Arcilla. (Gutiérrez, 2003)

Los agregados se utilizan en la producción de hormigón, mortero y diversos elementos de construcción, especialmente en las mezclas del hormigón se constituye la $\frac{3}{4}$ parte del volumen por lo tanto deben seleccionarse y controlarse cuidadosamente, ya que son decisivos para la calidad del concreto. El agregado en mezclas de concreto forma un marco fuerte, estable al unirlos con agua y cemento (pastas). La función principal del agregado: proveer como un relleno económico generando una gran cantidad de partículas residentes a la transmisión de cargas, resistencia a la abrasión, la permeabilidad a la humedad, para minimizar los cambios de volumen provocados por el proceso de fraguado, endurecimiento y humedad.

El agregado se puede utilizarse en su estado natural u obtenerse a partir de un proceso de trituración. Los agregados gruesos triturados tienen mejor adherencia que los agregados naturales de lo cual se obtiene un concreto más fuerte y resistente. El agregado

necesariamente debe estar exento de partículas orgánicas, salitres, arcillas y lodos que puede alterar las reacciones químicas y crear una porosidad indeseable. Según el tipo de concreto que se necesite, puede utilizar agregado fino, agregado grueso o agregado artificial.

El agotamiento paulatino de los recursos para la extracción de arena o las restricciones medio ambientales para su extracción provocan en muchas ocasiones se carece de material granular no obstante se comenzó a extraer arena del proceso de trituración de piedra, generalmente se obtienen del agregado grueso, sin embargo las propiedades no son las mismas que de la arena natural. (Gutiérrez, 2003).

2.2.1.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN SU PROCEDENCIA

Se pueden identificar los tipos de agregados pétreos, según su origen y técnica a utilizar para su explotación, se clasifican de la siguiente manera:

Agregados Naturales. - Es aquel que se emplea según la clasificación de su tamaño para ajustar a las exigencias que se requieran según el objetivo final se clasifican en: Agregados gruesos (Grava y Piedra) y Agregados finos (Arena fina y Arena gruesa).

Agregados Artificiales. - Se obtienen de la trituración de piedra de diversas canteras midiendo el tamaño de las partículas de origen natural desechados. Incluyendo en su totalidad los materiales de las canteras que cumplen con las propiedades físicas adecuadas.

2.2.1.2. PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

Los principales propiedades mecánicas y físicas del agregado a desarrollar en este estudio incluyen:

- Porcentaje de Humedad (NTP 339.185; ASTM C 535)
- Granulometría (NTP 400.012; ASTM C136)

- Peso específico y absorción (NTP 400.021; NTP 400.022; ASTM C 128; ASTM C 127)
- Pesos Unitarios sueltos y compactos (NTP 400.017; ASTM C 29)
- Azul de metileno (Norma N·CMT·4·04)

2.2.1.3. CALIDAD DE LOS AGREGADOS

Es importante saber la calidad que toma el agregado, ya que representa el $\frac{3}{4}$ parte del volumen del concreto. Los agregados también limitan la firmeza y sus propiedades limitan la duración y desempeño.

Del punto de vista económica, provee mayor ventaja al utilizar una mezcla con mayor volumen de áridos posible y menor volumen de cemento posible, sin embargo, el costo tiene que equilibrarse con las propiedades pretendemos obtener del hormigón premezclado y endurecido.

Durante la construcción de obras civiles, suelen presentarse inconvenientes como filtraciones o humedad en los nueros, deterioro prematuro y baja resistencia del concreto (polvo de piedra, macadán, arena, etc.), varios obstáculos derivado y generando por la mala calidad de los agregados o la incorporación de grandes cantidades de agregado a la mezcla.

La NTP especifica que los agregados tienen satisfacer con requisitos fundamentales para su control y recepción. Los agregados no deben contener niveles dañinos de contaminantes orgánicos. Los agregados probados para la evaluación de impurezas orgánicas de acuerdo con los estándares de la NTP deben rechazarse si producen un color más oscuro que el estándar. También se puede utilizar un agregado fino que no cumplió con los estándares en el ensayo de impureza, el mortero este de como resultado un cálculo de resistencia correspondiente a los 7 días de

según reglamento y el valor no sea inferior al 95 % de la resistencia deseada. (Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

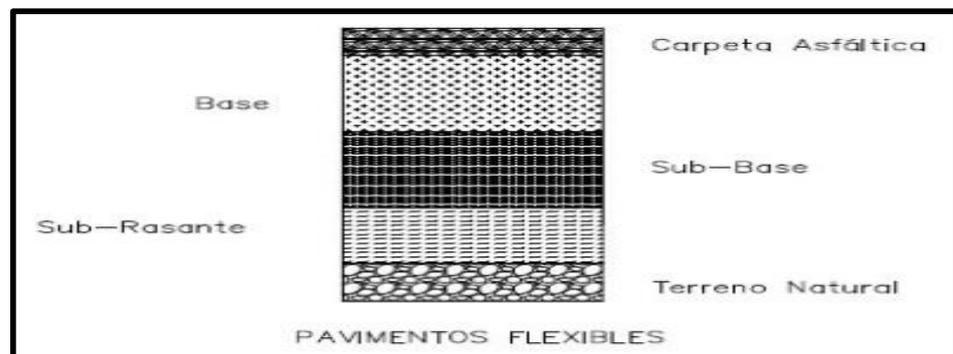
2.2.2. MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA SUPERFICIE ASFÁLTICA

2.2.2.1. PAVIMENTO FLEXIBLE

Este prototipo de pavimento está conformado estructuralmente por cuatro capas granulares tales como una capa superficial de rodadura, la base, sub base, sub rasante en combinación con materiales bituminosos (agregados, aglomerados y opcional el aditivo). (Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014 - MAN_7 SGGP, 2014).

Figura 1

CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE



Nota. Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014 (Claudia montervez).

El pavimento flexible asfáltico al tener una superficie de rodadura con menos rigidez, se deforma más y se producen mayores tensiones en la su rasante.

2.2.2.2. MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX) PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

Este procedimiento es considerado como uno de los más completos metodológicamente para la evaluación y clasificación

eficaz del pavimento flexible o rígido en modelos de mantenimiento vial. En este método se determina según el daño o falla y se basa según la categoría, su severidad, frecuencia y grado de influencia de las falencias mencionadas, los valores derivados se presentan según un prototipo con referencia al peso. PCI es representado numéricamente de cero (0) que es una superficie asfáltica defectuoso o mala condición y hasta cien (100) que es una superficie asfáltica en perfectas condiciones. (Vásquez L. 2002).

Tabla 1

RANGO DE CLASIFICACIÓN DE PCI

RANGO	CLASIFICACIÓN
100-85	Excelente
85-70	Muy bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy malo
10-0	Fallado

Nota. Calificación según condición actual de la superficie (Vásquez, 2002)

El resultado de PCI se basa en el efecto de un levantamiento visual del estado del pavimento asfáltico natural a través de las formas determinadas por el método PCI, incluye la categoría, severidad y tamaño de todos los tipos de daño. Para obtener un índice de integridad y estado de la superficie, el conocimiento de los daños obtenidos es como el inventario la cual proporciona la comprensión el motivo de los daños y finalmente una evaluación del estado del asfalto. (Vásquez, 2002)

2.2.2.3. MANTENIMIENTO DE SUPERFICIES ASFÁLTICAS

Es la reparación de pavimentos con mantenimiento, puede ser tanto de rutina o periódico, con el fin de conservar la impermeabilidad, la carencia de un mantenimiento genera una condición de drenaje deficiente evitando que el agua pase por la superficie de la calzada o borde y causando un desgaste en la capa subyacente, estos son algunos de los factores que afectan directamente a la superficie asfáltica incluso los cambios climáticos

drásticos (variación de temperatura, lluvias intensas, granizadas y problemas constructivos) y la transpirabilidad extrema afectan críticamente a la superficie asfáltica.

La función del mantenimiento es que el pavimento pueda llegar en óptimas condición a su vida útil incluso superarlo, mejorando el estado, restaurando la superficie de la carretera, garantizando la seguridad de la superficie de rodadura y la firme de esta. (Ramírez, 2017)

Es importante la aplicación del mantenimiento del pavimento una vez que la vía esta puesta en servicio, inicia el proceso de deterioro según diversos factores, por lo cual no realizar el mantenimiento disminuye la vida útil, genera el incremento de costos por reparaciones y mantenimientos, comprometiendo drásticamente la inversión del proyecto Vial.

Se determina el tipo de mantenimiento por la clasificación del estado del revestimiento:

Figura 2

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO DE CONSERVACIÓN

CONDICIÓN MALA	CONDICIÓN REGULAR	CONDICIÓN BUENA
RECONSTRUCCIÓN O REHABILITACIÓN	MANTENIMIENTO PERIODICO	MANTENIMIENTO RUTINARIO

Nota. Manual de suelos, geotecnia, geología, y pavimentos, 2014.

a) Mantenimiento rutinario

Se entiende por mantenimiento rutinario todas las actividades realizadas para mantener todos los elementos del pavimento flexible en buen estado posterior a la construcción, para la vía es muy importante la restauración de baches, garantizar la seguridad vial para evitar su desperfecto o daño de guardavías incluso la señalización. (Manual de mantenimiento o conservación vial, 2014).

La oportunidad de intervenir en este mantenimiento es importante ya que utilizar el procedimiento adecuado en el momento adecuado por lo tanto puede ahorrar dinero en acciones correctivas posteriores. Es la base para una buena gestión financiera en la administración de carreteras, enfocados en las intervenciones de mejora o conservación. (Guía de mantenimiento para pavimentos asfálticos de vías locales en Bogotá D.C)

b) Mantenimiento periódico

Es la actividad que se realiza periódicamente al año con mayor énfasis en la restauración de la berma y calzada a base del mortero asfáltico (Slurry Seal) o colocación alternativa de micro pavimentos. Teniendo como alternativa la colocación o aplicación de refuerzos para prolongar la eficiencia del pavimento a cinco años más, para poder presupuestar este procedimiento como mantenimiento o conservación vial, se debe realizar el mantenido en el mismo sentido que el trazo del pavimento vigente, y adicionar la programación de las labores periódicas. (Manual de mantenimiento o conservación vial, 2014)

Por ejemplo, parte de este mantenimiento es la rehabilitación y reparación de la plataforma existente, las obras de arte, derecho de vía, señalización, elementos de seguridad vial, drenaje, subdrenaje, y varios elementos físicos en el camino. (Manual técnico del mantenimiento rutinario para la red vial departamental no pavimentado)

2.2.2.4. FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

A causa de las constantes repeticiones de cargas no previstas en la vía, un diseño erróneo del pavimento, cambio trástico de temperatura, problemas estructurales, geotécnicos, geológicos, hidrológicos o geografía local entre diversos factores el pavimento

flexible llega a fallar y esto afecta críticamente a la transpirabilidad de la vía. (Manual de Inventarios Viales, 2014)

El pavimento flexible no falla repentinamente, sino que lo hacen gradualmente con el transcurso del tiempo afectando el comportamiento del pavimento y si no realiza la intervención oportuna se prolonga gravemente dicho daño o falla. Es muy importante identificar el tipo de falla en el pavimento flexible para poder analizar las causas y origen a corregir oportunamente dichas fallencias.

2.2.2.5. FALLAS SUPERFICIALES

Aquellas fallas que se presentan en superficie de rodadura y no tiene ningún vínculo con la estructura de la calzada. La restauración o mantenimiento tienen como objetivo devolver la rugosidad, confort y adecuada fricción (seguridad), y esto se consigue con la instalación de una fina capa de asfalto de un espesor que no contribuye estructuralmente a la vía. (Manual de Inventarios Viales, 2014).

Las fallas superficiales son parches deteriorados, baches en carpetas asfálticas, ahuellamiento, descenso de la berma, separación berma y pavimento, etc. Que son causados por la diferencia de elevación entre berma y calzada, deficiencia de juntas, desprendimiento de la mezcla asfáltica y repeticiones de contacto por un mismo eje con una carga mayor a la que fue diseñado. Esto conlleva a la falla superficial.

2.2.2.6. FALLAS ESTRUCTURALES

Son las deficiencias que aparecen de una o varias capas de la estructura del pavimento reduciendo la capacidad de carga de este. La restauración de estos requiere inevitablemente fortalecimiento sobre el pavimento existente y garantizar que el paquete estructural pueda satisfacer las demandas del tráfico. Es

importante que se realice un nuevo diseño estructural. (Manual de Inventarios Viales, 2014).

La falla estructural, que se manifiesta como colmatación general del pavimento, con la cual el Índice del servicio está íntimamente relacionado, no necesariamente significa la falencia estructural inmediata, ya que la primera es el resultado de no soportar las cargas de diseño

2.2.2.7. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

Es aquel que se ejerce en la superficie de la vía y proporciona una capa superficial segura, pero no añade capacidad portante a la vía, sino proteger la capa subyacente y evitar que factores externos dañen a las capas inferiores. (Orellana, Mauricio; Peña, Edgar; Perez, Blanca, 2015)

2.2.2.8. CLASIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

Se clasifica de acuerdo a la tipología de la base donde se coloca el tratamiento superficial, como se puede observar en la imagen 3.

Figura 3

TIPOS TRATAMIENTOS SUPERFICIALES



Nota. (Orellana, Peña y Pérez, 2015)

2.2.3. SLURRY SEAL

2.2.3.1. DEFINICIÓN

Un Slurry Seal es la mezcla de color negro y pastosa que producto de la combinación de agregado, agua, filler, emulsión asfáltica y si es necesario el aditivo, para adherirse firmemente a las superficies de una carpeta homogénea y poder tener una estructura superficial antideslizante durante toda su vida útil. Debe dejar una capa uniforme (Ortiz, 2014)

El Slurry Seal tienen un espesor de 3mm a 10mm en una sola capa y para un mayor espesor se aplica en capas sucesivas posteriormente a la rotura de la capa anterior. Si se especifica compactación, esta debe hacerse con rodillos neumáticos. Este caso suele ocurrir en los estacionamientos. o donde no hay tráfico constante de vehículos. (EG, 2013).

En algunos casos el Slurry Seal se considera un agente de rejuvenecedor de pavimentos existentes, porque actúa como un antioxidante y una capa sin desgaste prolonga la vida útil de la carretera.

2.2.3.2. TIPOS Y APLICACIONES DE SLURRY SEAL

Elegir la tipología del Slurry Seal a diseñar que garantice un mantenimiento de buena calidad para pavimento, es indispensable tener en cuenta los factores: El Índice Medio Diario de la vía (IMDA) y estado actual de la superficie donde se aplicara el Slurry Seal.

Cada año se ejecutan proyectos con cientos de kilómetros de Slurry Seal en las carreteras de nuestro país. Por lo cual es de vital importancia identificar y seleccionar el tipo del Slurry Seal que se requiera, según el marco técnico y normativo puntualmente para el mortero son las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG, 2013) emitidas por el MTC.

Tipo I, Es aquel utilizado típicamente en sectores con poco tránsito. La finalidad principal de este tipo de sellado con lechada es optimizar el sellado de la superficie asfáltica (saturación de huecos, sellado de grietas, restaurar la erosión de la superficie asfáltica). Lo más importante lograr el rendimiento antideslizante. (EG, 2013).

Tipo II, Es aquel que se utiliza para proteger las superficies subyacentes del envejecimiento y los daños causados por el agua y para mejorar la fricción de la superficie. Este tipo se usa para llenar huecos o reparar daños superficiales causados por erosión o numerosas grietas. También se usa como sellado de capa estabilizador. (EG, 2013).

Tipo III, Es aquel que se utiliza con la finalidad de reparar los daños severos de la superficie del pavimento asfáltico para el recubrir las superficies de la vía la cual garantizar una resistencia máxima al escurrimiento y a mejorar del desgaste de la superficie, también se utiliza en pavimentos asfálticos que este sujeto a variaciones drásticas de temperatura y al tránsito alto. (EG, 2013)

2.2.3.3. COMPONENTES DEL SLURRY SEAL

Además de la relación de mezcla de materiales, se requieren ensayos de materiales para emulsiones asfálticas, agua añadida, áridos, áridos minerales, etc. según la normativa vigente. Verificar la calidad del material y medir las propiedades clave del mortero es fundamental para obtener una mezcla satisfactoria en lugar de una mezcla inadecuada. Un betún modificado como PRSS-94, que forma emulsiones bituminosas específicamente formuladas para tales aplicaciones, asegura que se optimicen las propiedades clave de la lechada. Factores como agarre, módulos, etc. están garantizados por el desempeño superior del aglomerado asfáltico.

Agregado, es el material producto de la trituración de los agregados gruesos, extraída de una cantera de origen natural o

relativamente de fuentes naturales, según la necesidad esta deberá cumplir con la granulometría y dependiendo del tipo de Slurry Seal a desarrollar porque sus propiedades intervienen en la durabilidad, optimización de la mezcla, representa del 82% al 90% de la totalidad del peso. (EG, 2013)

La incorporación del aditivo afecta al resultado final de la mezcla asfáltica según el objetivo que se requiera; por lo tanto, se deben considerar las propiedades y características básicas que aseguran el desempeño del Slurry Seal. Conocer el grado de modificación, porosidad y propiedades químicas de los minerales constituyentes. Las propiedades geométricas se refieren los ángulos y forma de las partículas; la propiedad mecánica se refiere a los parámetros de resistencia a la descomposición; la limpieza; la ausencia de impurezas; esta es la base para evitar un deterioro rápido, que puede mejorarse con aditivos. La adhesión, que integra la adhesión del aditivo a las emulsiones acuosas, también se puede utilizar para aumentar la resistencia. (Huanca, 2013)

Tabla 2

SUCESIÓN SEGÚN LA TIPOLOGÍA DEL SLURRY SEAL

Tamaño de tamiz	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tolerancia
3/8 (9.5 mm)	100	100	100	+ 5%
#4 (4.75 mm)	100	90-100	70-90	+ 5%
#8 (2.36 mm)	90-100	65-90	45-70	+ 5%
#16 (1.18 mm)	65-90	45-70	28-50	+ 5%
#30 (600 um)	40-65	30-50	19-34	+ 5%
#50 (330 um)	25-42	18-30	12-25	+ 4%
#100 (150 um)	15-30	10-21	7-18	+ 3%
#200 (75 um)	10-20	5-15	5-15	+ 2%

Nota. Manual de carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, 2013 - ISSA, 2010.

La elección del agregado idóneo para un diseño de Slurry Seal, primero tiene que cumplir con los requisitos y especificaciones mencionado en la tabla 3:

Tabla 3

REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS AGREGADOS

Ensayos	Especificaciones EG 2013 Norma	Especificaciones ISSA A 105 Norma
Pérdida en sulfatos de Na o Mg	MTC E 209	AASHTO T 104, ASTM C 88
Equivalente de Arena	MTC E 114	AASHTO 176, ASTM D 2419
Azul de metileno Adherencia (Riedel Weber)	AAHTO TP 57 MTC E 220	ISSA TB 145-

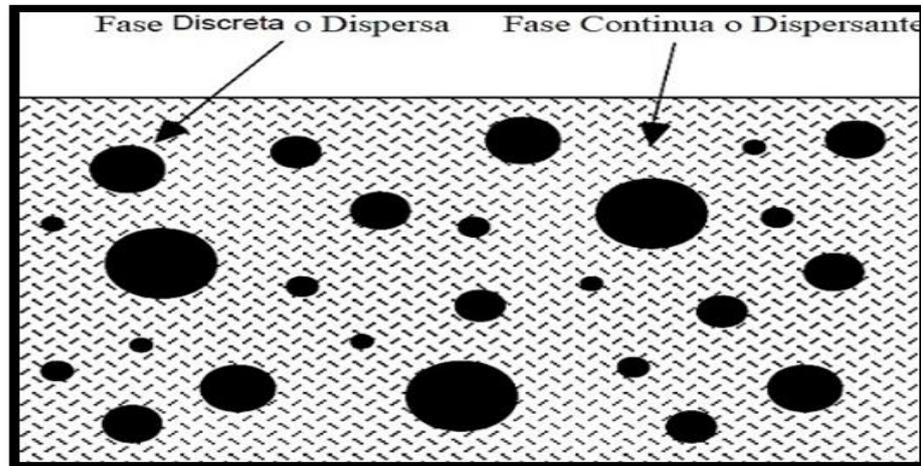
Nota. Especificaciones técnicas según la ISSA A 105 y EG 2013 (Manual de carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, 2013-ISSA, 2010)

Emulsión asfáltica, es una disgregación de leucocitos finos de asfalto en una etapa discontinua o dispersa y fase continua o dispersa mutuamente inmiscible en una solución de agua jabonosa. (Talvera, 2001).

El asfalto proviene de naturaleza hidrófobo, significa que son sustancias que repele o no se mezcla con el agua, la elaboración de emulsiones con aditivos como el ácido clorhídrico o cloruro de calcio y con el agua forman una solución jabonosa, requiere del uso de productos denominados emulsificantes. (Talvera, 2001).

Figura 4

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE UNA EMULSIÓN



Nota. (Talvera, 2001)

Las emulsiones bituminosas se pueden utilizar para estabilizar subrasantes y crear alternativas de mantenimiento de carreteras, como selladores bituminosos o microcapas finas, que se utilizan como reemplazos para mejorar las propiedades y prolongar la vida útil de las carreteras existentes.

Relleno mineral (filler), Los rellenos minerales tienen la capacidad de aumentar considerablemente la consistencia, aumentar la resistencia, estabilidad de la mezcla, asimismo adecuar la propiedad de rotura y endurecimiento de la mezcla (curado). Se recomienda utilizar como filler la cal apagada, cemento, polvo de roca, cenizas volátiles u otros rellenos aprobados que satisfacen con los requisitos y especificaciones de la norma ASTM D 242. Según ISSA indica utilizar el cemento o filler máximo al 3% en proporción al peso del agregado seco. (ISSA, 2010)

2.2.3.4. COMPONENTES DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA

Las emulsiones asfálticas están compuestas por agua, emulsificante, cemento, agregado y/o aditivos que mejoran algunas propiedades y características. El **Cemento asfáltico**, es un componente importante de las emulsiones asfálticas y representa

entre el 50 % y 70 % de la composición de las emulsiones asfálticas. (Huanca, 2013)

Una de las principales características de una emulsión asfáltica es estabilizar, por lo que es necesario lograr la compatibilidad química entre el cemento asfáltico y el emulsificante para producir emulsiones estables. Este componente está formado por moléculas de hidrocarburo, donde su composición química es sumamente diversa. (Huanca, 2013).

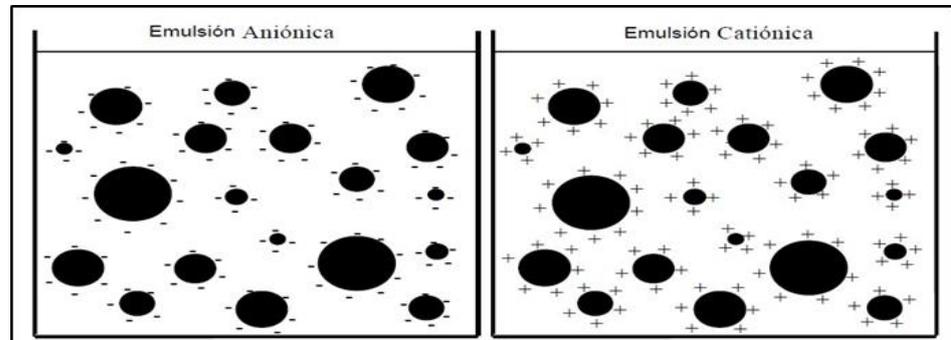
Agua, debe ser limpia libre de impurezas porque la presencia de minerales u otras sustancias puede afectar la formación de emulsiones acuosas estables. Por ejemplo, la existencia de iones de magnesio y calcio favorece a composición de emulsiones catiónicas estables, pero puede ser perjudicial para la formación de emulsiones aniónicas acuosas. (Huanca,2013)

Emulsificante, Los agentes emulsionantes, también conocidos como emulgentes, estabilizan las emulsiones, evitando así la formación de fases digitales formadas por componentes hidrofóbicos e hidrofílicos que se separan al entrar en reacción con el agua, emanando cargas positivas, negativas o neutras dependiendo del tipo de emulsionante. Esto evita la formación de varias fases de emulsión. Los glóbulos llenos de eléctricamente en la superficie con una carga que puede ser positivo o negativo, por lo cual se tiene la misma carga en su totalidad de glóbulos. Provocando repulsión electrostática, impidiendo que los glóbulos se uniformicen y permite que la emulsión de asfalto se mantenga estable. (Huanca, 2013)

Los emulsionantes son composición orgánicos con un peso molecular parcialmente alto (de 100 a 300); incluso una fracción de hidrófoba (normalmente una cadena hidrocarbonada lineal o cíclica) y partes hidrófilas moderadamente solubles en agua (normalmente grupos polares orgánicos o inorgánicos).

Figura 5

GRÁFICO REPRESENTATIVO DE LA EMULSIÓN ANIÓNICA (-) Y CATIONICA (+)



Nota. (Talvera, 2001).

2.2.3.5. CLASIFICACIÓN DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

Por su popularidad, Debido a su popularidad, los emulsionantes le dan a las partículas de Aniónica una carga negativa y a las catiónicas proporciona una carga positiva de la partícula del agente emulsificante. (Huanca, 2013)

Por su velocidad de ruptura

RS: la rotura rápida emplea comúnmente en sistemas de riego convencionales y de presión.

MS: Rotura media, comúnmente utilizada para mezcla en frío, reparación, alineación, bacheo, hundimiento, etc.

SS: de rotura lenta usado en mezcla en frío para estabilizar el betún

QS: Rotura rápida o controlada para un sistema como micro pavimentos o Slurry Seal modificados. (Huanca, 2013)

2.2.3.6. NOMENCLATURA DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA

La terminología utilizada con la finalidad de definir las emulsiones (aniones o cationes) es:

La letra C: Esto indica que su ausencia indica que es una emulsión aniónica la emulsión es catiónica (-) y carecía de esta señala que es emulsión aniónica.

La letra p: esto significa que la emulsión se adicione polímeros.

Las cifras 1 y 2: es el Indicador de la viscosidad en el cual se representa con 1 baja viscosidad y 2 representa una alta viscosidad en la emulsión asfáltica.

La letra h: es un indicador de la base asfáltica quiere decir que la base asfáltica es muy compacta, es decir muy sólido.

La letra HF: Esto representa de la flotación alta según ASTM D 139.

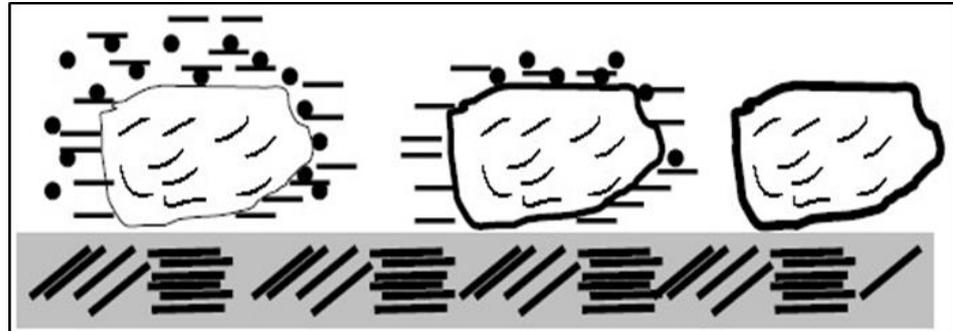
La letra s: es un Indicador que la base asfáltica quiere decir que es muy dúctil.

2.2.3.7. PROCESO DE ROTURA Y CURADO DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS

Curado de la emulsión. Es el proceso del curado de la emulsión por cual se definen las propiedades mecánicas, lo que resulta en la formación de una película cohesiva continua a la que se pueden adherir los agregados, el proceso se logra cuando el agua se evapora totalmente de la superficie dada la climatología. En condiciones favorables la evaporación del agua ocurre rápidamente, pero en tiempos de lluvias, humedad o bajas temperaturas pueden retrasar este proceso de curado. El siguiente diagrama muestra cómo reacciona la emulsión con el agregado, comienza el agrietamiento, continúa el agrietamiento, comienza el endurecimiento y finalmente el asfalto que cubre el agregado completa desarrolla el endurecimiento.

Figura 6

EL PROCEDIMIENTO DEL CURADO Y RUPTURA DE EMULSIÓN ASFÁLTICA



Nota. Tomado de (Talvera, 2001).

Rotura de la emulsión, Este es un proceso urgente porque el árido debe cubrirse con asfalto. Para ello, la emulsión debe ser inestable. Para que esto suceda la emulsión debe desestabilizarse y esto ocurre debido al peso del agregado la cual neutraliza el peso del asfalto en la emulsión. Como resultado, la emulsión se moverá hacia el agregado con el peso opuesto y comenzará a formar partículas grandes así mismo cubrir el agregado. (Huanca, 2013).

2.2.3.8. EMULSIONES ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON POLÍMEROS

Las especificaciones para el pavimento flexible son altamente estrictas a causa del crecimiento constante del tráfico, el aumento de las cargas y las condiciones climáticas adversas que causan daños a la superficie del asfalto lo que provoca condiciones desfavorables. Hoy en día estas desventajas se reducen en gran medida a la incorporación de emulsión asfáltica mejorada con polímeros. (Huanca, 2013).

El término polímero se refiere a compuestos moleculares grandes formados por la combinación de moléculas o monómeros (compuesto molecularmente simple ejemplo: vinilo, estireno, etileno, butadieno, acetato, etc.) las cuales cuando se combinan producen moléculas más grandes con diferentes arreglos. La combinación de la emulsión asfáltica con polímeros tiene como

objetivo mejorar su viscoelasticidad para cumplir con los requerimientos de los proyectos; En resumen, se puede decir que la elasticidad y ductilidad, la consistencia y durabilidad de la mezcla asfáltica se pueden mejorar mediante modificaciones, extendiendo así la vida útil de la mezcla asfáltica. (Huanca,2013)

En la actualidad se usa una amplia variedad de polímeros comerciales con diferentes composiciones químicas y diferentes propiedades.

- **Polímero SBS** (Stireno- Butadieno- Stireno)

Es un elastómero termoplástico sintético producido mediante el proceso de polimerización de una mezcla de estireno y butadieno, mejorar la reacción y propiedades de la mezcla tanto en frío y en calor, se utiliza en la preparación de superficies, se utiliza en pavimentos de alto tráfico y en dibujos estructurales de vehículos pesados, también se utiliza en climas cálidos y fríos. (Huanca,2013)

- **Polímero SBR** (Stireno- Butadieno- Rubber)

El caucho estireno-butadieno, frecuentemente abreviado SBR (en inglés, Styrene-Butadiene Rubber) es un polímero líquido está conformado por monómeros de sireno y butadieno al que se le añade ácido acrílico con el objetivo de mejorar la adherencia y comportamiento de las mezclas asfálticas en temperaturas bajas por lo general se utilizan en todos tipos de mezclas asfálticas para pavimentación. Mejorando el rendimiento en climas fríos y produce emulsiones utilizadas para mantenimientos superficiales. (Huanca, 2013)

- **EVA** (Etileno- Vinil -Acetato)

Es un polímero sólido conformado por moléculas de vinilo, acetato y etileno, que mejora la resistencia ante formaciones de surcos, reduce la sensibilidad de la mezcla asfáltica en

temperaturas altas y se usa en climas cálidos para paneles de alta permeabilidad estructural. También se utiliza en la producción de emulsiones utilizadas en tratamientos superficiales. (Huanca, 2013)

Las emulsiones modificadas con polímeros y su residuo asfáltico deben satisfacer con los requisitos señalados tanto en ISSA A 105 como en la EG 2013 para que sea admitido en el diseño de Slurry Seal.

Agua, componente que calcula la solidez de las mezclas y la cantidad varía entre el 4% y el 12% relativamente según el peso del agregado, también cumple la función de lubricante previo a la emulsión disminuyendo las tensiones superficiales de las partículas entre el agregado y el cemento con el fin de que facilite el recubrimiento del agregado con la emulsión asfáltica. El agua tiene que ser limpio para utilizar en el diseño de Slurry Seal, libre de sal e impurezas dañinos. Si la calidad del agua es un problema, debe analizarse en el laboratorio adicionando otras materias primas para mejorar la calidad del agua y tenga un PH mínimo de 6,5 y un máximo de 8. (ISSA, 2010)

Aditivo, Se pueden utilizar aditivos con la finalidad de retardar o acelerar la ruptura o el fraguado del Slurry Seal. Los aditivos deben analizarse y ser aceptados por el laboratorio siendo incluido en el diseño. La cantidad de aditivos oscila entre 0% y 2% en referencia al volumen de la emulsión. Se pueden utilizar aditivos con el fin de apresurar o ralentizar el tiempo de fraguado de Slurry Seal dependiendo de las restricciones climáticas donde se encuentre. Se utiliza cuando la emulsión no pasa la prueba de tiempo de mezclado. (ISSA, 2010).

La composición del Slurry Seal debe cumplir con los límites especificados en ISSA A 105 como se presenta en la tabla 4:

Tabla 4**REQUISITOS MÁXIMOS PARA COMPOSICIÓN DE SLURRY SEAL**

Componentes	Límites
Residuo asfáltico	Tipo I 10-16% Tipo II 7.5-13.5 Tipo III 6.5-12% (respecto al peso de agregados secos)
Relleno mineral (Filler)	0.0-3% (respecto a los agregados secos)
Aditivo	Según lo necesario
Agua	Según se requiera para producir la consistencia de mezcla

Nota. (ISSA, 2010).

2.2.3.9. MÉTODO DE DISEÑO DEL SLURRY SEAL SEGÚN LA ISSA

ISSA A 105 ha desarrollado conjunto de procedimientos y pruebas para los diseños, fabricación y colocación del Slurry Seal mencionados en la Tabla 5.

Tabla 5**CRITERIOS DEL DISEÑO DE SLURRY SEAL**

Ensayos	ISSA
Diseño, prueba y construcción de Slurry Seal	A 105
Pérdida por abrasión "Pista húmeda"	TB 100
Guía para muestre	TB101
Consistencia	TB 106
Exceso de asfalto por Load Wheel Tester (Adhesión de Arena)	TB 109
Guía para el diseño de mezcla	TB 111
Estimación de tasas de esparcimiento y medición de la macro textura	TB 112
Mezclas de prueba para tiempo de rotura, curado y apariencia	TB 113
Desnudamiento por humedad	TB 114
Cohesión en húmedo 30 minutos mínimo – Rotura de cohesión en húmedo 60 minutos mínimo.	TB139
Desprendimiento en húmedo	TB 114

Nota. (ISSA, 2010).

Guía para el diseño de mezcla Slurry Seal ISSA TB 111

Su propósito es proveer con la cuantía suficiente de emulsión asfáltica o asfalto residual para estabilizar el agregado y producir un mortero resistente a la exudación asfáltica, abrasión en húmeda y verificando los ensayos de desempeño.

Para un correcto diseño del Slurry Seal la ISSA TB-111 describe las consideraciones iniciales y procedimientos, que se analizan posteriormente los mismos que se tomaron en cuenta para la elaboración de este trabajo de investigación (Huanca, 2013)

a) Consideraciones preliminares para el diseño del Slurry Seal

Es primordial como un método anticipado diseño, porque te permite lidiar metódicamente con problemas de superficie y poder proporcionar soluciones oportunas, se debe considerar evaluar los siguientes aspectos:

Evaluación del pavimento al cual se va a tratar: Al evaluar adecuadamente la cobertura, es posible comprender sus defectos y las causas que contribuye, por lo tanto, se debe determinar el estado superficial, condiciones climáticas tráfico de vía.

Definir el objetivo del tratamiento: el propósito del tratamiento y seleccionar el tipo idóneo del Slurry Seal con relación a la deficiencia del pavimento.

Evaluación y Selección de Materiales: La selección de canteras, emulsiones asfálticas, rellenos y abastecedores de agua que cumplan con las especificaciones técnicas existentes y una ubicación con accesibilidad al proyecto con el fin de reducir

el costo de producción para ejecución de proyectos. (Huanca, 2013)

b) Procedimiento de diseño del Slurry Seal

Mencionamos los procedimientos adecuados para el diseño de Slurry Seal establecida por ISSA:

- Cantidad óptimo del agua por el ensayo de consistencia.
- Características de los componentes.
- Contenido óptimo de asfalto residual por el método Diurez.
- Pruebas de rendimiento que calculan el comportamiento es el ensayo de abrasión en húmedo.
- Afinidad entre componentes de la mezcla es el ensayo tiempo de mezcla y el ensayo de desnudamiento por humedad.
- Contenido óptimo de asfalto, según los límites del residuo asfáltico calculados por el ensayo de rueda cargada y abrasión en húmedo.
- Cálculo del tiempo de apertura de tránsito según el ensayo de cohesión. (Huanca, 2013)

Proceso constructivo del Slurry Seal

La tabla 6 presenta los pasos a seguir para la aplicación:

Tabla 6

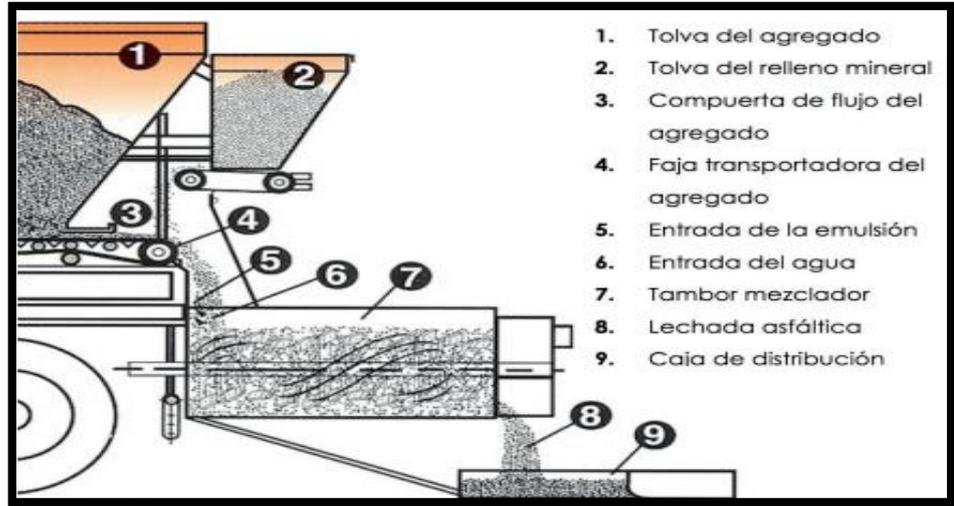
TRATAMIENTOS CON SLURRY SEAL

PASOS	TRATAMIENTO
1	Seguridad y control de tráfico
2	Limpieza de vía
3	Riego de agua
4	Colocación de Slurry Seal
5	Apertura del tráfico

Nota. (Huanca, 2013)

Figura 7

BOSQUEJO DE LA MEZCLADORA DE SLURRY SEAL



Nota. (Guía de diseño de mezcla de laboratorio para los sellos de lechada asfáltica)

Figura 8

*COLOCACIÓN DE SLURRY SEAL SOBRE BASE ESTABILIZADA
MOYOBAMBA*



Nota. (Ciesac compañía de ingeniería especializada).

Figura 9

CASO PRÁCTICO DE LA COLOCACIÓN DEL SLURRY SEAL.



Nota. (TDM Tecnología de Materiales).

Figura 10

RECTIFICACIÓN DE JUNTA



Nota. (Grupo Maka, 2019).

Figura 11

FALLA ESTRUCTURAL FISURA EN BLOQUES DE ALTA SEVERIDAD



Nota. Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación (catálogo de fallas).

2.2.4. PROCEDIMIENTOS A USAR EN EL PROYECTO

También se pretende evaluar y estudiar la calidad de los agregados para el Slurry Seal a lo largo del tiempo con base en las normas ASTM C-33 y NTP para asegurar que se encuentren dentro de los límites aceptables, incluyendo los efectos de estas variaciones. A nivel de índice de calidad e identificas las causas y efectos que pueden producir al Slurry Seal y permitiendo realizar ajustes en la elaboración y diseño.

Este estudio incluirá la organización y recolección de ensayos granulométricos de la canteras y área de estudio, los cuales, combinados con ensayos del Slurry Seal, nos permitirán analizar y visualizar la variación y diversas propiedades del agregado a lo largo de un período de tiempo.

Las canteras nombradas anteriormente se consideran porque son las canteras más utilizada y explotadas en la ciudad de Huánuco y otras canteras no se consideran debido a que no cuentan con el abastecimiento del agregado cumpla con la especificación técnica para el diseño de Slurry Seal.

Los ensayos se llevarán a cabo dependerán de la cantidad de información útil recopilada, ya que esto es esencial para lograr los objetivos del proyecto. Además, el número de muestras a analizar estará limitado por sus costos.

La siguiente tabla indica los tipos y la frecuencia de las pruebas requeridas para cada descanso del estudio. La frecuencia recomendada y los tipos de pruebas pueden variar según las necesidades de investigación y desarrollo.

Tabla 7

PRUEBAS A EFECTUAR

Ítem	Descripción de la prueba	Número de ensayos
1	Granulometría.	2
2	Ensayo de azul de metileno	2
3	Ensayo de durabilidad al sulfato de sodio o magnesio.	2
4	Ensayo tiempo de mezclado	2
5	Ensayo de consistencia	2
6	Ensayo de rueda cargada	6
7	Ensayo de abrasión en húmedo	6
8	Ensayo de cohesión	2

Nota. Elaboración propia

2.2.5. DISEÑO DEL SLURRY SEAL

2.2.5.1. ENSAYO DE CONSISTENCIA (ISSA TB 106)

Para este ensayo de consistencia en consideración a la norma ASTM D-3910 e ISSA TB-106, mismo que detalla los procedimientos a seguir con el fin de calcular la consistencia de la mezcla mediante un molde en forma de cono. El propósito es determinar la cuantía adecuada de agua obteniendo una adecuada trabajabilidad de una mezcla. Este ensayo consta en verter la mezcla (Slurry Seal), en el molde cónico, y este se vierte sobre una la escala circular con graduaciones progresivamente a 1 cm. Posteriormente se retira el molde en forma de cono, y se procede

a medir el diámetro alcanzado, debido a la fluidez de la mezcla. El flujo de la mezcla de 2 cm a 3 cm, estimada como apropiado e ideal para un diseño que cumpla con todos los requisitos. (Guarango, Cristian (2018). Diseño de un mortero asfáltico con emulsión, modificada con caucho molido de neumáticos. Universidad Central del Ecuador.)

2.2.5.2. ENSAYO DE COHESIÓN (ISSA TB 139)

Teniendo en cuenta las normas ISSA TB -139 y ASTM D 3910, que determinan la cohesión de lechada asfáltica en relación al tiempo necesario para que la estructura se endurezca antes de abrirse al tráfico. Para este ensayo se utiliza un medidor de cohesión, cuyo dispositivo calcular la resistencia de la mezcla con relación al tiempo y la humedad de un esfuerzo cortante aplicados a la superficie circular, constante y girada 90° sobre su eje.

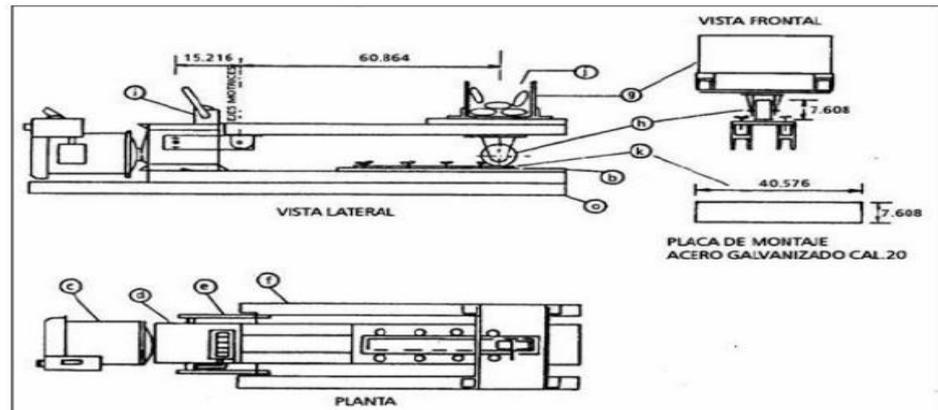
Esta prueba simula la rotación de un neumático de automóvil mientras está parado con una presión de 193 Kpa aproximadamente (Diseño de un mortero asfáltico con emulsión, modificada con caucho molido de neumáticos. Universidad Central presión del Ecuador.), (Guarango, 2018).

2.2.5.3. ENSAYO RUEDA CARGADA (ISSA TB 109)

Consideraremos la norma ISSA TB-109, un ensayo que calcula el nivel más alto de residuos de asfalto evitando la saturación del betún en los morteros bituminosos. Se logra midiendo la arena fina mencionada anteriormente adherida a las muestras de prueba en condiciones de carga de rueda simuladas. ISSA recomienda el máximo valor de adherencia de la arena igual a 538 gr/m² para carreteras con mucha transpirabilidad. (Guarango, 2018).

Figura 12

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE RUEDA CARGADA



Nota. Google.

2.2.5.4. ENSAYO ABRASIÓN EN HÚMEDO (ISSA TB 100)

Consideraremos los estándares ASTM D-3910 e ISSA TB-100 que definen la cantidad de desgaste que una mezcla puede soportar en condiciones húmedas, además de determinar la cantidad óptima de asfalto requerido para el diseño. Este ensayo simula condiciones abrasivas en una pista mojada e implica conducir y frenar el vehículo en las curvas. (Guarango, 2018).

2.2.5.5. ENSAYO TIEMPO DE MEZCLADO (ISSA TB 113)

Este ensayo calcula tiempo de mezcla de las lechadas asfálticas mediante de pruebas de mezcla, que implica calcular el tiempo que se toma en romper una mezcla. Que consiste en separar las partículas de asfalto saturadas con agua. Se verifica la rotura de la mezcla visualmente.

El procedimiento a realizar se especifica según norma comprada como “Procedimiento de mezclas de prueba para el diseño de sellos de lechada asfáltica” (ISSA TB 113) con el propósito de calcular cantidad de cada componente para la mezcla variando los porcentajes de los componentes también determinar el tiempo de rompimiento de la mezcla asfáltica. (Universidad de

costa rica. Guía de diseño de mezcla de laboratorio para los sellos de lechada asfáltica)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Cantera

Son yacimientos de rocas metálicas y no metálicas que pueden ser utilizadas como materiales de construcción como mármoles, granitos, calizas y pizarras en otros sectores. La cantera es la principal fuente de material pétreo en el campo de proyectos de estructuras, caminos, estructuras, embalses y presas. Las materias primas utilizadas en la ejecución de esta obra son de su valor económico y por lo tanto un componente significativo del costo total del proyecto. (Ortega, 2013).

Agregados

Es un material pétreo granulares de origen natural, sin volumen ni forma definido y suelen ser inertes. En función a la dimensión los agregados pueden clasificarse en gruesos y finos, de acuerdo a su tamaño con referencia al tamiz N° 4 como límite de mayor tamaño. Agregado grueso es el material retenido por tamiz N° 4, agregado fino pasando tamiz N° 3/8 y tamiz N° 200 pasando el de 200 mm, 0.06 mm a 0.002 mm, conocido como limo y Arcilla. (Gutiérrez, 2003).

Mantenimiento de superficies asfálticas

Es la renovación de la vía realizando el mantenimiento regular o periódico para impermeabilizar el pavimento, para evitar que el agua penetre a través del pavimento o cualquier borde del pavimento por lo tanto, no debilite la capa subyacente para mantener y restaurar la calidad del pavimento para garantizar una condición óptima y seguridad. (Ramírez, 2017)

Superficie asfáltica

También llamado superficie de rodadura asfáltica es una capa situada encima de una capa granular, que puede ser: tratamientos superficiales, mortero asfáltico, micro pavimentos, mezcla asfáltica en caliente, mezcla asfáltica en frío. (Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)

Grietas longitudinales y transversales

Las fisuras longitudinales son paralelas al eje de la vía causadas por la contracción del pavimento asfáltico causada por juntas de pavimento deficientes. Una fisura transversal es una fisura que penetra en el camino en ángulo de 90° (recto) con el eje del camino y no depende de la carga (Vásquez, 2002)

Fallas en pavimentos flexibles

La falla del pavimento flexible es un punto clave para cambiar la permeabilidad de la carretera debido a problemas arquitectónicos, geotécnicos, geológicos, hidrológicos o la geografía del sitio. (Manual de Inventarios Viales, 2014)

Huecos

La concavidad en forma de cuenco en la superficie de la vía con bordes afilados y crestas verticales en la parte superior que crecen cuando el agua se acumula en el pavimento y el tráfico desgarrar la superficie en pequeños pedazos. (Vásquez, 2002)

Parcheo

Una reparación o parche es la restauración de un área de pavimento duradero reemplazándola con material nuevo, esto se considera un error cuando el área parchada generalmente no sean tan duraderos como la sección inicial del pavimento. (Vásquez, 2002)

Slurry Seal

El Slurry Seal es un mortero asfáltico altamente resistente para el cuidado y mantenimiento de las superficies asfálticas, conformado por material granular (agregado), agua, cemento (filler), emulsión (CSS-1, CSS-1h, CQS-1h, de rápido curado), aditivos de acelerantes o retardantes del rompimiento y el polímero para potenciar algunas propiedades de la mezcla asfáltica, debe ser uniforme para adherirse a la superficie y sea resistente durante toda su vida útil del pavimento con una textura superficial idónea, también determinar el tipo de Slurry Seal dependiendo del estado de la vía donde se aplica el mantenimiento. (Ortiz, 2014).

Meteorización / desprendimiento de agregados

El descubrimiento del agregado en la superficie de la vía debido a la carencia de ligante asfáltico y el agregado se desprende debido a que la mezcla esa de mala o el asfalto sea de mala calidad o también causados por ciertos vehículos que dañan la vía como maquinarias sobre orugas. (Vásquez, 2002)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Existe variación entre las propiedades físicas y mecánicas del Slurry Seal con los agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco, para pavimentos flexibles, 2022.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

Existe peculiaridad en las propiedades de los agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco, mediante ensayos típicos, con Slurry Seal para pavimentos flexibles, 2022.

Se relaciona la calidad del Slurry Seal utilizando agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco, según diseño establecido, para pavimentos flexibles, 2022.

Se relaciona el tipo de Slurry Seal con los agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco, para pavimentos flexibles, 2022.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco.

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Propiedades Fisico-mecánicas de Slurry seal.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 8

OPERACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Unidad de medición
Independiente (x) Agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andres de Huánuco de Huánuco	Es material pétreo granular de origen natural o artificial, amorfo, sin volumen definido y suelen ser inertes. Según las dimensiones del agregado se pueden clasificarse gruesos y finos. En función de las dimensiones del agregado de mayor predominación. El agregado grueso o grava es material retenido por tamiz N° 4, agregado fino o arena es el material que pasa el tamiz N° 3/8 y tamiz N° 200 pasando el de 200 mm, 0.06 mm a 0.002 mm, conocido como limo y Arcilla	Son materiales granulares sólidos inertes que se emplean en los firmes de las carreteras con o sin adición de elementos activos y con granulometrías adecuadas; se utilizan para la fabricación de productos artificiales resistentes, mediante su mezcla con materiales aglomerantes de activación hidráulica (cementos, cales, etc.) o con ligantes asfálticos.	Agregados	-Granulometría -Equivalente de arena -Porcentaje de Humedad	Según NTP (Normas Técnicas Peruanas)
dependiente (Y): Propiedades Físico-mecánicas de Slurry seal.	El Slurry Seal es la mezcla asfáltica en frío que se aplica como alternativa de tratamiento superficial en capas de 3 a 10 mm, según el objetivo a conseguir y tipo de Slurry Seal y generalmente es aplicado para impermeabilizar la carpeta de	El Slurry Seal es mezcla asfáltica que se subdivide en tres tipos, de acuerdo a ello se realiza caracterización de los componentes del Slurry Seal, y de acuerdo a según los resultados se	Tipos de Slurry Seal Componentes del Slurry Seal	Tipo I Tipo II Tipo III Caracterización del agregado Caracterización del agua Caracterización de la emulsión asfáltica	Nominal Nominal Nominal % % %

rodadura y restaurar la superficie desgastada garantizando una mejor resistencia al deslizamiento, así mismo corrige los problemas de alisamiento por exudación y desintegración. (Huanca,2013)	realiza el diseño del Slurry Seal. (Huanca, 2013)	Diseño del Slurry Seal	Ensayo de Consistencia de la mezcla	%
			Ensayo de tiempo de mezcla	seg
			Ensayo de Abrasión en húmedo de la mezcla	%
			Ensayo de Rueda cargada	%
			Ensayo de Cohesión en húmedo	min

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La tipología de la investigación según el propósito es aplicada, debido a la implementación de conocimientos recopilados para la solución a una problemática real, manejo de datos y énfasis.

Así mismo, se asume un trabajo cuasi- experimental, porque es similar a los experimentos, excepto que los sujetos no se asignan al azar a la variable independiente. Estos son estudios que se utilizan cuando la asignación aleatoria no es posible o cuando se utilizan grupos naturales o preexistentes por razones prácticas o éticas. (Kirk, 1995)

El método de la investigación será cuantitativo (Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.6)) por cuanto el trabajo, es medible y busca conocer el efecto de una variable sobre otra, es decir análisis comparativo de las propiedades mecánicas y físicas del Slurry Seal elaborado con agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés para pavimentos flexibles las propiedades físico - mecánicas del Slurry Seal con agregados de canteras de Huánuco para el mantenimiento de pavimentos flexibles (Hernández, 2014)

3.1.1. ENFOQUE

El sentido de este trabajo es cuantitativo (Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.6)) por cuanto el trabajo, es medible y busca conocer el efecto de una variable sobre otra, es decir las propiedades físico - mecánicas del slurry seal con agregados de canteras de Huánuco para el mantenimiento de pavimentos flexibles (Hernández, 2014)

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El alcance de la investigación es de un nivel explicativo, se buscará las causas que originó cierto fenómeno.

Según a Hernández (2014), La indagación explicativa es más que solo la descripción de uno o más fenómenos, ya que su objetivo es dar a conocer a la causa de dicho fenómeno, explicar el por qué y en qué condiciones se produce este fenómeno. (Hernández, 2014).

3.1.3. DISEÑO

El diseño de la investigación según la metodología será del tipo cuasi experimental; porque se realizarán ensayos de laboratorio.

Según Hernández (2014), La esencia de un diseño cuasiexperimental es elegir o realizar la acción de observar sus efectos o analizar sus posibles resultados, un experimento de laboratorio que consiste en mezclar sustancias químicas y observar la reacción o el efecto resultante. En condiciones controladas, donde el grupo de estudio no se elige al azar, se denomina cuasiexperimento porque se diseñan antes del estudio. (Hernández, 2014)

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población estará compuesta por las canteras ubicadas en la zona del proyecto, hemos considerado para la muestra 2 canteras, según el cuadro adjunto:

Tabla 9

MUESTRA DE ESTUDIO

CANTERA	NUM.	UBICACIÓN
Cuenca del Río Higuera: - Cantera Chancadora San Andrés	1	Carretera central, kilómetro 3 aproximadamente del tramo: Huánuco – Tingo María, Coordenadas Geodésicas. Altitud: 09°53'09.2" Longitud: 76°12'44.4"
Cuenca del Río Huallaga: - Cantera R&M Chancadora	1	Av. Esteban Pabletich/Carretera 18A y Carretera 3N Coordenadas Geodésicas. Altitud: 09°57'28"

Longitud: 76°14'57"
Superficie: 76.61 Km

TOTAL	2
--------------	----------

Nota. Elaboración propia

3.2.2. MUESTRA

La muestra no es probabilística, es decir, se selecciona la muestra utilizando criterios subjetivos por parte del tesista, también considerando la función de la investigación que se vayan a realizar.

Se determinó la muestra por este método no probabilísticos que se caracteriza por ser un esfuerzo intencional de obtener muestras representativas.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Con el fin de lograr el objetivo de la investigación se usarán las siguientes técnicas:

- Recolección de muestras
- Ensayos de campo
- Diseño de Slurry Seal
- Análisis Laboratorio
- Observación

Instrumentos

Las siguientes herramientas de recopilación de datos se utilizarán con fines de investigación:

- Formatos para la exploración de condiciones de las superficies asfálticas el método PCI
- Fichas técnicas de ISSA A 105.

- Fichas de las especificaciones técnicas para la construcción EG 2013.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

- Se utilizó Microsoft Excel 2018 para procesar los datos adquiridos del laboratorio.
- Se utilizó Microsoft Excel 2018 en el procesamiento del resultado obtenido de las características de los componentes del Slurry Seal.
- Se usó Microsoft Excel 2018 para el procesamiento del resultado obtenido del diseño Slurry Seal.

3.3.3. CANTERA R&M CHANCADORA

Tabla 10

RECOLECCIÓN DE RESULTADO DEL ENSAYO DE AZUL METILENO DE LA CANTERA R&M CHANCADORA



EXP. AZUL DE METILENO
165-2022-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE ENSAYO

VALOR DEL AZUL DE METILENO EN LOS AGREGADOS FINOS O MINERAL DE RELLENO

SOLICITANTE	: LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE	
PROYECTO	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022"	
UBICACIÓN	: HUANUCO	
REFERENCIA	: TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III - ESPECIFICACIÓN EG-2013.	
F. INGRESO	: 11/05/2022	

DETALLE DE LA MUESTRA		
IDENTIFICACIÓN	: CANTERA R&M CHANCADORA	PRESENTACIÓN: 01 SACO DE POLIPROPILENO
DESCRIPCIÓN	: ARENA CHANCADA	CANTIDAD: 50 Kg

ENSAYO	VALOR DE AZUL DE METILENO (mg/g)
CANTERA R&M CHANCADORA	5,0

OBSERVACIONES :

1. Muestras de agregados provistas e identificadas por el peticionario.
2. Metodo de ensayo utilizado AASHTO TP 57.


 Hector Huapaya R.L.
 Coordinador de Laboratorio


 Wendy Herencia
 Jefe del Área Técnica

Nota. Laboratorio TDM Asfaltos

Tabla 11

RECOLECCIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA



EXP. EQUIVALENTE DE ARENA
165-2022-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE ENSAYO
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA
EN SUELOS Y AGREGADOS FINOS

SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE

PROYECTO : *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022*

UBICACIÓN : HUANUCO

REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.

F. INGRESO : 11/05/2022

DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA R&M CHANCADORA PRESENTACIÓN: 01 SACO DE POLIPROPILENO

DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA CANTIDAD: 50 Kg

N° DE ENSAYO	1	2	3
Hora de entrada a saturación	9:00:00	9:05:00	9:10:00
Hora de salida de saturación	9:10:00	9:15:00	9:20:00
Hora de entrada a decantación	9:13:00	9:18:00	9:23:00
Hora de salida de decantación	9:33:00	9:38:00	9:43:00
Altura máxima de material fino (pulg.)	5,6	5,9	5,9
Altura máxima de la arena (pulg.)	3,4	3,6	3,5
Equivalente de Arena (%)	61,0	62,0	60,0

Promedio Equivalente de Arena (%)	61,0
--	-------------

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados provistas e identificadas por el peticionario.
- Método de ensayo utilizado ASTM D - 2419.

Hector Huapaya
Coordinador de Laboratorio

Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Nota. Laboratorio TDM Asfaltos

Tabla 12

RECOLECCIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE ESTÁNDAR METHOD DE LA CANTERA R&M CHANCADORA

	EXP. ADHERENCIA ESTÁTICO 165-2022-LAB TDM ASFALTOS
INFORME DE ENSAYO STANDARD METHOD OF TEST FOR COATING AND STRIPPING OF BITUMEN-AGGREGATE MIXTURES	
SOLICITANTE	: LEANA TEODOSIA MARTEL JORGE
PROYECTO	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022"
UBICACIÓN	: HUANUCO
REFERENCIA	: TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III - ESPECIFICACIÓN EG-2013.
F. INGRESO	: 11/05/2022
REFERENCIAS DE LA MUESTRA	
IDENTIFICACIÓN	: CANTERA R&M CHANCADORA
DESCRIPCIÓN	: ARENA CHANCADA

Ensayo	Resultado	Especificación
Adherencia, ASTM D 1664	+95	+95

OBSERVACIONES:

1. Muestras de agregados provistas e identificadas por el peticionario.
2. Metodo de ensayo utilizado ASTM D 1664.


Hector Huapaya Ñ.
Coordinador de Laboratorio


Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Nota. Laboratorio TDM Asfaltos

3.3.4. CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

Tabla 13

RECOLECCIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE AZUL DE METILENO DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

	EXP. AZUL DE METILENO	
	166-2022-LAB TDM ASFALTOS	
INFORME DE ENSAYO		
VALOR DEL AZUL DE METILENO EN LOS AGREGADOS FINOS O MINERAL DE RELLENO		
SOLICITANTE	: LEANNA TECOGBIA MARTEL JORGE	
PROYECTO	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022"	
UBICACIÓN	: HUANUCO	
REFERENCIA	: TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III - ESPECIFICACIÓN EG-2013.	
F. INGRESO	: 11/05/2022	
DETALLE DE LA MUESTRA		
IDENTIFICACIÓN	: CANTERA SAN ANDRES	PRESENTACIÓN: 01 SACO DE POLIPROPILENO
DESCRIPCIÓN	: ARENA CHANCADA	CANTIDAD: 50 Kg

ENSAYO	VALOR DE AZUL DE METILENO (mg/g)
CANTERA SAN ANDRES	3,0

OBSERVACIONES :

1. Muestras de agregados provistas e identificadas por el peticionario.
2. Metodo de ensayo utilizado AASHTO TP 57.


Hector Huapaya R.
Coordinador de Laboratorio


Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Nota. Laboratorio TDM Asfaltos

Tabla 14

RECOLECCIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS



EXP. EQUIVALENTE DE ARENA
166-2022-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE ENSAYO
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA
EN SUELOS Y AGREGADOS FINOS

SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022"

UBICACIÓN : HUANUCO

REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.

F. INGRESO : 11/05/2022

DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA SAN ANDRES PRESENTACIÓN : 01 SACO DE POLIPROPILENO

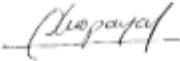
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA CANTIDAD : 50 Kg

N° DE ENSAYO	1	2	3
Hora de entrada a saturación	10:00:00	10:05:00	10:10:00
Hora de salida de saturación	10:10:00	10:15:00	10:20:00
Hora de entrada a decantación	10:13:00	10:18:00	10:23:00
Hora de salida de decantación	10:33:00	10:38:00	10:43:00
Altura máxima de material fino (pulg.)	4,7	4,6	4,7
Altura máxima de la arena (pulg.)	3,5	3,5	3,6
Equivalente de Arena (%)	74,0	76,0	77,0

Promedio Equivalente de Arena (%)	76,0
--	-------------

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados provistas e identificadas por el peticionario.
- Método de ensayo utilizado ASTM D - 2419.


Hector Huapaya
Coordinador de Laboratorio


Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Nota. Laboratorio TDM Asfaltos

Tabla 15

RECOLECCIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE ESTÁNDAR METHOD DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS



EXP. ADHERENCIA ESTÁTICO

166-2022-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE ENSAYO

STANDARD METHOD OF TEST FOR COATING AND STRIPPING OF BITUMEN-AGGREGATE MIXTURES

SOLICITANTE : LEANNA TECOOSIA MARTEL JORGE

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS RSM CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022*

UBICACIÓN : HUANUCO

REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO II - ESPECIFICACIÓN EG-2013.

F. INGRESO : 11/05/2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA SAN ANDRÉS

DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA

Ensayo	Resultado	Especificación
Adherencia, ASTM D 1664	+95	+95

OBSERVACIONES:

1. Muestras de agregados provistas e identificadas por el peticionario.
2. Metodo de ensayo utilizado ASTM D 1664.


 Hector Huapaya N.
 Coordinador de Laboratorio


 Wendy Herencia
 Jefe del Área Técnica

Nota. Laboratorio TDM Asfaltos

3.3.5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para el procesamiento y análisis de la información recolectada se usará de acuerdo a la base de información de pruebas de laboratorios, así como datos estadísticos, se evaluarán también en Ms-Excel 2018 y Ms-Office 2018. Seguirá el siguiente procesamiento de la información:

- Revisar estricta de las informaciones recopiladas.
- Cuadro de variables e hipótesis.
- Presentación de los resultados con gráficos estadísticos.
- Interpretación y análisis de los resultados con la investigación.
- Finalmente, las conclusiones y recomendaciones del estudio se presentan en forma separada por cada cantera explorada con líneas de investigación futuras sugeridas que podrían profundizar la investigación actual.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

4.1.1. TOMA DE MUESTRA DE AGREGADOS (CANTERAS)

a) Equipo, materiales

- Sacos.
- palas

b) Procedimiento

Se realiza la visita a las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés.

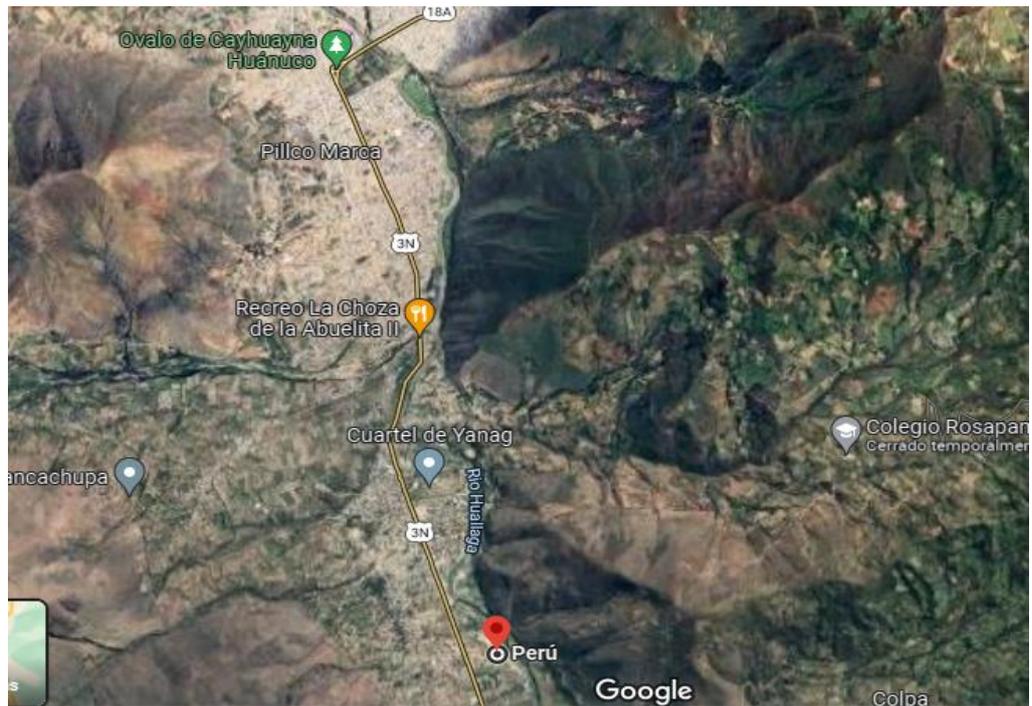
- Se identificó el material acumulado en un montículo se observó y procedió a selección una muestra específica, donde se obtiene retirando el material de las partes superior, inferior y central del montículo representando las características del conjunto.
- Con las herramientas se extrae el agregado.
 - Arena chancada 3/8" 50 Kg de cada cantera

4.1.2. DATOS DE LA CANTERA R&M CHANCADORA

- Departamento: Huánuco
- Provincia : Huánuco
- Distrito : Pillco Marca
- Localidad : Anda bamba
- Dirección : Av. Tupac Amaru 1002
- Coordenadas aproximadas:
 - Altitud: 09°57'28"
 - Longitud: 76°14'57"
 - Superficie: 76.61 Km

Figura 13

UBICACIÓN DE LA CANTERA R&M CHANCADORA



Nota. Google Maps.

Figura 14

INGRESO A LA CANTERA R&M CHANCADORA



Nota. Indicación al acceso a la cantera R&M chancadora.

Figura 15

INGRESO A LA CANTERA R&M CHANCADORA



Nota. Se aprecia el ingreso a la cantera R&M Chancadora.

4.1.3. EXTRACCIÓN DE MUESTRA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA

Figura 16

CANTERA R&M CHANCADORA



Nota. Se aprecia y verifica la maquinadora trituradora.

Figura 17

EXTRACCIÓN DE MUESTRA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA



Nota. Verificando el agregado para extraer la muestra.

4.1.4. DATOS DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

- Departamento: Huánuco
- Provincia : Huánuco
- Distrito : Amarilis
- Localidad : Esperanza
- Dirección : Carretera central, kilómetro 3 aproximadamente del tramo: Huánuco – Tingo María.
- Coordenadas aproximadas:
Altitud: 09°53'09.2"
Longitud: 76°12'44.4"

Figura 18

UBICACIÓN DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS



Nota. Google Maps.

Figura 19

INGRESO A LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS



Nota. Acceso a la cantera chancadora San Andrés.

Figura 20

ACCESO A LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS



Nota. Ingreso a la cantera Chancadora San Andrés.

Figura 21

CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS



Nota. Reconocimiento de la cantera San Andrés para extraer el material de muestra.

4.1.5. CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

Figura 22

CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS



Nota. Se aprecia la maquinaria trituradora de la canchadora San Andrés.

Figura 23

EXTRACCIÓN DE MUESTRA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS



Nota. Extracción del agregado en un costal plastificado de 50 kilos.

4.1.6. OBTENCIÓN DE MUESTRAS (MUESTREO)

Usando esta técnica, se puede obtener una muestra representativa de las canteras mencionadas de la muestra total requerida para realizar los ensayos.

a) Equipos utilizados.

- Barra metálica con longitud apropiada.
- Badilejo o cucharón metálico.

b) Muestra.

Las muestras de agregados; una vez recibidas fueron colocadas sobre un área plana horizontal para que sequen al aire. Conforme el Manual de Ensayo de Materiales del MTC p.11, también se utilizó el cuarteo de acuerdo al Método B. 37.

Figura 24

CUARTEO MANUAL DE MUESTRA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA



Nota. Se realiza el cuarteo de la muestra de la cantera R&M chancadora con el objetivo de obtener una muestra representativa del material y de un tamaño acorde a los requerimientos del ensayo que se realice.

Figura 25

CUARTEO MANUAL DE MUESTRA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS



Nota. Se realiza el cuarteo de la muestra de la cantera chancadora San Andrés con el objetivo de obtener una muestra representativa del material y de un tamaño acorde a los requerimientos del ensayo que se realice.

4.2. ENSAYOS DE CAMPO

4.2.1. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Se realizaron ensayos de acuerdo a ISSA A105 y EG 2013 utilizando arena triturada de 3/8" de cada cantera como agregado, como se presenta en la tabla 16.

Tabla 16

Ensayos realizados al agregado para el diseño de Slurry Seal

N°	Ensayos	Norma	Norma
1	Granulometría	AASHTO T 27, ASTM C 136	MTC E 204
2	Azul de metileno	-	AASHTO TP 57
3	Índice de plasticidad	-	MTC E 111
4	Adherencia Riedel Weber	-	MTC E 220
5	Equivalente de Arena	AASHTO 176, ASTM D 2419	MTC E 114
6	Pérdida en sulfatos de Na o Mg	AASHTO T 104, ASTM C 88	MTC E 209

Nota. Manual de carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, 2013.

4.2.2. GRANULOMETRÍA DE AGREGADO DE LA CANTERA R&M CHANCADORA Y CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

El ensayo se realizó de acuerdo con el estándar MTC E 204 “Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos” en el ASTM C. 136 y Manual de Ensayos de Materiales 2014 para cuantificar el tamaño de partícula de agregados gruesos y finos. material examinado y determinado para cumplir las especificaciones según ISSA A 105 y EG 2013 dependiendo del tipo de Slurry Seal a realizar. El ensayo consiste en tamizar las muestras lisada final a través de tamices estandarizados clasificados de mayor a menor apertura, y luego pesar la muestra restante en cada tamiz para calcular el porcentaje acumulado pasado y posteriormente la curva granulométrica.

a) Equipos, materiales

- Cucharon o espátula de metal.
- Balanza de precisión.
- Tamices.
- Recipientes.

b) Muestra

Separamos y reducimos las muestras dividiéndolas manualmente en cuatro partes, según las características de cada agregado que se empleara en cada ensayo.

Figura 26

MUESTRA DE LAS CANTERAS



Nota. Apreciación de las muestras de las canteras.

Se realiza el secado las muestras de agregados finos hasta pesos constantes a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. posteriormente pesar la totalidad del agregado a tamizar la cual de 997.9 g.

Figura 27

SECADO DE MUESTRA DE LAS CANTERAS



Nota. Se introduce las muestras al horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ para el secado.

c) Procedimiento

Después de que el agregado se haya secado, se selecciona los tamices de N°4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200, y los ordenamos desde arriba según la abertura de mayor a menor desde la tapa hasta abajo en la cazoleta. El volumen de la muestra se tamiza desde la parte superior y se realizó el tamizado de forma mecánicamente para obtener resultados óptimos.

Figura 28

TAMIZADO DE LAS MUESTRAS



Nota. Se realiza el tamizado mecánico.

Luego de tamizar el agregado durante un tiempo prudente pesamos la muestra que se retuvo en cada tamiz para recopilar datos.

d) Toma de datos

Tabla 17

RECOLECCIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)

MALLAS		PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	GRADACIÓN TIPO III	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.0	100	100
# 4	4.750	122.8	12.8	12.8	87.2	70	- 90
# 8	2.360	243.1	25.3	38.0	62.0	45	- 70
# 16	1.180	206.8	21.5	59.5	40.5	28	- 50
# 30	0.600	124.7	13.0	72.5	27.5	19	- 34
# 50	0.300	83.4	8.7	81.1	18.9	12	- 25
# 100	0.150	51.9	5.4	86.5	13.5	7	- 18
# 200	0.075	31.6	3.3	89.8	10.2	5	- 15
< # 200	97.9	10.2	100.0	0.0			

Nota. En la tabla se puede apreciar los datos del peso, porcentaje de material retenido, porcentaje retenido acumulado, porcentaje pasante de cada tamiz y verificar que cumpla con las especificaciones técnicas para definir el tipo de gradación.

Se aprecia en la tabla el cumplimiento del agregado que se encuentra dentro del huso granulométrico tipo III de la especificación EG-2013, como también se representa en la curva granulométrica que el agregado se encuentra dentro de los parámetros del huso granulométrico.

Tabla 18

RECOLECCIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)

MALLAS		PES O RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	GRADACIÓN TIPO III		
SERIE AMERIC ANA	ABERTU RA (mm)							
1 1/2"	37.500							
1"	25.000							
3/4"	19.000							
1/2"	12.500							
3/8"	9.500				100.0	100		100
# 4	4.750	155.3	15.6	15.6	84.4	70	-	90
# 8	2.360	209.8	21.0	36.6	63.4	45	-	70
# 16	1.180	205.9	20.6	57.2	42.8	28	-	50
# 30	0.600	108.9	10.9	68.1	31.9	19	-	34
# 50	0.300	102.9	10.3	78.4	21.6	12	-	25
# 100	0.150	69.1	6.9	85.4	14.6	7	-	18
# 200	0.075	57.9	5.8	91.2	8.8	5	-	15
< # 200	97.9	88.1	8.8	100.0	0.0			

Nota. En la tabla se puede apreciar datos recopilados del peso, porcentaje de material retenido, porcentaje retenido acumulado, porcentaje pasante de cada tamiz y verificar que cumpla con las especificaciones técnicas para definir el tipo de gradación.

La cantera chancadora San Andrés, en el ensayo de granulometría cumple con el uso de la especificación EG-2013 para ser empleado en el tratamiento de Slurry Seal. En el gráfico de la curva granulométrica se puede visualizar que la granulometría del agregado de la cantera San Andrés está pegado a la parte superior del huso granulométrico.

4.2.3. ENSAYO DE DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO O MAGNESIO

El procedimiento fue realizado según la ASTM C 88 y MTC E 209 “Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio” para calcular la resistencia a la desintegración a causa de la saturación de magnesio o sulfato de sodio, observar la calidad de los agregados sometidos a la reacción de los agentes atmosféricos durante su vida útil.

a) Equipos, materiales y reactivos

- Tamices.
- Horno.
- Solución de Sulfato o Magnesio.

b) Muestra

El peso de la muestra es tal que posterior al tamizada quedan retenidas cantidades en cada tamiz de diferentes tamaños (el peso retenido será menor al 5% de la muestra tamizada).

c) Procedimiento

Los agregados gruesos se lavaron a fondo y se secaron a 105 °C a 110 °C hasta un peso constante y se dividieron en varios tamaños como se indica en la tabla anterior.

Figura 29

LAVADO Y SECADO DE LAS MUESTRAS



Nota. Se puede apreciar el lavado de la muestra para que posteriormente este se lleve al horno para el secado a una temperatura 105 °C a 110 °C.

Colocar la muestra en una solución de sulfato de magnesio durante 16 horas como mínimo y máximo 18 horas, cubriendo la muestra por la solución a una profundidad de por lo menos 1,5 cm.

Luego se seca en un horno a 105 a 110 °C a razón de 25 g por hora, un remojo y secado se considera como ciclo de durabilidad, se desarrolla los ciclos requeridos con el objetivo de alcanzar el peso constante el último par de ciclos.

4.2.4. ENSAYO DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Se realiza este ensayo cumplimiento con las especificaciones de la EG 2013 conjuntamente con el Manual de Ensayos de Materiales 2014 y el MTC E 211 “Determinación del límite plástico (L.P) de los suelos e índice de plasticidad (IP)” si el agregado proviene de una fuente de fragmentación de roca, esta prueba no es necesaria, por lo tanto, ya no se realiza.

4.2.5. ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA

Este ensayo se desarrolla con la intención de mostrar la cantidad de material arcilloso y polvo que pasa el tamiz N°4 (4,75mm). Según ISSA A 105 y/o la EG 2013 se calcular el porcentaje de equivalente de arena verificando si estas cumplen. Esta prueba se realiza de acuerdo a los procedimientos y exigencias del MTC E 114 según el Manual de Ensayos de Materiales 2014

a) Equipos, materiales y reactivos

- Probeta cilíndrica graduado, plástico y transparente con tapón.
- Agitador mecánico
- Tamiz N°4 (4,75mm)
- Envase de medición
- Varilla con lastre.
- Embudo

- Reloj

Figura 30

EQUIPOS Y MATERIAS PARA REALIZAR EL ENSAYO



Nota. Se aprecia el galón de que contiene cloruro de calcio (CaCl_2) conocida como solución stock y probeta cilíndrica graduado, plástico transparente con tapón.

b) Muestra

Se toman 1 muestra de cada cantera de 150 gramos material pasante el tamiz N° 4.

Figura 31

MUESTRA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS QUE PASO EL TAMIZ N° 4



Nota. Se utiliza material pasante del tamiz N° 4, 150 gramos para realizar el ensayo de equivalente de arena.

c) Procedimiento

Usando el recipiente de medición, se tomó dos de estas mediciones de la muestra y después de cada medición luego la parte inferior de la medición golpeándola cuatro veces sobre una mesa, para conseguir una medida solida a nivel o levemente redondeado del extremo.

Figura 32

RECIPIENTE CON LA MEDIDA CON LA MUESTRA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS



Nota. Se vierte el material en un molde cilíndrica para nivelar levemente redondeado del extremo para ser vertido en la probeta cilíndrica graduado, plástico transparente.

Posteriormente se vierte en un tubo de ensayo, luego se colocó el sifón de una botella de 3.8 lt. (1.0 gal) que contenía cloruro de calcio (CaCl_2) conocida como solución stock que se vierte en la probeta hasta de $101.6 + 2.54$ mm según escala de la probeta, ejercer varios golpes con la palma de la mano en la parte inferior del cilindro graduado para liberar el aire y lograr una humectación completa, luego dejar reposar el material durante 10 minutos.

Figura 33

MUESTRA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS Y SOLUCIÓN STOCK QUE REPOSARA 10 ± 1 MIN



Nota. Se aprecia las probetas cilíndricas graduadas con la muestra y la solución stock.

Después del período de reposo, el tubo se tapó y agitó mecánicamente de izquierda a derecha en posición horizontal durante 45 ± 1 segundos.

Figura 34

PROBETA CON TAPÓN



Nota. Se procede a colocar el tapón en la probeta transparente para ser insertado en la máquina agitadora mecánica de izquierda a derecha horizontalmente.

Figura 35

PROBETA CON TAPÓN EN EL AGITADOR MECÁNICO



Nota. Colocación de la probeta en la maquina agitadora.

Luego, vierta lentamente la solución stock con el tubo irrigador, sin derramar el líquido y dejarlo reposar durante 20 minutos en posición vertical.

Figura 36

LLENADO CON SOLUCIÓN STOCK



Nota. Se vierte la solución de stock en la probeta posteriormente al extraer de la maquina agitadora.

Al culminar el tiempo de asentamiento que es 20 minutos, se verifica y registra el nivel superior de las suspensiones de arcilla, se baja el aparato “pie de contrapeso” introducir en la

probeta hasta que descansa encima de la arena para anotar la lectura de arena.

Figura 37

Cantera chancadora San Andrés



Nota. Posteriormente se reposa 20 minutos, se verifica y registra el nivel superior de las suspensiones de arcilla, se baja el aparato "pie de contrapeso".

Figura 38

CANTERA R&M CHANCADORA



Nota. Reposo con la solución de stock de la cantera R&M chancadora.

4.2.6. ENSAYO DE AZUL DE METILENO

La prueba fue realizada según los criterios de ISSA TB 145 y AASHTO TP 57 y su propósito principal es caracterizar completamente la fracción arcillosa del suelo, los resultados de la prueba dependerán directamente de la cantidad y mineralogía de la fracción arcillosa.

a) Equipos y materiales

- Recipiente de 500 ml
- Balanza electrónica
- Bureta de vidrio
- Agitador mecánico
- Cronometro
- Papel Whatman 40
- Tamiz ½" (12,5 mm), 3/8" (9.5 mm), #4, #40, #200
- Barra solida de vidrio de 20 cm

b) Muestra

- Dependiendo al tipo de Slurry Seal a desarrollar se toman una muestra de cada cantera de 1 gramo, pasante del tamiz N° 200 y verificando que cumpla las especificaciones y criterios según ISSA A 105 y/o la EG 2013,

Figura 39

MUESTRA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS Y R&M CHANCADORA



Nota. Muestras de material pasante el tamiz N° 200.

- En un matraz volumétrico, preparar la solución compuesta por 1 g del reactivo en azul de metileno, disuelto con 1000 g. de agua destilada, de modo que la proporción del azul de metileno en el agua destilada sea una milésima parte.

Figura 40

MUESTRA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA



Nota. Se pesa 1 gramo de muestra pasante el tamiz N° 200

c) Procedimiento

- Se llenó una bureta graduada con azul de metileno con agua destilada y partículas finas del agregado se procedió a teñir con azul de metileno en alícuotas de 1 ml a temperatura ambiente sin dejar de agitar la suspensión.

Figura 41

BURETA GRADUADA CON EL AZUL DE METILENO



Nota. Se aprecia la bureta graduada con azul.

- Se añadió 1 g de material pasante al tamiz N° 200, en el cual

se agregó 30 g de agua destilada, se inicia con el mezclado de la muestra en el agitador magnético a una velocidad de 400 RPM, manteniendo la agitación.

Figura 42

SE LE AGREGO 30 GRAMOS DE LA MUESTRA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA



Nota. Se aprecia en el recipiente de vidrio con 1 gramo de muestra y se vierte 30 gramos de agua destilada.

Figura 43

MEZCLA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS



Nota. Se introduce una pastilla magnética.

Figura 44

MEZCLA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA



Nota. Posteriormente se agita magnéticamente a una velocidad de 400 RPM.

- Posteriormente se agregó 1 ml de la solución de azul de metileno y se soltó en el agitador magnético por cada minuto, luego extraemos una gota con la varilla y se colocó sobre el papel Whatman 40, se repite el proceso de la dosis fina, añadiendo el azul de metileno tantas veces sea necesario y hasta que aparezca en una nueva mancha el halo azul y se vuelve a verificar su permanencia durante 5 minutos.

Figura 45

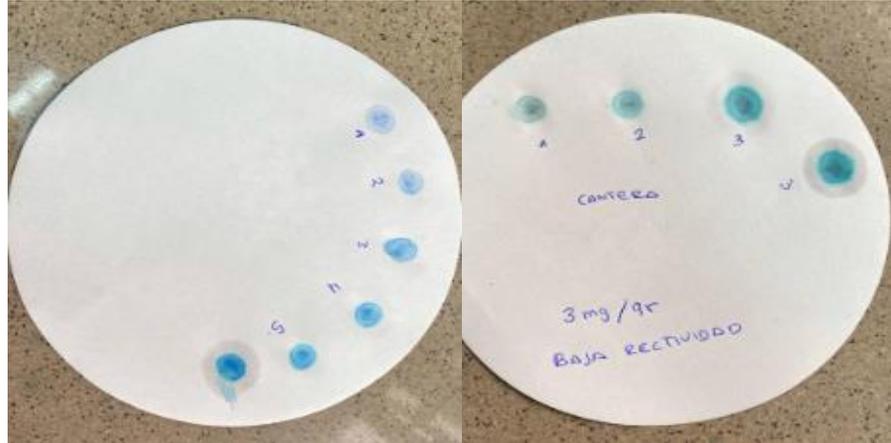
SUCCIÓN DE UNA GOTTA CON UNA VARILLA DE VIDRIO DE LA CANTERA R&M CHANCADORA



Nota. Se agregó 1 ml de la solución de azul de metileno y se soltó en el agitador magnético por cada minuto.

Figura 46

CANTERA R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS



Nota. Luego se extrae una gota con la varilla y se colocó sobre el papel Whatman 40.

4.3. DISEÑO DE SLURRY SEAL

El Slurry Seal fue diseñado según los parámetros de ISSAA 105, que incluye los ensayos de tabla 19.

Tabla 19

PRUEBAS PARA EL DISEÑO DEL SLURRY SEAL

N°	Ensayos	ISSA A 105 Nor ma
1	Consistencia del Slurry Seal	ISSA TB 106
2	Tiempo de mezcla	ISSA TB 113
3	Pérdida de abrasión en húmedo WTAT, remojar 1 hora	ISSATB 114
4	Exceso de asfalto por LWT Adhesión de Arena	ISSA TB 109
5	Exceso de asfalto por LWT Adhesión de Arena	ISSA TB 109
6	Cohesión en húmedo 30 minutos mínimo – Rotura decohesión en húmedo 60 minutos mínimo.	ISSA TB 139

Nota. Ensayos para diseño del Slurry Seal (ISSA, 2010) (7)

Se realizó el diseño de Slurry Seal en el laboratorio de TDM Asfaltos que son especialistas en la producción, asesoría técnica y todo relacionado con el pavimento que se encuentra ubicado en Industrial Las Praderas de Lurín Mz. A Lote 12 Zona, Lurín, Lima, Perú.

4.3.1. ENSAYO DE CONSISTENCIA

El ensayo de consistencia (ISSA TB 106) para determinar la variación del contenido de humedad del diseño óptimo y producir una mezcla del Slurry Seal estable y viable en lugar de

instalación.

a) Equipos, materiales

- Agua destilada
- Hoja graduada
- Recipiente
- Tamiz N° 40
- Balanza
- Superficie de rodadura
- Cono de Kansas

b) Muestra

Se toman 400 gramos de agregado de cada cantera para mezclar el agregado y cantidad de emulsión asfáltica óptimo y seguir cambiando gradualmente el contenido de agua máximo de $\pm 2 \%$.

c) Procedimiento

Se mezcló 400 g de agregado con la emulsión asfáltica óptima por el método de Diurez con referencia al peso del agregado e ir variando el contenido de agua al 8 %, 10 % y 12 % respectivamente.

Figura 47

COMBINACIÓN DEL AGREGADO, EMULSIÓN Y AGUA



Nota. Se mezcla 400 g de agregado con la emulsión asfáltica.

Cada formulación inicial se mezcló durante 30 segundos y luego la mezcla se vertió en el cono Kansas (Conos usados para densidad de agregados finos y gravedad específica)

Figura 48

SE VIERTE LA MEZCLA DENTRO DEL CONO



Nota. Se vierte la mezcla en el cono Kansas para determinar la densidad.

Se colocó el cono sobre una superficie metálica de acero inoxidable en forma de círculos concéntricos con intervalos de 1 cm se mide la distancia recorrida por la lechada de asfalto en un círculo. El deslizamiento de la mezcla calculado con los cuatro puntos sobre la escala o el diámetro medio. Este dato se llama flujo.

Figura 49

SE VIERTE LA MEZCLA DENTRO DEL CONO



Nota. Se extrae el cono sobre una superficie metálica de acero inoxidable en forma de

círculos concéntricos con intervalos de 1 cm.

Se dan lecturas de flujo radial para cada diseño preliminar, y el valor de flujo promedio se considera óptimo y no debe ser inferior a 2 cm ni superior a 3 cm.

Figura 50

FLUJO RADIAL DE LA CANTERA R&M CHANCADORA



Nota. Se procede a dar lectura al flujo radial para cada diseño preliminar.

Figura 51

FLUJO RADIAL DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS



Nota. Se procede a dar lectura al flujo radial para cada diseño preliminar.

4.3.2. ENSAYO TIEMPO DE MEZCLA

Se desarrolló el ensayo según el procedimiento puntualizado según norma (ISSA TB 11), El tiempo prudente para mezclar la lechada asfáltica se calcula mediante una prueba de mezcla, que mide el tiempo necesario para rompa. El rompimiento de la emulsión es en separar las partículas de asfalto suspendidas en agua. Se determina el rompimiento visualmente.

a) Equipos, materiales

- Cuchara,
- Recipiente
- Balanza
- Agua
- Emulsión asfáltica
- Cemento

b) Muestra

- Se tomo 200 gramos de agregado de cada cantera para la combinación con cemento agua y asfalto.

c) Procedimiento

- Se mezclo 200 g de agregado con agua durante 20 segundos, cerciorándonos una combinación uniforme.
- Agregar la emulsión y se mezclar enérgicamente hasta sea homogénea durante 30 segundos.

Figura 52

PROCESO DEL SE MEZCLADO POR 20 SEGUNDOS



Nota. Se mezcló 200 g de agregado con agua y emulsión asfáltica.

- Se tomó una muestra de cada cantera y se añadieron tres muestras que contenían premezclas con un contenido de humedad óptimo con diferentes cantidades de polímeros y aditivos para mejorar la procesabilidad, que finalizará cuando ya no se pueda procesar.

Figura 53

MEZCLA NO TRABAJABLE



Nota. La finalización del ensayo es cuando ya no se pueda procesar.

4.3.3. ENSAYO DE ABRASIÓN EN HÚMEDO

El procedimiento fue realizado de según ISSA - TB 100 para medir la resistencia al desgaste de los sellos en condiciones húmedas, simulando así una superficie asfáltica empapada de

agua expuesta al tráfico vehicular y determinando la resistencia al desgaste.

a) Equipos, materiales

- Cuchara,
- Recipiente
- Balanza
- Anillo
- Varilla metálica
- Horno
- Placa metálica

b) Muestra

- Se tomo 3000 gramos de agregado que pasa el tamiz N° 4 de cada cantera para 3 muestras y la combinación con cemento agua y asfaltó.

Figura 54

MUESTRA PARA EL ENSAYO DE ABRASIÓN



Nota. Se peso 1000 gramos de agregado que pasa el tamiz N° 4 para realizar el ensayo.

c) Procedimiento

- De cada cantera se prepararon tres muestras de árido de 1000 g

mezcla que se realizara con cantidades distintas de asfalto ($\pm 3\%$ y $\pm 1,5\%$ de contenido inicial) y la misma cantidad de líquido en todos los casos (% agua más % emulsión), lo que significa luego cambiando la cantidad de emulsión, y el agua debe ajustarse para permanecer constante el porcentaje de líquido. Se comprobó que la mezcla tuviera la misma consistencia (ISSA TB 106).

Figura 55

A LA MUESTRA SE LE AÑADE CEMENTO Y AGUA



Nota. Se procede a añadir a la muestra de 1000 gramos cemento y agua.

Figura 56

MUESTRA QUE AÑADE EMULSIÓN ASFÁLTICA



Nota. Posteriormente se le vierte la emulsión asfáltica.

- Se realizo tres mezclas de cada cantera con emulsión, cemento y agua con el 10%, 12% y 14%, se mezcló con el porcentaje del cemento Tipo I por 1 minuto, luego se agregó una cantidad

calculada de agua luego se realiza el mezclado hasta que las moléculas de los agregados se humedecieron en su totalidad, y por último se agregó una medida predeterminada de emulsión asfáltica a cada muestra y se mezcló. durante 1 minuto, mezcle antes de 3 minutos, luego vierta inmediatamente la mezcla en cada molde y use una varilla de metal para nivelar la muestra a la altura del anillo.

Figura 57

SE PONE LA MEZCLA EN CADA MOLDE Y SE NIVELA CON VARILLA METÁLICA



Nota. Se vierte las mezclas en moldes circular con base metálica se nivela levemente y se deja reposar por 1 minuto.

- Después de 1 minuto posteriormente se extrae los anillos y las muestras se colocaron en el horno para curar a 60 °C durante al menos 15 h.

Figura 58

SE EXTRAE LOS ANILLOS Y SE DEJAN LAS MUESTRAS LISTAS PARA EL HORNO



Nota. Se extrae el molde circular después de reposar por 1 minuto.

Figura 59

MUESTRAS EN EL HORNO



Nota. Se introduce las muestras en el horno a una temperatura de 60 °C durante 15 horas.

- Luego, cada muestra debe sumergirse en agua durante 60 minutos a una temperatura de 25 °C durante 1 hora.

Figura 60

LAS MUESTRAS SUMERGIDO EN AGUA



Nota. Se sumerge las muestras en agua a una temperatura de 25 °C durante 1 hora.

- Se ubica cada espécimen en el equipo de abrasión se agrega

agua hasta cubrir con 6 mm el espécimen y aplicar abrasión durante 315 ± 5 segundos con un tubo de goma que pasa sobre la muestra.

Figura 61

COLOCA CADA ESPÉCIMEN EN EL EQUIPO DE ABRASIÓN



Nota. Se coloca cada muestra en el equipo de abrasión cubierto de agua durante 315 ± 5 segundos.

Figura 62

SE AÑADE AGUA HASTA APENAS CUBRIR



Nota: El tubo de goma pasa sobre la muestra constantemente durante 315 ± 5 segundos.

- Después de que el espécimen se retiró del equipo de abrasión se procede a lavar con mucho cuidado para eliminar cualquier partícula desprendida previniendo que se desprendan más.

- Luego el espécimen tiene que secarse en un horno a 60° a peso constante significa pesar el prototipo en progresivas de 15 min. hasta obtener el peso entre mediciones sea constante con la variación del 0,1% máximo.

Figura 63

MUESTRA DE LOS 6 ENSAYOS



Nota. Finalización con las 6 muestras posteriormente a la realización del ensayo de abrasión en húmedo y se puede apreciar la variación del desgaste.

- Finalmente debe pesarse, la pérdida de peso se expresa según la cantidad y área perdidos es decir gramos por metro cuadrado o gramos totales perdidos.

Figura 64

LOS 6 ENSAYOS FINALIZADOS



Nota. Finalmente se pesa las muestras para determinar los resultados.

4.3.4. ENSAYO DE RUEDA CARGADA

Este método de prueba ha sido desarrollado de acuerdo con ISSA

TB 109 para el diseño de mezclas selladas para medir la cantidad de fuga de betún en condiciones de tráfico pesado.

Equipos, materiales

- Recipiente
- Balanza
- Anillo
- Varilla metálica
- Horno
- Placa metálica
- molde

a) Muestra

- Se pesó 900 gramos de agregado de cada cantera para 3 muestras de 300 gramos.

b) Procedimiento

- De cada cantera se prepararon tres muestras de árido de 1000 g mezcla que se realizara con cantidades distintas de asfalto ($\pm 3\%$ y $\pm 1,5\%$ de contenido inicial) y la misma cantidad de líquido en todos los casos (% agua más % emulsión), lo que significa luego cambiando la cantidad de emulsión, y el agua debe ajustarse para permanecer constante el porcentaje de líquido. Se comprobó que la mezcla tuviera la misma consistencia (ISSA TB 106).

Figura 65

MUESTRA PARA EL ENSAYO DE RUEDA CARGADA



Nota. Se pesa 300 gramos de muestra.

- Se realizo tres mezclas de 300 gramos de cada cantera con emulsión, cemento y agua con el 10%, 12% y 14%, se mezcló durante 45 segundos luego se seleccionó el espesor del molde es de 1 cm, se vierte la mezcla asfáltica en los moldes por 1 minuto y se procede a desmoldar la muestra luego todos los especímenes se llevan al horno por 15 horas a 60 °C a realizando el proceso del curado y finalmente se deja enfriar a temperatura ambiente.

Figura 66

TRES MEZCLAS DE 300 GRAMOS Y SE VIERTE LA MUESTRA EN EL MOLDE



Nota. Las tres muestras de 300 gramos de cada cantera con emulsión, cemento y agua con el 10%, 12% ,14% y se vierte sobre los moldes sobre una base metálica.

Figura 67

SE EXTRA EL EXCESO Y SE RETIRA EL MOLDE



Nota. Se nivela levemente y se extrae el molde.

Figura 68

EN EL HORNO DURANTE 15 HORAS A 60 °C



Nota. Se introduce las muestras en el horno por 15 horas a 60 °C a realizando el proceso del curado y finalmente se deja enfriar a temperatura ambiente.

- Se coloca el espécimen en el equipo de rueda carga de 56,7 kg se aplica 1000 ciclos. Transcurso de la prueba se incorpora agua al espécimen para prevenir que el neumático de caucho desprenda el agregado, al culminar los 1000 series, el espécimen se lava con especial cuidado quitando las partículas que se desprendieron y evitando se desprendan más.

Figura 69

DESPUÉS DE 15 HORAS A 60°C EN EL HORNO



Nota. Se prepara las muestras para colocar en el equipo de rueda carga de 56,7 kg y se aplicara 1000 ciclos a cada espécimen.

Figura 70

COLOCACIÓN DE LA MUESTRA EN EL EQUIPO DE RUEDA



Nota. En el equipo de rueda cargada se le aplica una carga de 56,7 kg por 1000 ciclos.

- A continuación, el espécimen debe secarse en un horno a 60° y pesar el espécimen cada 15 minutos es decir a masa constante hasta que el peso entre mediciones sea constante con una variación de 0,1% máximo.
- A continuación, el espécimen se colocar en la máquina de rueda carga y aplicar un peso de 56,7 kg al neumático con la adición de

100 g de arena de Ottawa durante 100 ciclos.

Figura 71

SOBRE EL ESPÉCIMEN SE LE ADICIONA 100 GRAMOS DE ARENA OTTAWA



Nota. En la máquina de rueda carga al neumático se le adiciona 100 gramos de arena de Ottawa durante 100 ciclos.

Figura 72

SE LIMPIA CON AYUDA DE UNA BROCHA LOS GRAMOS DE ARENA OTTAWA



Nota. Se extrae el espécimen de la máquina de rueda de carga para proceder con la limpieza de la arena Ottawa.

- Al final del proceso se debe desmontar el espécimen, retirar el exceso de arena que se adhirió en la pista de desgaste, y pesar

nuevamente el espécimen (este peso registrado será peso final); este peso es utilizado para calcular la exudación.

Figura 73

ENSAYOS CULMINADOS



Nota. Para culminar se observa los 3 especímenes de cada cantera para visualizar el desgaste realizado por la rueda de carga.

- Para calcular la variación entre el peso inicial y final, también es necesario medir el largo y 3 veces el ancho, porque la fuga de betún se puede ver en las marcas dejadas por la arena añadida.

Figura 74

PESOS POSTERIORES AL ENSAYO



Nota. Finalmente se realiza el pesado final de los especímenes para determinar los resultados.

4.3.5. ENSAYO DE COHESIÓN

Se realizó el ensayo de acuerdo a ISSA TB 139 /ASTM D 3910, y en base a esto se clasificaron los sistemas de micro

pavimentos según el tiempo de curado y habilitación del tráfico. Este ensayo de cohesión es en representación de la torsión de un neumático vehicular, mide la fuerza necesaria para romper una muestra de aleación con un espesor de 6-8 mm y un diámetro de 600 mm bajo presión de un brazo neumático con un cobertor de goma de 32 mm de espesor a 200kPa de presión. Se toman los resultados del torque que realizan a intervalos de tiempo de 20 min, 30 min, 60 min, 90 min, 150 min, 210 min y 270 minutos.

a) Equipos, materiales

- Cohesiómetro
- Moldes metálicos
- Pie de goma cilíndrica de diámetro de 25.4 ± 0.5 mm
- Papel de lija
- Bandejas
- Placa metálica

b) Muestra

- Se tomó 500 gramos del agregado pasante del tamiz N°4 de cada cantera para el Slurry Seal de tipo II y tipo III.

c) Procedimiento

- Se colocan los cuatro moldes con forma de anillos sobre una plancha de metal que actúa como fondo mientras se vierte la mezcla sobre los moldes. Se debe tener cuidado para producir especímenes uniformes con superficies paralelas en el plano horizontal.

Figura 75

COLOCACIÓN DE ANILLOS SOBRE PLACA METÁLICA



Nota. Se coloca los 4 moldes circulares en forma de anillo de 10 mm sobre una base metálica.

- Una vez preparado la mezcla para el ensayo, inmediatamente se vierte a los moldes (anillos 10 mm para tipo III y 6 mm para tipo II) que son 4 moldes de cada cantera.

Figura 76

SE VIERTE LA DE MEZCLA EN LOS ANILLOS



Nota. Se vierte la mezcla del agregado pasante el tamiz del tamiz N°4 con cemento, agua y asfalto.

- La mezcla se dejó endurecer en el molde a temperatura ambiente, luego coloco la probeta de ensayo bajo el pie de goma del pistón de carga.

Figura 77

SECADO A TEMPERATURA AMBIENTE



Nota. Se deja reposar las muestras a temperatura ambiente por 3 horas.

- La carga es aplicada por un pistón neumático con una fuerza de 200 kPa, se considera similar a un neumático vehicular mediano. Después de 5 segundos a 6 segundos de compresión, el émbolo desciende hasta que las patas de goma tocan la superficie del espécimen a una velocidad de 8 a 10 centímetros por segundo. El torsiómetro se encera y se coloca sobre el cilindro de compresión neumática.
- El torsiómetro gira levemente, pero con firmeza en un movimiento horizontal a en ángulos de 90° a 120° en 0,7 en el tiempo de 1,0 segundos.

Figura 78

APLICACIÓN LA CARGA A TRAVÉS DEL PISTÓN NEUMÁTICO



Nota. Se procede a introducir la primera muestra a 15 minutos aplicando un pistón neumático con una fuerza de 200 kPa con firmeza en un movimiento horizontal a en

ángulos de 90° a 120° en 0,7 en el tiempo de 1,0 segundos.

- Los resultados del torque de la cantera R& M chancadora en intervalos de tiempo de 15 min, 25 min, 31 min, 31 min y de la
- cantera chancadora San Andrés a 18min, 27 min, 29min y 30 minutos después de la mezcla.

Figura 79

FINALIZACIÓN DE ENSAYOS



Nota. La finalización del ensayo es cuando el tiempo máximo para obtener un par de resultados constantes en cuando a la pata de goma se desliza sobre la superficie sin aflojar o extraer partículas de agregado.

- Calcular el tiempo máximo para obtener un par de resultados constantes en cuando a la pata de goma se desliza sobre la superficie del espécimen sin aflojar o extraer partículas de agregado se define de esta forma como el tiempo de fraguado de la emulsión asfáltica. Se toma lecturas de torsión a lo largo del tiempo, levantar las patas cilíndricas de goma y limpiarlas.

4.4. ANÁLISIS LABORATORIO

Para la obtencion de los resultado se realizo la caracterizacion de los agregados de acuerdo a lo que indica en la especificacion EG, 2013. Cuyo resultado se muestra a continuacion como el analisis granulometrico, equivalente de arena y azul de metileno.

4.4.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CANTERA R&M CHANCADORA

Tabla 20

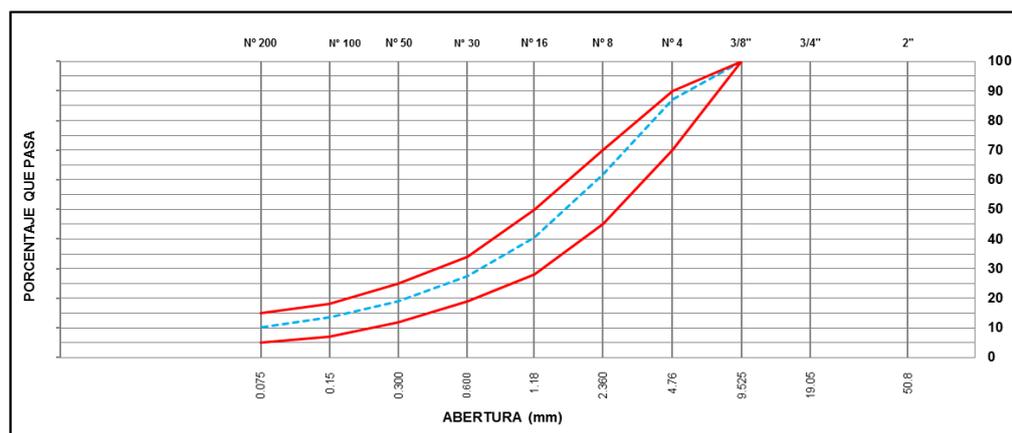
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO CANTERA R&M CHANCADORA

MALLAS		PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	GRADACIÓN TIPO III	
SERIE AMERICAN A	ABERTURA (mm)						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.0	100	100
# 4	4.750	122.8	12.8	12.8	87.2	70	- 90
# 8	2.360	243.1	25.3	38.0	62.0	45	- 70
# 16	1.180	206.8	21.5	59.5	40.5	28	- 50
# 30	0.600	124.7	13.0	72.5	27.5	19	- 34
# 50	0.300	83.4	8.7	81.1	18.9	12	- 25
# 100	0.150	51.9	5.4	86.5	13.5	7	- 18
# 200	0.075	31.6	3.3	89.8	10.2	5	- 15
< # 200	97.9	10.2	100.0	0.0			

Nota. Se aprecia los datos de material retenido, retenido acumulado, material pasante de cada tamiz y verificar que cumpla con las especificaciones técnicas para definir el tipo de gradación.

Figura 80

CURVA GRANULOMÉTRICA CANTERA R&M CHANCADORA



Nota. Se aprecia en la imagen en el eje vertical el diámetro de los tamices y horizontal porcentaje de material que pasa cuya intersección de dichos datos generan la curva granulométrica de la cantera R&M Chancadora.

Se aprecia en la tabla el cumplimiento del agregado que se encuentra dentro del huso granulométrico tipo III de la especificación EG, 2013, como también se representa en la curva granulométrica que el

agregado se encuentra dentro de los parámetros del huso granulométrico.

CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

Tabla 21

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

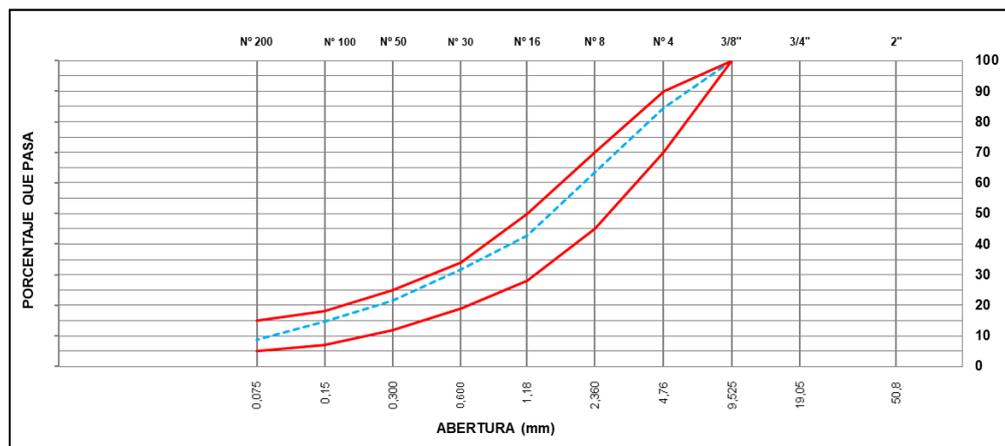
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)

MALLAS		PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	GRADACIÓN TIPO III	
SERIE AMERICAN A	ABERTURA (mm)						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.0	100	100
# 4	4.750	155.3	15.6	15.6	84.4	70	- 90
# 8	2.360	209.8	21.0	36.6	63.4	45	- 70
# 16	1.180	205.9	20.6	57.2	42.8	28	- 50
# 30	0.600	108.9	10.9	68.1	31.9	19	- 34
# 50	0.300	102.9	10.3	78.4	21.6	12	- 25
# 100	0.150	69.1	6.9	85.4	14.6	7	- 18
# 200	0.075	57.9	5.8	91.2	8.8	5	- 15
< # 200	97.9	88.1	8.8	100.0	0.0		

Nota. Se aprecia los datos de material retenido, retenido acumulado, material pasante de cada tamiz y verificar que cumpla con las especificaciones técnicas para definir el tipo de gradación.

Figura 81

CURVA GRANULOMÉTRICA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS



Nota. Se aprecia en la imagen en el eje vertical el diámetro de los tamices y horizontal porcentaje de material que pasa cuya intersección de dichos datos generan la curva granulométrica de la cantera Chancadora San Andrés.

La cantera chancadora San Andrés, en el ensayo de granulometría cumple con el uso de la especificación EG, 2013 para ser empleado en el tratamiento de Slurry Seal. En el gráfico de la curva granulométrica se puede visualizar que la granulometría del agregado de la cantera San Andrés está pegado a la parte superior del huso granulométrico.

4.4.2. ANÁLISIS DE EQUIVALENTE DE ARENA

CANTERA R&M CHANCADORA

Tabla 22

EQUIVALENTE DE ARENA DE LA CANTERA R&M CHANCADORA

N° DE ENSAYO	1	2	3
Hora de entrada a saturación	09:00:00	09:05:00	09:10:00
Hora de salida de saturación	09:10:00	09:15:00	09:20:00
Hora de entrada a decantación	09:13:00	09:18:00	09:23:00
Hora de salida de decantación	09:33:00	09:38:00	09:43:00
Altura máxima de material fino (pulg.)	5.6	5.9	5.9
Altura máxima de la arena (pulg.)	3.4	3.6	3.5
Equivalente de arena (%)	61.0	62.0	60.0
Promedio Equivalente de Arena (%)		61.0	

Nota. Se aprecia los datos recopilados de los 3 ensayos de equivalente de arena y se verifica el promedio de equivalente de arena que cumple con la especificación técnica de la Cantera R&M Chancadora.

Este ensayo de Equivalente de arena se elaboró según Manual de Ensayos de Materiales (MTC E-114). El valor obtenido en el ensayo fue de 61% superior al valor mínimo de 40% que exige la especificación EG-2013 para el tratamiento de Slurry Seal.

CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

Tabla 23

EQUIVALENTE DE ARENA DE LA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

N° DE ENSAYO	1	2	3
Hora de entrada a saturación	10:00:00	10:05:00	10:10:00
Hora de salida de saturación	10:10:00	10:15:00	10:20:00
Hora de entrada a decantación	10:13:00	10:18:00	10:23:00
Hora de salida de decantación	10:33:00	10:38:00	10:43:00
Altura máxima de material fino (pulg.)	4.7	4.6	4.7
Altura máxima de la arena (pulg.)	3.5	3.5	3.6

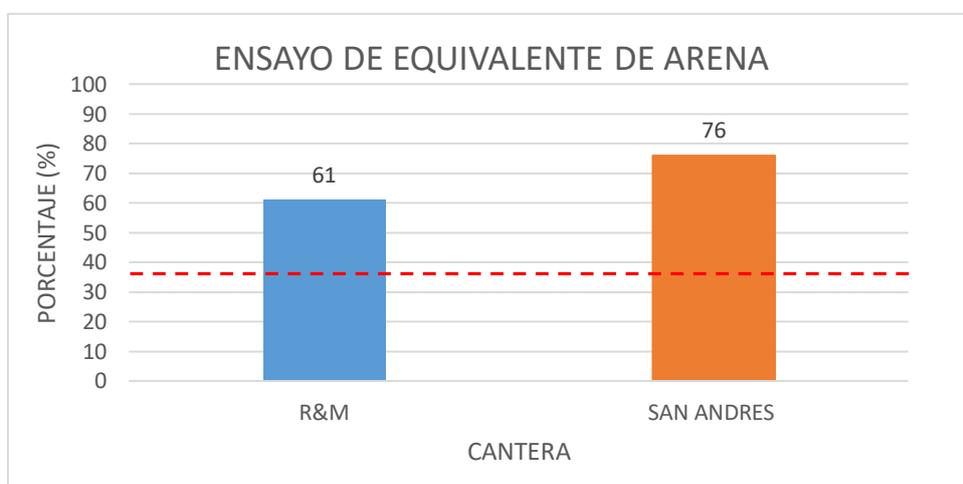
Equivalente de arena (%)	74.0	76.0	77.0
Promedio Equivalente de Arena (%)	76.0		

Nota. Se aprecia los datos recopilados de los tres ensayos de equivalente de arena y se verifica el promedio de equivalente de arena que cumple con la especificación técnica de la cantera Chancadora San Andrés.

Se aprecia en la tabla 23 el valor obtenido del ensayo de equivalente de arena fue 76% superior al valor mínimo de 40% que exige la especificación EG, 2013 para el tratamiento de Slurry Seal.

Figura 82

COMPARACIÓN DE ENSAYO EQUIVALENTE ENTRE LA CANTERA R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS



Nota. Se aprecia la variación en el ensayo de equivalente de arena el valor obtenido de la cantera R&M chancadora fue de 61% y chancadora San Andrés fue 76% ambos ensayos superiores al valor mínimo de 40% que exige la especificación EG, 2013.

4.4.3. ANÁLISIS DEL AZUL DE METILENO

CANTERA R&M CHANCADORA

Este ensayo de azul de Metileno se desarrolló según el manual AASTHO TP 57, donde el valor de Azul de metileno que se obtiene para el agregado de la cantera R&M Chancadora es de 5 mg/g, inferior al valor máximo de 8 mg/g que exige la especificación EG, 2013, ver tabla.

Tabla 24**AZUL DE METILENO CANTERA R&M CHANCADORA**

Ensayo	Unidad	Especificación EG-2013	Resultado
Azul de Metileno (ASTHO TP 57)	mg/g	Máximo 8	5

Nota. Se obtuvo el ensayo de azul de metileno para el agregado de la cantera R&M Chancadora es de 5 mg/g, inferior al valor máximo de 8 mg/g que exige la especificación EG-2013.

CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

Este ensayo de azul de Metileno de la cantera San Andrés se realizó también de acuerdo al manual AASTHO TP 57, donde el valor de Azul de metileno que se obtiene para el agregado de la cantera es de 3 mg/g, inferior al valor máximo de 8 mg/g que exige la especificación EG, 2013, ver tabla.

Tabla 25**AZUL DE METILENO CHANCADORA SAN ANDRÉS**

Ensayo	Unidad	Especificación EG-2013	Resultado
Azul de Metileno (ASTHO TP 57)	mg/g	Máximo 8	3

Nota. Se obtuvo el ensayo de azul de metileno para el agregado de la cantera chancadora San Andrés es de 3 mg/g, inferior al valor máximo de 8 mg/g que exige la especificación EG-2013.

4.4.4. ANÁLISIS DE ADHERENCIA RIEDEL WEBER**CANTERA R&M CHANCADORA**

El ensayo de adherencia Riedel Weber comprende el grado de afinidad de la emulsión asfáltica entre y el agregado. Esta prueba se desarrolló según el manual de ensayos de Materiales (MTC E-220), cuyo resultado obtenido fue de 7, cumpliendo con la especificación EG, 2013 cuyo valor mínimo es de 4, como se muestra en la tabla 26.

Tabla 26*ADHERENCIA RIEDEL WEBER CANTERA R&M CHANCADORA*

<i>Ensayo</i>	<i>Especificación EG-2013</i>	<i>Resultado</i>
<i>Adherencia Riedel Weber (MTC E-220)</i>	<i>Mínimo 4</i>	<i>7</i>

Nota. En el ensayo de Adherencia Riedel Weber de la cantera R&M Chancadora cuyo resultado obtenido fue de 7, cumpliendo con la especificación EG-2013 cuyo valor mínimo es de 4.

Obtención del contenido óptimo de asfalto

Según el manual de diseño de la ISSA A-105 y la especificación EG, 2013, para la obtención del contenido óptimo de asfalto es mediante los ensayos de Abrasión en Húmedo y Rueda Cargada, en la cual se moldea con diferentes contenidos de residuo asfáltico partiendo de un valor teórico, para luego graficar de acuerdo a los resultados que se obtiene de los ensayos descritos.

CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

El ensayo de adherencia Riedel Weber para el agregado, el resultado obtenido fue de 7, cumpliendo con la especificación EG, 2013 cuyo valor mínimo es de 4, como se muestran en la tabla 27.

Tabla 27*ADHERENCIA RIEDEL WEBER CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS*

<i>Ensayo</i>	<i>Especificación EG-2013</i>	<i>Resultado</i>
<i>Adherencia Riedel Weber (MTC E-220)</i>	<i>Mínimo 4</i>	<i>7</i>

Nota. En el ensayo de Adherencia Riedel Weber de la cantera chancadora San Andrés cuyo resultado obtenido fue de 7, cumpliendo con la especificación EG-2013.

Obtención del contenido óptimo de asfalto

Para la cantera San Andrés no se realizó el diseño propio del agregado para su obtención del contenido adecuado del asfalto, solo se realizó la verificación con los ensayos de desempeño, como así también la calidad de mezcla entre el agregado y emulsión de la cantera, con el contenido óptimo del material bituminoso que se obtuvo con el agregado de la cantera R&M cuyo valor fue de 7.6% de residuo asfáltico, dando un 12.6% de emulsión.

4.4.5. ENSAYO DE ABRASIÓN EN HÚMEDO (WTAT)

CANTERA R&M CHANCADORA

En este ensayo se evalúa el comportamiento de la mezcla de Slurry Seal, ya que es sometido en saturación en agua por 1 hora y luego llegado a la máquina de abrasión, la intención es calcular la resistencia al desgaste por abrasión.

Tabla 28

ABRASIÓN EN HÚMEDO CANTERA R&M CHANCADORA

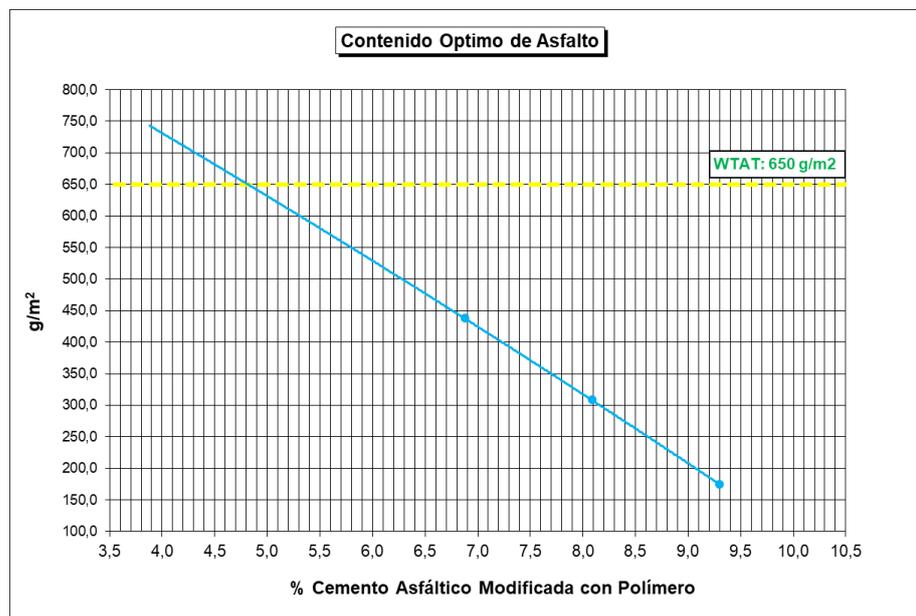
ESPÉCIMEN	UND	1	2	3
EMULSIÓN	%	11,4	13,4	15,4
RESIDUO ASAFALTICO	%	6,9	8,1	9,3
PESO DE ESPÉCIMEN INICIAL	g	1460,8	1475,9	1480,4
PESO DE ESPÉCIMEN FINAL	g	1448,3	1467,4	1475,4
WTAT	g/m ²	437,3	307,8	174,9
PROMEDIO WTAT	g/m²	306.67		

Nota. Se aprecia los porcentajes, cantidades de cada componente y resultados de los tres ensayos de abrasión en húmedo y se verifica que el promedio que cumpla con la especificación técnica.

En esta tabla se aprecia los resultados obtenidos de los diferentes contenidos de residuo asfáltico en ensayo de abrasión en húmedo que luego es graficado, dando una tendencia de que mayor contenido de asfalto menor el desgaste por abrasión como se muestra en el siguiente gráfico, para luego la determinar del contenido óptimo de asfalto para el agregado seleccionado.

Figura 83

CONTENIDO ÓPTIMO DE ASFALTO CON CANTERA R&M CHANCADORA



Nota. Se aprecia en el gráfico en el eje horizontal los datos del porcentaje del cemento asfáltico y en el eje vertical el resultado del ensayo de abrasión en húmedo.

CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

Tabla 29

ABRASIÓN EN HÚMEDO CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

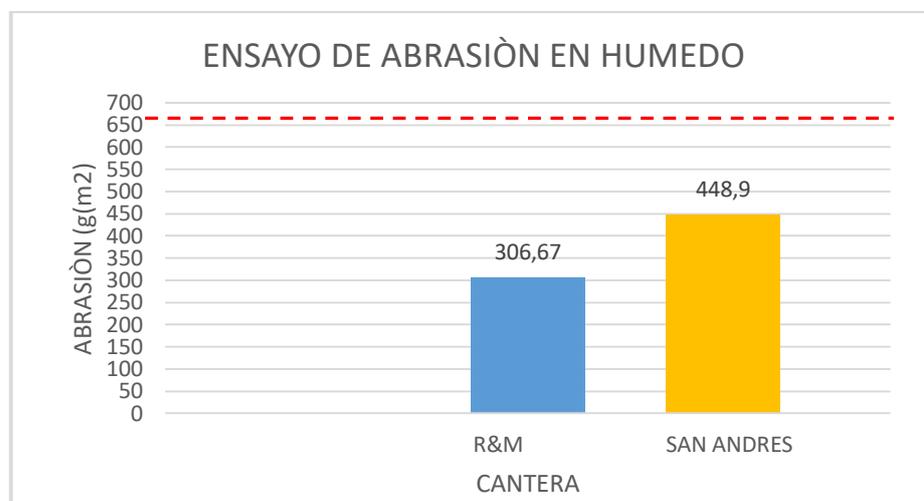
ESPÉCIMEN	UND	1	2	3
EMULSIÓN	%	12,6	12,6	12,6
RESIDUO ASFALTICO	%	7,6	7,6	7,6
PESO DEL ESPÉCIMEN INICIAL	g	1702,3	1711,2	1695,6
PESO DEL ESPÉCIMEN FINAL	g	1689,8	1698,0	1682,8
WTAT	g/m2	437,3	461,7	447,7
PROMEDIO WTAT	g/m2	448,9		

Nota. Se aprecia los porcentajes, cantidades de cada componente y resultados de los tres ensayos de abrasión en húmedo y se verifica que el promedio que cumpla con la especificación técnica.

Se presenta en la tabla los datos obtenidos del ensayo de abrasión en húmedo, en este caso se moldearon tres cuerpos de prueba con los mismos porcentajes de la cantidad óptimo de asfalto dio como resultado promedio de 448,9 g/m2, cuyo valor es inferior al valor máximo de la especificación de 650 g/m2.

Figura 82

ENSAYO DE ABRASIÓN EN HÚMEDO ENTRE CANTERA R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS



Nota. Variación en el ensayo de abrasión en húmedo entre cantera R&M chancadora y chancadora San Andrés cuyo valor es inferior al valor máximo de la especificación de 650 g/m2.

4.4.6. ENSAYO DE RUEDA CARGADA (LWT)

CANTERA R&M CHANCADORA

Tabla 30

RUEDA CARGADA CANTERA R&M CHANCADORA

RUEDA CARGADA (LWT)		
ESPÉCIMEN	UND	1
EMULSIÓN	%	12,6
RESIDUO ASFALTICO	%	7,6
PESO DE ESPÉCIMEN INICIAL	G	670,2
PESO DE ESPÉCIMEN FINAL	G	674,4
ANCHO	Cm	3,9
LARGO	Cm	33,1
LWT	g/m2	325,4

Nota. Se aprecia en el cuadro las cantidades utilizadas de cada componente y los resultados del ensayo de rueda cargada de la cantera R&M Chancadora.

En esta tabla 30 de la rueda cargada el resultado obtenido es de 325,4 g/m2 por debajo de 538 g/m2 valor máximo.

CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

Tabla 31

RUEDA CARGADA CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

ESPÉCIMEN	UND	1	2	3
EMULSIÓN	%	12,6	12,6	12,6
RESIDUO ASFALTICO	%	7,6	7,6	7,6
PESO DEL ESPÉCIMEN INICIAL	g	525,6	531,8	541,6
PESO DEL ESPÉCIMEN FINAL	g	530,5	536,7	546,6
ANCHO	cm	3,9	3,8	3,8
LARGO	cm	33,3	33,2	33,2
LWT	g/m2	377,3	388,4	396,3
PROMEDIO LWT	g/m2	387,3		

Nota. Se aprecia en el cuadro las cantidades utilizadas de cada componente y los resultados del ensayo de rueda cargada de la cantera chancadora San Andrés.

En esta tabla, de igual forma la de abrasión en húmedo se moldeó tres cuerpos para el ensayo de rueda cargada con mismas cantidades de asfalto. El resultado promedio obtenido en este ensayo fue de 387,3 g/m², resultado por debajo del valor máximo de 538 g/m², según la especificación para el ensayo de rueda cargada.

4.4.7. ENSAYO DE COHESIÓN

CANTERA R&M CHANCADORA

En la tabla, de igual forma que el de abrasión en húmedo se moldeó tres cuerpos para el ensayo de rueda cargada con mismas cantidades de asfalto. El resultado promedio obtenido en este ensayo fue de 387,3 g/m², resultado por debajo del valor máximo de 538 g/m² según la especificación para el ensayo de rueda cargada.

Tabla 32

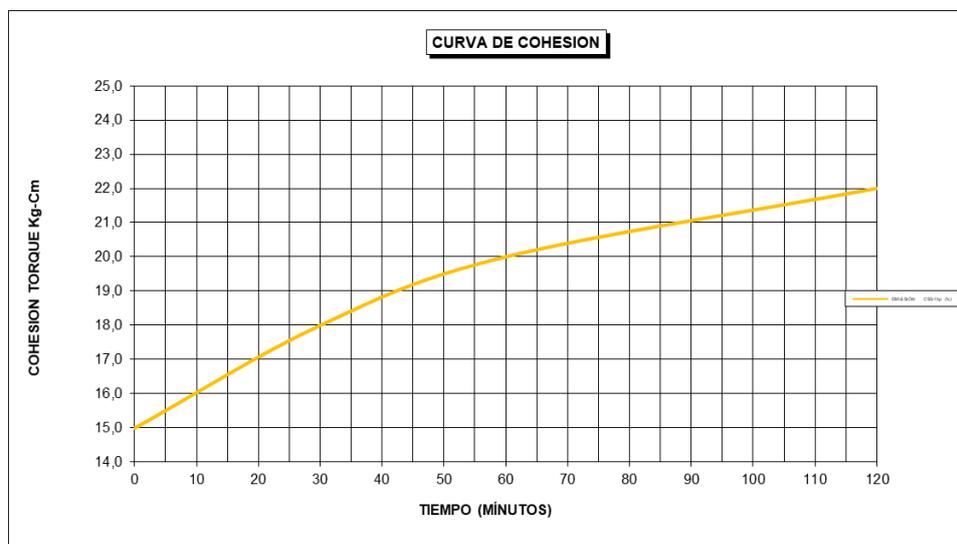
ENSAYO DE COHESIÓN CANTERA R&M CHANCADORA

EMULSIÓN	TIEMPO ROT. DE LA MEZCLA	0 min.	30 min.	60 min.	120 min.
12,6	3,0- HRS	15,0	18,0	20,0	22,0

Nota. Se observa en la tabla los resultados del ensayo de cohesión de la cantera R&M chancadora en progresivas de 30 minutos.

Figura 83

CURVA DE ENSAYO DE COHESIÓN CANTERA R&M CHANCADORA



Nota. Se aprecia en el grafico en el eje horizontal los datos en función al tiempo y en el eje vertical la cohesión torque en Kg-Cm para grafica de la curva de ensayo de cohesión cantera R&M chancadora.

En la tabla, se puede apreciar los resultados obtenidos en el ensayo de cohesión de 0 minutos, 30 minutos, 60 minutos y 120 minutos después de 3 horas de rotura con valores de 15 kg-cm, 18 kg-cm, 20 kg-cm y 22 kg-cm relativamente.

CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

En la tabla siguiente se aprecian resultados de cohesión después de 3 horas de rotura de la mezcla. En el 0 minuto el valor es de 14 kg-cm, 30 minutos de 16 kg-cm, 60 minutos de 18 kg-cm y de 120 minutos de 22 kg-cm. De acuerdo a la especificación al minuto 30 el valor mínimo de la cohesión es 12 kg-cm, 60 minutos a 20 kg-cm.

Según los resultados adquiridos en el ensayo de cohesión, en conclusión, no se cumple en el minuto 60, por que el resultado obtenido es inferior al valor mínimo que exige la especificación EG, 2013.

Tabla 33

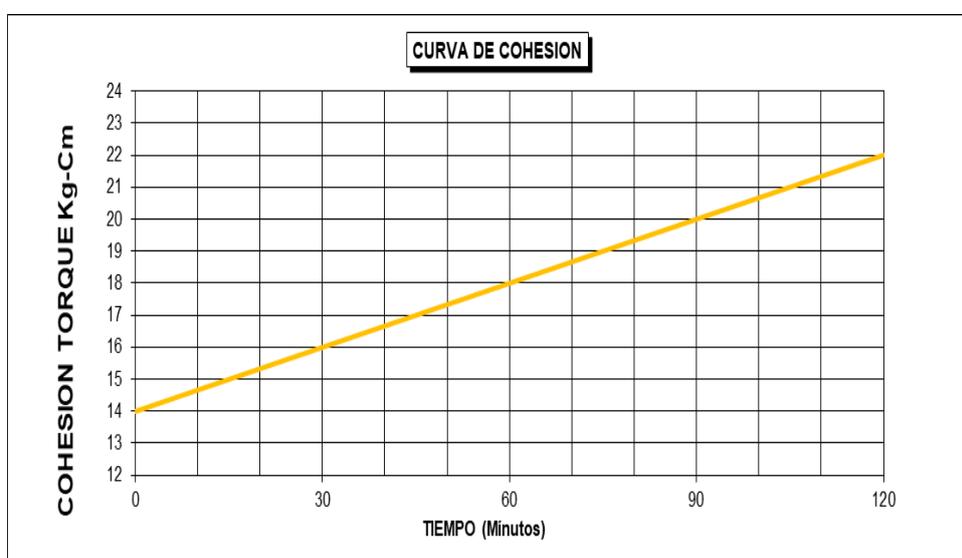
ENSAYO DE COHESIÓN CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

EMULSIÓN CSS-1hp (%)	TIEMPO ROT. DE LA MEZCLA	0 min.	30 min.	60 min.	120 min.
12,6	3,0- HRS	14,0	16,0	18,0	22,0

Nota. Se observa en la tabla los resultados del ensayo de cohesión de la cantera chancadora San Andrés en progresivas de 30 minutos.

Figura 84

CURVA DE ENSAYO DE COHESIÓN CANTERA SAN ANDRÉS

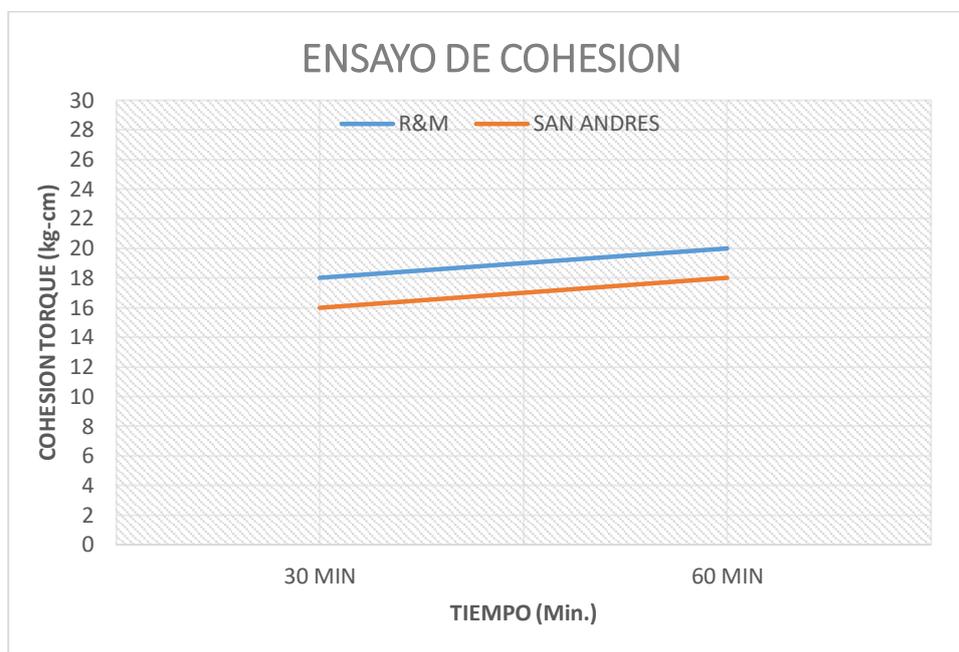


Nota. Se aprecia en el grafico en el eje horizontal los datos en función al tiempo y en el eje vertical la cohesión torque en Kg-Cm para grafica de la curva de ensayo de cohesión cantera chancadora San Andrés.

En el grafico se aprecia que el resultado en el minuto 60 es de 18 kg-cm, inferior al valor mínimo de 20 kg-cm para ese tiempo que exige la especificación EG, 2013.

Figura 85

COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE COHESIÓN ENTRE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS



Nota. Se aprecia en el grafico la variación en el ensayo de cohesión entre las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés.

4.4.8. PRUEBA DE CONSISTENCIA

CANTERA R&M CHANCADORA

La prueba de consistencia de acuerdo a la especificación EG, 2013 se realiza mediante el cono de consistencia la cual determina un flujo de manipulación de la mezcla para su colocación en la pista. En la tabla se presenta que el resultado se encuentra dentro del límite para su aplicación es inferior al valor mínimo que exige la especificación EG-2013.

Tabla 34

ENSAYO DE COHESIÓN CANTERA R&M CHANCADORA

ENSAYO	ÓPTIMO FLUJO RADIAL	RESULTADO
PRUEBA DE CONSISTENCIA (TB 106)	2.0 - 3.0 cm	3.0 cm

Nota. En la prueba de consistencia el flujo optimo radial es de 2.0 cm -3.0 cm el resultado de la cantera R&M chancadora es de 3.0 cm la cual cumple con la especificación técnica.

CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

Tabla 35

ENSAYO DE COHESIÓN CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

ENSAYO	ÓPTIMO FLUJO RADIAL	RESULTADO
PRUEBA DE CONSISTENCIA (TB 106)	2.0 - 3.0 cm	4.0 cm

Nota. En la prueba de consistencia el flujo óptimo radial es de 2.0 cm -3.0 cm el resultado de la cantera chancadora San Andrés es de 4.0 cm la cual no cumple con la especificación técnica.

La tabla de consistencia el resultado está fuera del rango con un valor 4.0 cm, por tanto, no cumple la mezcla en el ensayo de consistencia.

4.4.9. TIEMPO DE MEZCLADO

CANTERA R&M CHANCADORA

Para un tratamiento como el Slurry Seal la especificación EG, 2013 determina como el tiempo mínimo de mezclado de 180 segundos. Resultado del tiempo de mezclado: 240 segundos

CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

Para un tratamiento como el Slurry Seal la especificación EG, 2013 determina como el tiempo mínimo de mezclado de 180 segundos. Resultado del tiempo de mezclado: 584 segundos.

4.5. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Existe variación entre las propiedades físicas y mecánicas del Slurry Seal con los agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco, después de que se realizó todos los ensayos de campo y laboratorio se acepta la hipótesis planteada inicialmente que efectivamente EXISTE variación entre las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla del Slurry Seal debido a la calidad, fuente, origen, ubicación influyen en las propiedades de los agregados. Los ensayos realizados y sus resultados de laboratorio demostraron las diferencias que tienen cada agregado de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés, características físicas y

químicas tales como el ensayo equivalente de arena, análisis granulométrico y ensayo de azul de metileno. Los resultados que se obtuvieron del diseño de Slurry Seal con el mismo óptimo contenido de asfalto para ambas canteras fue en el ensayo de rueda cargada, la cantera R&M chancadora dio resultado de 325.4 g/m² y la chancadora San Andrés 387.3 g/m² ambas canteras con resultados diferentes pero que cumplieron en este ensayo. En el ensayo de abrasión en húmedo la cantera R&M chancadora fue de 306.67 g/m² y chancadora San Andrés con resultado de 448.9 g/m², de la misma manera cumplieron de acuerdo a la especificación Técnica EG, 2013.

Si existe peculiaridad en las propiedades de los agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco, mediante ensayos típicos como los ensayos de granulometría se comprobó que ambas canteras pertenecen a gradación de tipo III con una ligera variación, equivalente de arena se verificó que la cantera R&M chancadora tiene el promedio de equivalente de arena de 61% y la cantera chancadora San Andrés de 76% en el ensayo de azul de metileno el resultado de la cantera R&M chancadora es de 5 mg/g y la cantera chancadora San Andrés de 3 mg/g se corrobora que cada característica única influye en el comportamiento de la mezcla de Slurry Seal.

No existe relación de calidad del Slurry Seal utilizando un diseño establecido para ambos agregados ya que cada agregado es diferente uno del otro por lo tanto para utilización de los agregados requiere que cada cantera tenga su propio diseño cumpliendo con las especificaciones y el estándar de óptima calidad. La mayor diferencia que se vio fue en el ensayo de cohesión, ensayo que calcula el tiempo de rotura de la mezcla para la apertura al tráfico. La cantera R&M chancadora en el minuto 60 cumple con el valor mínimo de 20 kg-cm y la chancadora San Andrés no logra cumplir con el valor mínimo que se exige, con un resultado de 18 kg-cm.

Existe relación en el tipo de Slurry Seal con los agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco, debido que ambos agregados encajan en la gradación del tipo III según el ensayo de granulometría y los ensayos de diseño Slurry Seal, la cantera canteras R&M chancadora tiene mejor comportamiento para el Slurry Seal tipo III que se

sugiere la aplicación en vías con altos niveles de tránsito, rutas principales e interestatales, vías primarias, también se utilizan con intención de reparar daños severos en la superficie, renovar las superficies, asegurando la máxima resistencia al deslizamiento y mejorar la superficies de desgaste a diferencia de los tipos 1 y 2 de la especificación.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADO

Torres, M. (2018) realizó un estudio de un tratamiento de superficie Slurry Seal para mejorar la carretera de Santa Rosa a San Francisco, demostrando que los materiales naturales triturados en montículos podrían usarse como material aglutinante para capas granulares subterráneas. Así como probar las propiedades físicas de los gradientes granulométricos cumpliendo con las especificaciones establecidas. Mediante ensayo de equivalente de arena de árido fino y análisis granulométrico.

En este trabajo se concuerda con el autor mencionado que el desempeño del Slurry Seal depende de las propiedades de cada agregado ya que cada agregado tiene características propias dependiendo de la fuente o lugar de procedencia ya que estas están en diferentes condiciones y la tipología del lugar de extracción la cual se ve reflejado en los resultados de los ensayos físicos realizados como granulometría donde un agregado de la cantera San Andrés es más pegado a la curva a la posterior y el agregado de la chancadora R&M es más céntrica y , azul de metileno la cantera R&M tiene 5 mg/g y la chancadora San Andrés 3 mg/g. los resultado de los ensayos mecánicos con la cantidad óptima de asfalto en los de ensayo de rueda cargada donde en el mejor desempeño lo tiene la cantera R&M chancadora la cual tiene menor adhesión de arena de 325.4 g/m² y la chancadora San Andrés tiene mayor adhesión de arena de 387.3 g/m² y en el ensayo de abrasión en húmedo donde el mejor desempeño lo tiene la cantera R&M chancadora con menor desgaste de 362.5 g/m² y mayor desgaste la chancadora San Andrés con 448.9 g/m².

Jiménez, M., Ulloa, A. y Muñera, JC. (2016) en Costa Rica, realizaron la Guía de diseño de mezcla de laboratorio para los sellos de lechada asfáltica (Slurry Seal). Señaló que la ventaja de aplicar esta tecnología es que el tiempo requerido para desbloquear el tráfico oscila entre 1 y 3 horas, por lo que tiene poco impacto en los usuarios. En este trabajo de investigación se corrobora que efectivamente se concuerda con la conclusión del autor mencionado con

anterioridad que la apertura de tránsito varía de 1 a 3 horas, siempre cuando el diseño del Slurry Seal sea óptimo y este cumpla con los parámetros y especificaciones de caso contrario esto no llegaría a cumplirse. Lo cual se corrobora con los ensayos de Cohesión según los resultados adquiridos en el ensayo de cohesión de la cantera chancadora San Andrés, no se cumple en el minuto 60, por que el resultado obtenido es de 18 kg-cm inferior al valor mínimo de 20 kg-cm que exige la especificación EG, 2013 y la cantera R&M chancadora cumple relativamente con los valores mínimos.

Saldaña, B. (2018) investigó sobre la rehabilitación y mejoramiento de vías de bajo volumen de tránsito a nivel tratamiento superficial Slurry Seal Canayre – Puerto Palmeras – Ayacucho. Ha demostrado ser una solución rápida, económica y ambientalmente sostenible en la recuperación de carreteras y ha adoptado el tratamiento superficial Slurry Seal porque es más económico que otros tratamientos superficiales y tampoco genera mucha contaminación. En este trabajo de investigación se concuerda con el autor mencionado el Slurry Seal es un tratamiento de pavimento flexible económico y con el diseño adecuado tiene una larga duración, resistente a cargas y abastecer grandes extensiones. Y también muestra una eficiencia ecológica porque requiere menor cantidad de energía y combustible en su empleo por lo cual emite menos cantidad de CO₂.

Torres, C. (2019), investigó sobre el comportamiento del Slurry Seal para el mantenimiento de la superficie asfáltica, el tambo. Concluyó que el uso de Slurry Seal brinda resultados significativos para el mantenimiento del pavimento asfáltico, ya que el diseño proporciona una buena resistencia a la abrasión del tráfico y una tracción adecuada para evitar la sudoración en cargas de tráfico pesado. Por lo general, el Slurry Seal Tipo III que es adecuado para toda la superficie. En este trabajo de investigación concuerda con la conclusión del autor mencionado que la implementación del mantenimiento de superficies asfálticas Slurry Seal con un diseño y dosificación óptima según las características del agregado genera resultados significativamente que se ve reflejado en maximizar la vida útil del pavimento, resistencia ante la abrasión del tráfico, correcta cohesión, protección del

desgaste mecánico, infiltración de agua y exposición a agentes externos. Se determinó el tipo de Slurry Seal utilizando agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de acuerdo a las características propias de cada agregado encajan según su granulometría en el tipo III, según las especificaciones técnica el Slurry Seal tipo III se sugiere la aplicación en vías con altos niveles de tránsito, rutas principales e interestatales, vías primarias, también se utilizan con intención de reparar daños severos en la superficie, renovar las superficies, asegurando la máxima resistencia al deslizamiento y mejorar la superficies de desgaste.

CONCLUSIONES

Se demuestra que existe variaciones entre las propiedades físicas y mecánicas del Slurry Seal con agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés. De acuerdo a los resultados distintos que se obtuvo en cada ensayo se demostró que hay variabilidad en las propiedades físicas en el agregado de cada cantera y también en las propiedades mecánicas.

Se determinó que las propiedades físicas de los agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés son diferentes debido a que son de distintas fuentes de recolección pero que estas cumplen con los requisitos como Equivalente de arena, Granulometría, Azul de metileno, Riedel weber que se establece en la especificación técnica EG-2013. En las propiedades mecánicas se determinó que ambas canteras cumplen sin ningún problema en los ensayos de rueda cargada y abrasión en húmedo porque los resultados obtenidos en estos ensayos están por debajo del límite máximo de la especificación técnica.

Se determinó en cuanto a la calidad de mezcla del Slurry Seal utilizando agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés el comportamiento es diferente en la prueba de consistencia la cantera R&M tiene 3.0 cm de flujos radiales y la cantera San Andrés 4.0 cm de flujos radiales no cumpliendo con las especificación técnica, en el tiempo de mezclado la cantera R&M tiene 240 segundos y la cantera San Andrés tiene 584 segundos, en el ensayo de cohesión se determinó que en cantera R&M chancadora cumple porque los valores obtenidos superan al valor mínimo de la especificación mientras que en la cantera San Andrés en el minuto 60 no supera al valor mínimo con un resultado de 18 kg-cm vs 20 kg-cm mínimo de la especificación técnica.

Se determinó el tipo de Slurry Seal utilizando agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de acuerdo a las características propias de cada agregado encajan según su granulometría en el tipo III y de acuerdo a la especificación técnica el tipo III se sugiere la aplicación en vías

con altos niveles de tránsito tales como de la ciudad de Huánuco que tiene vías de alto tránsito.

RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer la aplicación del diseño Slurry Seal con agregado procedente de la cantera R&M en vías de alto tránsito de la ciudad de Huánuco para así mejorar y preservar las vías, brindando una mejor calidad de vida para los pobladores de la ciudad de Huánuco.

Se recomienda emplear la emulsión asfáltica modificada con polímero para así mejorar las propiedades mecánicas, comportamiento y aumentar la vida útil de la vía a tratar con Slurry Seal y como también la buena selección de agregados y el tipo de Slurry Seal a emplear en la vía.

Se recomienda que para la cantera San Andrés se debe realizar un diseño propio de acuerdo a las características del agregado para que estas puedan cumplir sin ninguna observación en los ensayos de desempeño de abrasión en húmedo y rueda cargada como también la calidad de mezcla en los ensayos de cohesión consistencia y tiempo de mezclado

Se recomienda realizar un diseño específico de Slurry Seal para cada cantera debido de cada cantera tienen características químicas y físicas propias y de acuerdo a esas propiedades varían las proporciones de los componentes igual que cantidad de agua de la mezcla, cemento y emulsión asfáltica que se ve reflejado en los ensayos de desempeño como también en la calidad de la mezcla.

Se indica implementar el Slurry Seal para los mantenimientos de las superficies asfálticas de las siguientes avenidas: avenida universitaria, avenida Esteban Pavletich, carretera 18A amarilis, carretera Huánuco – La Unión, etc. de la ciudad de Huánuco, no solo por el buen comportamiento sino también por optimizar los tiempos de apertura al tránsito, se sugiere implementar esta técnica de mantenimiento para el manejo de pavimentos asfálticos urbanos en condiciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrionuevo, L. (2012). Diseño del micropavimento utilizando emulsión asfáltica modificada con polímero, con agregado procedente de la Cantera Calagua de la ciudad de San Miguel, provincia de Bolívar. Quito: Universidad Central de Ecuador.
- Ferreira, D. A., y Torres, K. M. (2014). Caracterización física de agregados pétreos para concretos Caso: Vista Hermosa (Mosquera) y mina Cemex (Apulo). Tesis, Universidad Católica de Colombia, Colombia, Bogotá.
- Hernández, R. (2014). Metodología de la Investigación Sexta Edición. México: McGRAW-HILL / Interamericana Editores S. A. de C. V.
- Huanca, J. (2013). Diseño del slurry seal empleando emulsión asfáltica modificada con polímeros y su evaluación variando el contenido de filler. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- ISSA. (2010). Recommended Performance Guideline for Emulsified Asphalt Slurry Seal ISSA A 105. Annapolis: International Slurry Surfacing Association.
- Jiménez, M., Ulloa, A. y Muñera, J.C. (2016). Guía de diseño de mezcla de laboratorio para los sellos de lechada asfáltica (Slurry Seals). Universidad de Costa Rica. Laboratorio Nacional de materiales y modelos estructurales. San José – Costa Rica.
- EG. (2013). Manual de carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, D.S. N° 034-2008-MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones junio de 2013).
- Manual de mantenimiento o conservación vial, D.S. N° 034-2008-MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones marzo de 2014).
- Manual de Inventarios Viales, R. D. N° 09-2014-MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones abril de 2014).
- Manual de ensayos de materiales, D.S. N° 034-2008-MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones mayo de 2016).

- Manual de suelos, geología, geotécnica y pavimentos, D. S. N° 034-2008-MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones abril de 2014).
- Orellana, M., Peña, E., & Pérez, B. (2015). Propuesta de diseño y proceso constructivo de lechada asfáltica en el mantenimiento de obras viales en el Salvador. San Salvador: Universidad de El Salvador.
- Ortega, A. (2013). La Calidad de los Agregados de Tres Canteras de la Ciudad de Ambato y su Influencia en la Resistencia del Hormigón Empleado en la Construcción de Obras Civiles. Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, Ambato.
- Ortiz, L. (2014). Evaluación en laboratorio del desempeño de Morteros Asfálticos y Micro pavimento con agregados naturales del proyecto: mantenimiento de carretera Interoceánica Norte. Lima, Perú: Universidad nacional de ingeniería.
- Pequeño, D. (2015). Comparación de costos y tecnología de mantenimiento utilizando slurry seal y mantenimiento convencional en un pavimento flexible. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte.
- PISA - Proyectos de infraestructura vial – (2016). Doble calzada Buga – Tuluá - La Paila - La Victoria. Aplicación de micro pavimento Slurry Seal. Cali – Colombia.
- Quintana, J. (2018). Mortero asfáltico o slurry seal como tratamiento superficial. para pavimentos de afirmado'. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad Ricardo Palma. Lima – Perú.
- Ramírez, M. (2017). Comportamiento del Slurry Seal a altitudes mayores de 3500 m.s.n.m. en mantenimiento de pavimentos flexibles de la ciudad de Puno. Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- Saldaña, B. (2018). Rehabilitación y Mejoramiento de vías de bajo volumen de tránsito a nivel tratamiento superficial Slurry Seal Canayre – Puerto Palmeras – Ayacucho. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad San Martín de Porres. Lima – Perú.

Toscano, L. (2014). Diseño de Micro pavimento aplicado como tratamiento superficial para el control de la Variación Térmica en el pavimento flexible de la vía Pifo-Cusubamba, como parte del mantenimiento preventivo. Quito: Universidad Internacional del Ecuador.

Talvera, R. (2001). Emulsiones asfálticas. Sanfandila: Instituto Mexicano del transporte.

Torres, M. (2018). Tratamiento superficial utilizando Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Santa Rosa a San Francisco de Rio Mayo - 2016. Título para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad Cesar Vallejo. Tarapoto – Perú.

Toscano, L. (2014), en Ecuador, realizó la tesis titulada: Diseño de Micropavimento aplicado como tratamiento superficial para el control de la Variación Térmica en el pavimento flexible de la vía Pifo-Cusubamba, como parte del mantenimiento preventivo. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de ingeniero civil. Universidad Internacional del Ecuador. Quito – Ecuador.

Torres, C. (2019), Comportamiento del Slurry Seal para el mantenimiento de la superficie asfáltica, el tambo.

Vásquez, L. (2002). Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Marizales: Universidad Nacional de Colombia

Recogido de. <https://tolcan.com/mantenimiento-preventivo/mantenimiento-preventivo-slurry-seal/drenaje>

Recogido de https://www.ecured.cu/Pavimento_flexible/Pavimento/

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Martel Jorge, L. (2023). *Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del Slurry Seal elaborado con agregados de las canteras R&M Chancadora y Chancadora San Andrés para pavimentos flexibles en Huánuco - 2022* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO - 2022.							
Problema General	Objetivo General	Objetivo Especifico	Hipótesis	Variables/ Dimensiones	Diseño de la Investigación	Método y Técnicas de Investigación	Población y Muestra
¿Cómo varían las propiedades físicas y mecánicas del Slurry Seal elaborado con agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés para pavimentos flexibles en Huánuco, 2022?	Determinar la variación de las propiedades físicas y mecánicas del Slurry Seal con agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés para pavimentos flexibles, en Huánuco 2022.	<ul style="list-style-type: none"> Determinar la propiedades físicas y mecánicas de los agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés. Determinar la calidad del Slurry Seal utilizando agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco, según diseño establecido, para pavimentos flexibles, 2022. Determinar el tipo, de Slurry Seal, que se obtiene utilizando agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés de Huánuco, para pavimentos flexibles, 2022. 	Existe variación entre las propiedades físicas y mecánicas del Slurry Seal con agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés para pavimentos flexibles en Huánuco, 2022.	<p>Variable Independiente agregados de las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés.</p> <p>Dimensiones • Muestra de agregado</p> <p>Variable Dependiente Propiedades físicas y mecánicas del Slurry Seal</p> <p>Dimensiones • Tipo de Slurry Seal • Caracterización de los componentes del Slurry Seal • Diseño del Slurry Seal</p>	Experimental - cuasi experimental	<p>Enfoque Cuantitativo</p> <p>Alcance o Nivel Explicativo</p>	<p>Población las canteras R&M chancadora y chancadora San Andrés ubicados en la región Huánuco.</p> <p>Muestra El tipo de muestreo fue no probabilístico, la muestra fue dirigida e intencionada de acuerdo a los propósitos de la investigación</p>

CARAC. - R&M CHANCADORA (SS)



EXPEDIENTE R.C. / S.S.
165-2022-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE ENSAYO REPORTE DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO PARA SLURRY SEAL

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022"
UBICACIÓN : HUANUCO
SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE
REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.
INGRESO : 11/05/2022

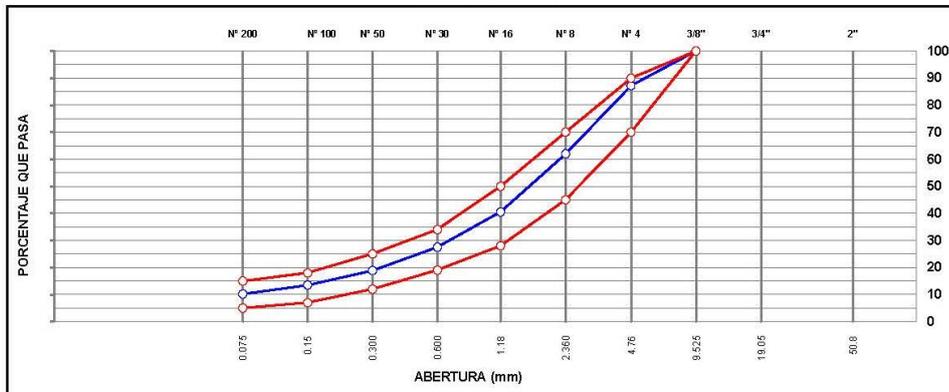
DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA R&M CHANCADORA PRESENTACIÓN : 01 SACO DE POLIPROPILENO
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA CANTIDAD : 40 kg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)						
MALLAS						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	GRADACIÓN TIPO III
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500				100.0	100 100
# 4	4.750	122.8	12.8	12.8	87.2	70 . 90
# 8	2.360	243.1	25.3	38.0	62.0	45 . 70
# 16	1.180	206.8	21.5	59.5	40.5	28 . 50
# 30	0.600	124.7	13.0	72.5	27.5	19 . 34
# 50	0.300	83.4	8.7	81.1	18.9	12 . 25
# 100	0.150	51.9	5.4	86.5	13.5	7 . 18
# 200	0.075	31.6	3.3	89.8	10.2	5 . 15
< # 200	(ASTM C-117)	97.9	10.2	100.0	0.0	

SLURRY SEAL	
GRADACIÓN TIPO:	III
CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO	
PESO TOTAL	: 962.2 g
PESO LAVADO	: 864.3 g
EQUIV. DE ARENA (ASTM D2419)	: 61 %
AZUL DE METILENO (AASHTO TP 57)	: 5 mg/g
OBSERVACIÓN:	
El material cumple con el huso granulométrico Tipo III, de la especificación EG-2013.	

CURVA GRANULOMÉTRICA
SLURRY SEAL TIPO III



Huapaya
Hector Huapaya N.
Coordinador de Laboratorio

Wendy Herencia
Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte: Lima, 31 de mayo del 2022

EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL USUARIO

REG-III-TEC-57.V01

DISEÑO – R&M CHANCADORA



EXPEDIENTE S.S.

165-2022-LAB TDM ASFALTOS

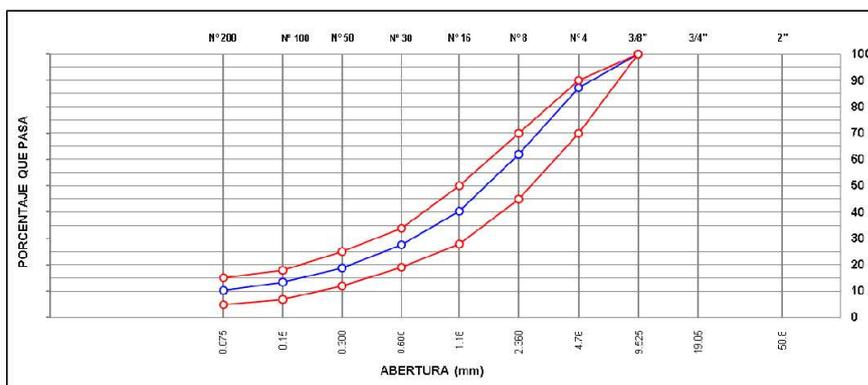
INFORME DE DISEÑO

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022"
 SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE
 UBICACIÓN : HUANUCO
 REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.
 F.INGRESO : 11/05/2022

I. Caracterización de Agregados:

Procedencia de la muestra : Cantera R&M Chancadora (Arena Chancada)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)						
MALLAS						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	GRADACIÓN TIPO III
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500				100.0	100
# 4	4.750	122.8	12.8	12.8	87.2	70 - 90
# 8	2.360	243.1	25.3	38.0	62.0	45 - 70
# 16	1.180	206.8	21.5	59.5	40.5	28 - 50
# 30	0.600	124.7	13.0	72.5	27.5	19 - 34
# 50	0.300	83.4	8.7	81.1	18.9	12 - 25
# 100	0.150	51.9	5.4	86.5	13.5	7 - 18
# 200	0.075	31.6	3.3	89.8	10.2	5 - 15
< # 200	(ASTM C-117)	97.9	10.2	100.0	0.0	



ENSAYOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS
EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E-114)	MÍNIMO 40%	61 %
AZUL DE METILENO (AASHTO TP 57)	MÁXIMO 8 mg/g	5 mg/g
RIEDEL WEBER (MTC E-220)	MÍNIMO 4	7
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E-111)	NP	NP

Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín. Teléfono (511) 6169311 Fax: 6169313

REG-III-TEC-031.V01



II. Características de la Emulsión Asfáltica:

Tipo de emulsión : Emulsión Cationica de Rotura Lenta - CSS-1hp.

ENSAYO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN
Residuo Asfáltico	ASTM D 6934	%	60.5	Mínimo 60%
Penetración (25 °C, 100g, 5 seg)	ASTM D 5	dmm	60	50 - 90 dmm

III. Análisis de agua:

PROCEDENCIA	ESPECIFICACIÓN		RESULTADO	
	PH	DUREZA	PH	DUREZA
AGUA POTABLE	(5.5 - 8)	MAXIMO 380 ppm	7.65	280 ppm

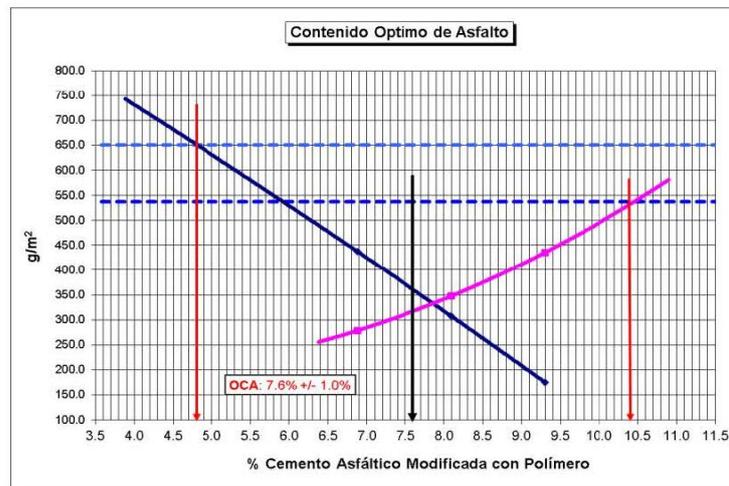
IV. Contenido Teórico de Asfalto:

A partir del contenido teórico de emulsión y teniendo en cuenta la manejabilidad de la mezcla con el agregado, se fabricaron moldes para someterlos a las pruebas de Rueda cargada y Abrasión en humedo.

Asfalto teórico en base a la granulometría : 9.3 %
 Emulsión asfáltica teórica calculada : 15.4 %

V. Determinación del óptimo contenido de asfalto residual:

Cemento Asfáltico Modificado con Polímero	Emulsión (%)	WTAT (g/m ²)	LWT (g/m ²)
6.9	11.4	437.3	278.6
8.1	13.4	307.8	347.4
9.3	15.4	174.9	435.4

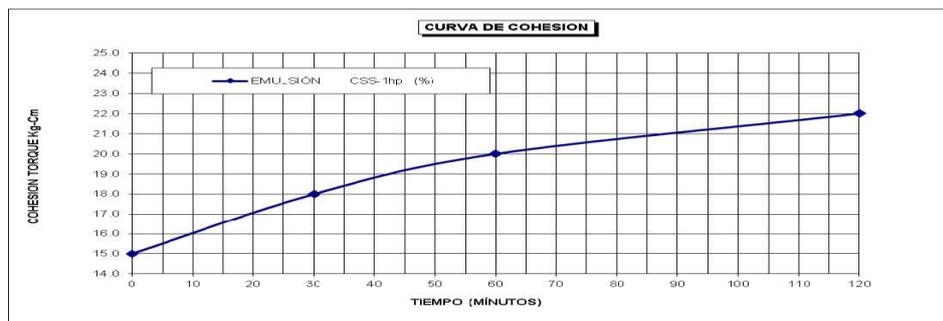




VI. Calidad de mezcla con el óptimo contenido de emulsión

ENSAYOS	MÉTODOS	ESPECIFICACIÓN EG-2013	RESULTADOS
Tiempo de mezclado	ISSA TB 113	Mínimo 180 s	240 s
Consistencia	ISSA TB 106	2-3 cm	3 cm
Cohesión húmeda	ISSA TB 139	Mínimo 30 min., 12 kg-cm	18 kg-cm
		Mínimo 60 min., 20 kg-cm	20 kg-cm
Recubrimiento	ISSA TB 114	Mínimo 90%	99%
WTAT	ISSA TB 100	Máximo 650 g/m ²	362.5 g/m ²
LWT	ISSA TB 109	Máximo 538 g/m ²	325.4 g/m ²

Gráfico de cohesión :



* **Nota:** Inicio de cohesión apartir de 3.0 Horas.

VII. Dosificación de materiales:

Diseño de Slurry Seal TIPO III

- Cantidad óptima de emulsión asfáltica CSS-1hp. : 12.6 %
(Rango de tasa de aplicación: 10.9% a 14.2% porcentaje con respecto al peso del agregado seco)
- Cantidad de agua : 9.0%
(Porcentaje con respecto al peso del agregado seco)
- Cantidad de Cemento : 1.0%
(Porcentaje con respecto al peso del agregado seco)

VIII. Observaciones:

- Muestra identificada y muestreada por el solicitante.



IX. Recomendaciones:

- Se deberá realizar los ensayos faltantes que exige la especificación EG-2013.
- La temperatura de la emulsión deberá estar menor a 35°C. En caso que la emulsión se encuentre a una temperatura mayor a 35°C, se deberá de verificar la trabajabilidad de la mezcla y trabajar hasta la temperatura que permita un tiempo de mezclado adecuado.
- Las condiciones de diseño y evaluación de material fueron realizadas en condiciones de laboratorio. Se debe tomar en cuenta, que durante la aplicación en campo se puede requerir algunos ajustes al diseño.

Hector Huapaya Ñ.
Coordinador de Laboratorio

Wendy Herencia
Jefe del Area Técnica

Fecha de emisión: Lurin 31 de mayo del 2022.



CARAC. -SAN ANDRES CHANCADORA (SS)

EMULTEC CSS-1HP

EMULSIÓN CATIONICA DE ROTURA LENTA MODIFICADA CON POLIMERO

GUIA TDM ASFALTOS :

CLIENTE:

LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE

EXPEDIENTE SS. 165- 2022-LAB TDM ASFALTOS

TANQUE:

LOTE DE PRODUCCIÓN:

LABORATORIO

CANTIDAD:

2 GALONES

FECHA DE PRODUCCIÓN:

11/05/2022

ENSAYOS SOBRE EMULSIÓN	MÉTODO ASTM	UNIDADES	ESPECIFICACIONES		RESULTADO
			MÍNIMO	MÁXIMO	
VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL, 25 °C	D 7496	ssf	20	100	37
RESIDUO POR EVAPORACION	D 6934	%	60	--	60.5
ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO, 24 horas	D 6930	%	--	1	0.9
SEDIMENTACION A LOS 7 DIAS	D 6930	%	--	5	1.6
PRUEBA DEL TAMIZ N° 20	D 6933	%	--	0.1	0.00
MEZCLA CON CEMENTO	D 6935	%	--	2	0.1
CARGA DE PARTÍCULA	D 7402		POSITIVA		POSITIVA

ENSAYOS SOBRE EL RESIDUO DE EMULSIÓN					
PENETRACIÓN, 25°C, 100 g, 5 s	D 5	dmm	50	90	60
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	D 36	°C	45	--	54
DUCTILIDAD, 25°C, 5 cm/min	D 113	cm	10	--	123.5
RECUPERACION ELASTICA LINEAL, 25°C, 20 cm	D 6084	%	30	--	35
RECUPERACION ELASTICA TORSIONAL, 25°C	NLT 329*	%	20	--	21

- OBSERVACIONES:
1. El producto cumple especificaciones de calidad, en concordancia con MTC - EG 2013
 2. Los resultados corresponden sólo a la muestra analizada
 3. PE:1.00
 4. (*) Corresponde a otro metodo de ensayo, Norma española

Original: Cliente
Cargo: Laboratorio

Hector Huapaya Ñ.
Coordinador de Laboratorio

Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de Emisión : Lima, 31 de mayo del 2022

La información contenida en este documento se basa en ensayos adecuados, seguros y correctos. Las recomendaciones, rendimientos y sugerencias no constituyen garantías ya que, al estar fuera de nuestro alcance controlar las condiciones de aplicación, no nos responsabilizamos por daños, perjuicios o pérdidas ocasionadas por el uso inadecuado de los productos.

TDM ASFALTOS se reserva el derecho de efectuar cambios con el objeto de adaptar este producto a las más modernas tecnologías.

Mz. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín. Teléfono (511) 6169311 Fax: 6169313

REG-III-TEC-117.V01



EXPEDIENTE R.C. / S.S.
166-2022-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE ENSAYO
REPORTE DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO PARA SLURRY SEAL

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022"

UBICACIÓN : HUANUCO
SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE
REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.
INGRESO : 11/05/2022

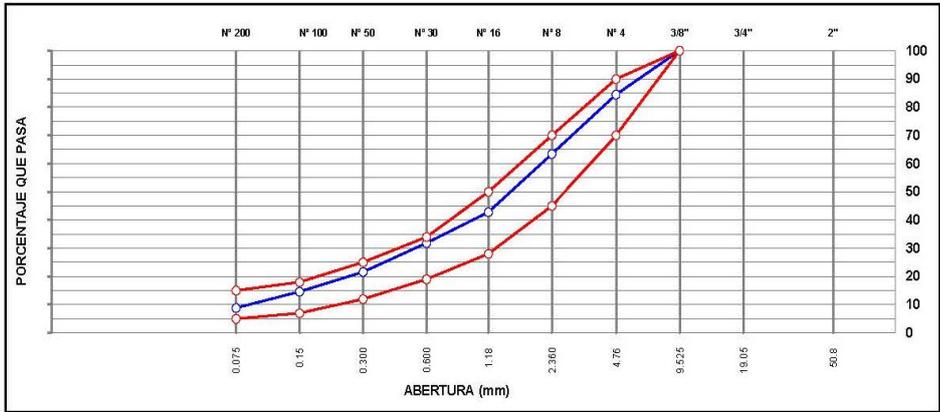
DETALLE DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN : CANTERA CHANCADORA SAN ANDRES
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA
PRESENTACIÓN : 01 SACO DE POLIPROPILENO
CANTIDAD : 40 kg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)						
MALLAS						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	GRADACIÓN TIPO III
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500				100.0	100
# 4	4.750	155.3	15.6	15.6	84.4	70
# 8	2.360	209.8	21.0	36.6	63.4	45
# 16	1.180	205.9	20.6	57.2	42.8	28
# 30	0.600	108.9	10.9	68.1	31.9	19
# 50	0.300	102.9	10.3	78.4	21.6	12
# 100	0.150	69.1	6.9	85.4	14.6	7
# 200	0.075	57.9	5.8	91.2	8.8	5
< # 200	(ASTM C-117)	88.1	8.8	100.0	0.0	

SLURRY SEAL	
GRADACIÓN TIPO	III

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO	
PESO TOTAL	: 997.9 g
PESO LAVADO	: 909.8 g
EQUIV. DE ARENA (ASTM D2419)	: 76 %
AZUL DE METILENO (AASHTO TP 57)	: 3 mg/g
OBSERVACIÓN:	
El material cumple con el huso granulométrico Tipo III, de la especificación EG-2013.	

CURVA GRANULOMÉTRICA
SLURRY SEAL TIPO III



Huapaya N.
Hector Huapaya N.
Coordinador de Laboratorio

Wendy Herencia
Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte: Lima, 31 de mayo del 2022

EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL USUARIO

REG-III-TEC-57.V01

SAN ANDRES ENSAYOS DE DESEMPEÑO CON 12.6% DE EMULSION



EXP. ABRASIÓN POR VÍA HÚMEDO
166-2022-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE ABRASIÓN POR VÍA HÚMEDO

SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022"
UBICACIÓN : HUANUCO
REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.
F. INGRESO : 11/05/2022

DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA CHANCADORA SAN ANDRES PRESENTACIÓN : TESTIGOS
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA CANTIDAD : 03 UNIDADES

ESPÉCIMEN		1	2	3
% de Emulsión CSS-1HP (%)		12.6	12.6	12.6
Peso del Espécimen Inicial (g)		1702.3	1711.2	1695.6
Peso del Espécimen Final (g)		1689.8	1698.0	1682.8
WTAT (g/m ²)		437.3	461.7	447.7
PROMEDIO WTAT (g/m ²)		448.9		

OBSERVACIONES:

1. Metodología usada según el ensayo EG-2013
2. Los especímenes fueron moldeados con 12.6% de emulsión, 9% de agua y 1% de cemento.

Hector Huapaya Ñ.
Coordinador de Laboratorio

Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte : Lima, 31 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.

TDM ASFALTOS S.A.C. Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín.
Teléfono 511-6169311 Fax 511-6169313

REG-III-TEC-100.V01



INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DE ASFALTO EN EXCESO EN MEZCLAS BITUMINOSAS POR EL USO DE UN MEDIDOR DE RUEDA CARGADA Y ADHESIÓN DE ARENA

SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022"
UBICACIÓN : HUANUCO
REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.
F. INGRESO : 11/05/2022

DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA CHANCADORA SAN ANDRES PRESENTACIÓN : TESTIGOS
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA CANTIDAD : 03 UNIDADES

ESPÉCIMEN		1	2	3
% de Emulsión CSS-1HP (%)		12.6	12.6	12.6
Peso del Espécimen Inicial (g)		525.6	531.8	541.6
Peso del Espécimen Final (g)		530.5	536.7	546.6
LWT (g/m ²)		377.3	388.4	396.3
PROMEDIO LWT (g/m ²)		387.3		

OBSERVACIONES:

1. Metodología usada según el ensayo EG-2013
2. Los especímenes fueron moldeados con 12.6% de emulsión, 9% de agua y 1% de cemento.

Hector Huapaya Ñ.
Coordinador de Laboratorio

Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte : Lima, 31 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.

TDM ASFALTOS S.A.C. Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín.
Teléfono 511-6169311 Fax 511-6169313

REG-III-TEC-101.V0



INFORME DE ENSAYO
TEST METHOD FOR WET STRIPPING OF CURED SLURRY SURFACING MIXTURES

SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE
PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022*
UBICACIÓN : HUANUCO
REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.
F. INGRESO : 11/05/2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN : CANTERA CHANCADORA SAN ANDRES TIPO DE PRODUCTO : EMULSIÓN CSS-1HP
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA

Ensayo	Resultado	Especificación
WET STRIPPING	99%	Mínimo 90%

OBSERVACIONES:

- 1. Metodo de ensayo utilizado ISSA TB 114.
- 2. El especimen fue moldeado con 12.6% de emulsión, 9% de agua y 1% de cemento.

Hector Huapaya N.
Coordinador de Laboratorio

Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte : Lima 31 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.

TDM ASFALTOS S.A.C. Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurin - Lurin.
Teléfono 511-6169311 Fax 511-6169313



INFORME DE ENSAYO

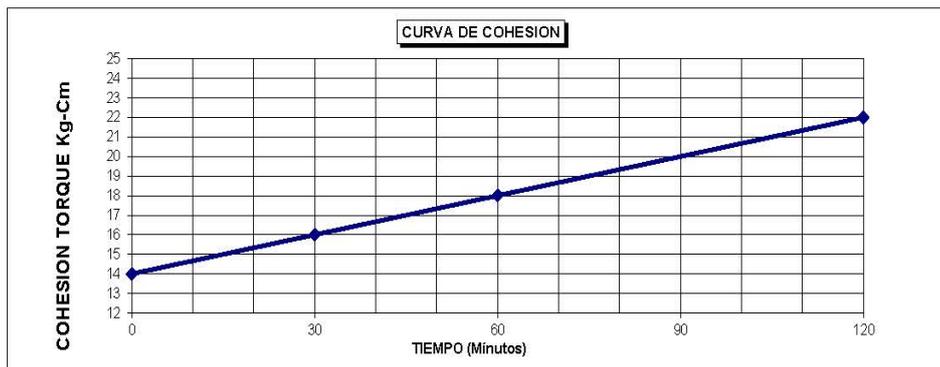
METODO DE ENSAYO PARA CLASIFICAR LAS LECHADAS BITUMINOSAS POR MEDIDA DE TORSION, EN EL COHESIOMETRO, EN FUNCION DEL TIEMPO DE CURADO

SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022"
UBICACIÓN : HUANUCO
REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.
F.INGRESO : 11/05/2022

DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: CANTERA CHANCADORA SAN ANDRES PRESENTACIÓN : 01 SACO DE POLIPROPILENO
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA CANTIDAD : 50 kg

TEMPERATURA LABORATORIO	EMULSION CSS-1hp (%)	CEMENTO (%)	AGUA (%)	ADITIVO (%)	TIEMPO ROTURA DE LA MEZCLA	COHESIÓN (Kg-cm)			
						00 mín.	30 mín.	60 mín.	120 mín.
26°C aprox.	12.6	1.0	9.0	--	-----	14	16	18	22



OBSERVACIONES :

1. Metodo de ensayo utilizado ISSA TB 139.
2. Se utilizó una Emulsion de Rotura Lenta Modificado con Polímero - CSS-1HP
3. Los especimenes fueron moldeados con 12.6% de emulsión, 9% de agua y 1% de cemento.

Hector Huapaya N.
Coordinador de Laboratorio

Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de emisión : Lima, 31 de mayo del 2022



INFORME DE ENSAYO
METODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LA MEZCLA DE SLURRY SEAL

SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022"
UBICACIÓN : HUANUCO
REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.
F.INGRESO : 11/05/2022

DETALLE DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN : CANTERA CHANCADORA SAN ANDRES
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA

ENSAYO	ÓPTIMO FLUJO RADIAL	RESULTADO
PRUEBA DE CONSISTENCIA (TB 106)	2.0 - 3.0 cm	4.0 cm

- OBSERVACIONES:**
1. Se utilizó una Emulsión de Rotura lenta Modificada con Polímero - CSS-1HP.
 2. Metodo de ensayo utilizado ISSA TB -106.
 3. Los especímenes fueron moldeados con 12.6% de emulsión, 9% de agua y 1% de cemento.


Hector Huapaya Ñ.
Coordinador de Laboratorio


Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte : Lima, 31 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.



INFORME DE ENSAYO
MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE MEZCLADO

SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE

PROYECTO : *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022*

UBICACIÓN : HUANUCO

REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.

F.INGRESO : 11/05/2022

DETALLE DE LA MUESTRA

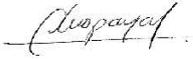
IDENTIFICACIÓN : CANTERA CHANCADORA SAN ANDRÉS

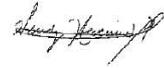
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA

TEMPERATURA DE LABORATORIO	EMULSION CSS-1hp (%)	CEMENTO (%)	ADITIVO (%)	AGUA (%)	TIEMPO DE TRABAJABILIDAD (Seg)
22°C-25°C aprox.	12.6	1.0	0.0	9.0	584

OBSERVACIONES :

1. Metodo de ensayo utilizado ISSA TB 113.
2. La mezcla fue realizada con 12.6% de emulsión, 9% de agua y 1% de cemento.


Hector Huapaya Ñ.
Coordinador de Laboratorio


Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de emisión : Lima, 31 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.
Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurin - Lurin. Teléfono (511) 6169311 Fax: 6169313

ENSAYOS R&M CHANCADORA



EXP. AZUL DE METILENO
165-2022-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE ENSAYO

VALOR DEL AZUL DE METILENO EN LOS AGREGADOS FINOS O MINERAL DE RELLENO

SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022"
UBICACIÓN : HUANUCO
REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.
F. INGRESO : 11/05/2022

DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA R&M CHANCADORA PRESENTACIÓN: 01 SACO DE POLIPROPILENO
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA CANTIDAD: 50 Kg

ENSAYO	VALOR DE AZUL DE METILENO (mg/g)
CANTERA R&M CHANCADORA	5,0

OBSERVACIONES :

1. Muestras de agregados provistas e identificadas por el peticionario.
2. Metodo de ensayo utilizado AASHTO TP 57.

Hector Huapaya N.
Coordinador de Laboratorio

Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte : Lima, 31 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.

TDM ASFALTOS S.A.C. Mza A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurin - Lurin.
Tel 511-6169311 F 511-6169313

REG-III-TEC-102.V01



EXP. EQUIVALENTE DE ARENA
165-2022-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA EN SUELOS Y AGREGADOS FINOS

SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022"

UBICACIÓN : HUANUCO

REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.

F. INGRESO : 11/05/2022

DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA R&M CHANCADORA

PRESENTACIÓN : 01 SACO DE POLIPROPILENO

DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA

CANTIDAD : 50 Kg

N° DE ENSAYO	1	2	3
Hora de entrada a saturación	9:00:00	9:05:00	9:10:00
Hora de salida de saturación	9:10:00	9:15:00	9:20:00
Hora de entrada a decantación	9:13:00	9:18:00	9:23:00
Hora de salida de decantación	9:33:00	9:38:00	9:43:00
Altura máxima de material fino (pulg.)	5,6	5,9	5,9
Altura máxima de la arena (pulg.)	3,4	3,6	3,5
Equivalente de Arena (%)	61,0	62,0	60,0

Promedio Equivalente de Arena (%)	61,0
-----------------------------------	------

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados provistas e identificadas por el peticionario.
- Metodo de ensayo utilizado ASTM D - 2419.

Hector Huapaya
Coordinador de Laboratorio

Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte : Lima, 31 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.

TDM ASFALTOS S.A.C. Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín.
Teléfono 511-6169311 Fax 511-6169313

REG-III-TEC-103.V0



INFORME DE ENSAYO
STANDARD METHOD OF TEST FOR COATING AND STRIPPING OF BITUMEN-AGGREGATE MIXTURES

SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022*

UBICACIÓN : HUANUCO

REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.

F. INGRESO : 11/05/2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA R&M CHANCADORA

DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA

Ensayo	Resultado	Especificación
Adherencia, ASTM D 1664	+95	+95

OBSERVACIONES:

1. Muestras de agregados provistas e identificadas por el peticionario.
2. Metodo de ensayo utilizado ASTM D 1664.

Hector Huapaya Ñ.
Coordinador de Laboratorio

Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte : Lima 31 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.

TDM ASFALTOS S.A.C. Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín.
Teléfono 511-6169311 Fax 511-6169313

REG-III-TEC-194.V0

ENSAYOS CHANCADORA SAN ANDRES



EXP. AZUL DE METILENO
166-2022-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE ENSAYO

VALOR DEL AZUL DE METILENO EN LOS AGREGADOS FINOS O MINERAL DE RELLENO

SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022"
UBICACIÓN : HUANUCO
REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.
F. INGRESO : 11/05/2022

DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA SAN ANDRES PRESENTACIÓN: 01 SACO DE POLIPROPILENO
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA CANTIDAD: 50 Kg

ENSAYO	VALOR DE AZUL DE METILENO (mg/g)
CANTERA SAN ANDRES	3,0

OBSERVACIONES :

1. Muestras de agregados provistas e identificadas por el peticionario.
2. Metodo de ensayo utilizado AASHTO TP 57.

Hector Huapaya N.
Coordinador de Laboratorio

Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte : Lima, 31 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.

TDM ASFALTOS S.A.C. Mza A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurin - Lurin.
Tel 511-6169311 F 511-6169313

REG-III-TEC-102.V0



INFORME DE ENSAYO
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA
EN SUELOS Y AGREGADOS FINOS

SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022"

UBICACIÓN : HUANUCO

REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.

F. INGRESO : 11/05/2022

DETALLE DE LA MUESTRA

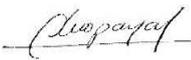
IDENTIFICACIÓN : CANTERA SAN ANDRES PRESENTACIÓN : 01 SACO DE POLIPROPILENO

DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA CANTIDAD : 50 Kg

N° DE ENSAYO	1	2	3
Hora de entrada a saturación	10:00:00	10:05:00	10:10:00
Hora de salida de saturación	10:10:00	10:15:00	10:20:00
Hora de entrada a decantación	10:13:00	10:18:00	10:23:00
Hora de salida de decantación	10:33:00	10:38:00	10:43:00
Altura máxima de material fino (pulg.)	4,7	4,6	4,7
Altura máxima de la arena (pulg.)	3,5	3,5	3,6
Equivalente de Arena (%)	74,0	76,0	77,0

Promedio Equivalente de Arena [%]	76,0
--	-------------

- OBSERVACIONES:**
- Muestras de agregados provistas e identificadas por el peticionario.
 - Metodo de ensayo utilizado ASTM D - 2419.


Hector Huapaya
Coordinador de Laboratorio


Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte : Lima, 31 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.



INFORME DE ENSAYO
STANDARD METHOD OF TEST FOR COATING AND STRIPPING OF BITUMEN-AGGREGATE MIXTURES

SOLICITANTE : LEANNA TEODOSIA MARTEL JORGE
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SLURRY SEAL ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS R&M CHANCADORA Y CHANCADORA SAN ANDRÉS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN HUANUCO- 2022"
UBICACIÓN : HUANUCO
REFERENCIA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE SLURRY SEAL TIPO III – ESPECIFICACIÓN EG-2013.
F. INGRESO : 11/05/2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA SAN ANDRES
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA

Ensayo	Resultado	Especificación
Adherencia, ASTM D 1664	+95	+95

OBSERVACIONES:

1. Muestras de agregados provistas e identificadas por el peticionario.
2. Metodo de ensayo utilizado ASTM D 1664.

Hector Huapaya Ñ.
Coordinador de Laboratorio

Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte : Lima 31 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.

TDM ASFALTOS S.A.C. Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín.
Teléfono 511-6169311 Fax 511-6169313

REG-III-TEC-194.V

**CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DEL LABORATORIO TDM
INGENIERÍA S.A.C.**



Nº 131576

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 0015-CLM-2020

Página 1 de 3

FECHA DE EMISION	: 2020-02-10	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
EXPEDIENTE	: 01191	
1. SOLICITANTE	: TDM ASFALTO S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. CADENT S.A.C. no se responsabiliza de lo perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
DIRECCIÓN	: MZ. A LT. 12 Z.I. LAS PRADERAS DE LURIN - LURIN - LIMA - LIMA.	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA	
MARCA	: OHAUS	
MODELO	: AX8201/E	
NÚMERO DE SERIE	: B432886668	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 8200 g	
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 0,1 g	
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 0,1 g (*)	
PROCEDENCIA	: CHINA	
IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA	
TIPO	: ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	: LABORATORIO DE DISEÑO	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2020-02-07	

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición Abril 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE DISEÑO de TDM ASFALTO S.A.C.
MZ. A LT. 12 Z.I. LAS PRADERAS DE LURIN - LURIN - LIMA - LIMA.

Jano Aníbal Maldonado
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO
Edición 10 Aprobado por: DT
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa Nº 1352 Urb. Pq. Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe / cadentsacperu@hotmail.com / operaciones@cadentsac.com.pe / web: www.cadentsac.com.pe

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Mínima	Máxima
Temperatura	27,4 °C	27,7 °C
Humedad Relativa	64 %	65 %

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL	pesas (exactitud E ₂)	LM - C - 113 - 2019
	pesas (exactitud F ₁)	LM - 080 - 2019
		LM - 739 - 2018

7. OBSERVACIONES

(*) Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

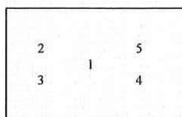
8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1= 4 000,0 g	Temp. (°C)		Carga L2= 8 200,0 g	Δ L(mg)	E(mg)
		Inicial	Final			
		27,4	27,4			
1	4 000,0	50	0	8 200,1	70	80
2	4 000,0	40	10	8 200,1	70	80
3	4 000,0	50	0	8 200,0	60	-10
4	4 000,0	40	10	8 200,0	40	10
5	4 000,0	30	20	8 200,0	40	10
6	4 000,0	60	-10	8 200,0	40	10
7	4 000,0	50	0	8 200,0	50	0
8	4 000,0	50	0	8 200,1	70	80
9	4 000,0	60	-10	8 200,0	30	20
10	4 000,0	50	0	8 200,0	30	20
Diferencia Máxima		30				90
Error máximo permitido ±		300 mg		±		300 mg





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	l(g)	Δ L(mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L(mg)	E(mg)	Ec(mg)
1	1,0	1,0	50	0	2 500,0	2 500,0	50	0	0
2		1,0	40	10		2 500,0	40	10	0
3		1,0	50	0		2 500,0	60	-10	-10
4		1,0	40	10		2 500,1	70	80	70
5		1,0	50	0		2 500,1	70	80	80

Temp. (°C) Inicial 27,6 Final 27,6

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 300 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) (±mg)
	l(g)	Δ L(mg)	E(mg)	Ec(mg)	l(g)	Δ L(mg)	E(mg)	Ec(mg)	
1,0	1,0	50	0						100
5,0	5,0	50	0	0	5,0	50	0	0	100
500,0	500,0	60	-10	-10	500,0	30	20	20	100
1 000,0	1 000,0	70	-20	-20	1 000,1	70	80	80	200
1 500,0	1 500,0	70	-20	-20	1 500,1	30	120	120	200
2 000,0	2 000,0	60	-10	-10	2 000,1	40	110	110	200
3 000,0	3 000,0	70	-20	-20	3 000,1	30	120	120	300
4 000,0	4 000,0	80	-30	-30	4 000,1	50	100	100	300
5 000,0	5 000,0	60	-10	-10	5 000,2	60	190	190	300
6 000,0	6 000,0	70	-20	-20	6 000,1	70	80	80	300
8 200,0	8 200,0	70	-20	-20	8 200,0	30	20	20	300

Temp. (°C) Inicial 27,6 Final 27,7

(**) error máximo permitido

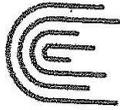
LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	=	$R + 4,72E-06 \times R$
Incertidumbre Expandida	=	$2 \times (6,27E-03 \text{ g}^2 + 5,10E-10 \times R^2)^{1/2}$

donde el símbolo E-xx significa potencia de 10. Ejemplo : E-03 = 10⁻³

- l, R : Indicación de la balanza
- ΔL : Carga Incrementada
- E : Error encontrado
- E₀ : Error en cero
- E_c : Error corregido





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración

LM - 080 - 2019

Página 1 de 4

Expediente	1032091	<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	CAPACITACION Y DESARROLLO DE NUEVA TECNOLOGIA S.A.C.	
Dirección	Jr. Llumpa N° 1352 Urb. Parque El Naranjal Los Olivos Lima	
Patrón de Medición	PESA	
Valor Nominal	2 kg	
Clase de Exactitud	F1	
Material	ACERO INOXIDABLE	
Marca	METTLER TOLEDO	
Procedencia	NO INDICA	
Número de Serie	11119465	
Cantidad	1	
Fecha de Calibración	2019-03-05	

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	Area de Mecánica	Laboratorio de Masa
2019-03-05	 ALDO QUIROGA ROJAS Dirección de Metrología	 LUZ MARRIA CORI ALMONTE Dirección de Metrología



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

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología
Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración LM - 080 - 2019

Página 2 de 4

Método de Calibración

Norma Metrológica Peruana NMP 004:2007 "Pesas de las Clases E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, M3

Lugar de Calibración

Laboratorio de Masas
Calle De la Prosa N° 150, San Borja - Lima

Condiciones Ambientales

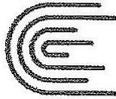
	INICIAL	FINAL
Temperatura	21,89 °C	21,77 °C
Humedad Relativa	51,7 %	46,8 %
Presión Atmosférica	993 mbar	993 mbar

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del Centro Español de Metrología	PESAS (Clase de exactitud E1)	180467001

Observaciones

Manipular la pesa con cuidado y mantenerla limpia para evitar la alteración de su masa.
Se ha considerado para la determinación de la masa una densidad : 7 950 kg/m³
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología
Laboratorio de Masas

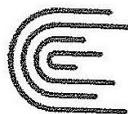
Certificado de Calibración LM - 080 - 2019

Página 3 de 4

Resultados de Medición

VALOR NOMINAL	IDENTIF.	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	FORMA	MATERIAL	ERROR MAXIMO PERMITIDO
2 kg	-	2 kg - 0,8 mg	3,0 mg	CILINDRICA CON BOTON	ACERO INOXIDABLE	F1 10 mg

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias Nº 817, San Isidro, Lima - Perú
Tel: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología
Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración LM – 080 – 2019

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos 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 reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

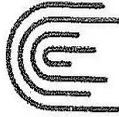
El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metroológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.



INACAL
 Instituto Nacional
 de Calidad
 Metrología

Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración

LM - C - 113 - 2019

Consistente con las capacidades de medida y
 Calibración (CMC – MRA)

Página 1 de 4

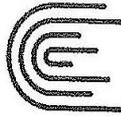
Expediente	1032560	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>Este certificado es consistente con las capacidades que se incluyen en el Apéndice C del MRA elaborado por el CIPM. En el marco del MRA, todos los institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y medición para las magnitudes, alcances e incertidumbres de medición especificados en el Apéndice C (para más detalles ver http://www.bipm.org).</p> <p><i>This certificate is consistent with the capabilities that are included in Appendix C of the MRA drawn up by the CIPM. Under the MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see http://www.bipm.org).</i></p>
Solicitante	CAPACITACION Y DESARROLLO DE NUEVA TECNOLOGIA S.A.C.	
Dirección	Jr. Llumpa N° 1352 Urb. Parque El Naranjal Los Olivos Lima	
Patrón de Medición	PESAS	
Valor Nominal	1 mg a 1 kg	
Clase de Exactitud	E2	
Material	ACERO INOXIDABLE	
Marca	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Número de Serie	IM-010 (*)	
Cantidad	25	
Fecha de Calibración	2019-03-28 al 2019-03-29	

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	Area de Mecánica	Laboratorio de Masas
 2019-03-29	 ALDO QUIROGA ROJAS	 LUZ MARINA CORI ALMONTE
	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

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





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología
Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración LM - C - 113 - 2019

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC - MRA)

Página 2 de 4

Método de Calibración

La calibración fue ejecutada mediante comparación con los patrones de referencia del laboratorio de calibración según el método de sustitución con corrección del empuje del aire

Lugar de Calibración

Laboratorio de Masas
Calle De la Prosa N° 150, San Borja - Lima

Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura	22,08 °C	21,87 °C
Humedad Relativa	49,9 %	52,3 %
Presión Atmosférica	996 mbar	992 mbar

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del Centro Español de Metrología	PESAS (Clase de exactitud E1)	180467001

Observaciones

Manipular las pesas con cuidado y mantenerlas limpias para evitar la alteración de su masa.
Se ha considerado para la determinación de la masa una densidad : 7 950 kg/m³.
La pesa con valor nominal de 10 g presenta un error mayor al error máximo permitido para pesas de clase de exactitud E2.
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL - DM a la caja que contiene a las pesas.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración

LM - C - 113 - 2019

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC - MRA)

Página 3 de 4

Resultados de Medición

Masa convencional y error máximo permitido de conformidad con OIML R 111 - 2004 y NMP-004-2007

VALOR NOMINAL	IDENTIF.	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	FORMA	MATERIAL	ERROR MAXIMO PERMITIDO E2
1 mg	--	1 mg - 0,003 mg	0,002 mg	HILO	ACERO INOXIDABLE	0,006 mg
2 mg	--	2 mg + 0,002 mg	0,002 mg	HILO	ACERO INOXIDABLE	0,006 mg
2 mg	(-)	2 mg + 0,002 mg	0,002 mg	HILO	ACERO INOXIDABLE	0,006 mg
5 mg	--	5 mg + 0,003 mg	0,002 mg	HILO	ACERO INOXIDABLE	0,006 mg
10 mg	--	10 mg + 0,000 mg	0,003 mg	HILO	ACERO INOXIDABLE	0,008 mg
20 mg	--	20 mg + 0,005 mg	0,003 mg	HILO	ACERO INOXIDABLE	0,010 mg
20 mg	(-)	20 mg + 0,005 mg	0,003 mg	HILO	ACERO INOXIDABLE	0,010 mg
50 mg	--	50 mg + 0,000 mg	0,004 mg	HILO	ACERO INOXIDABLE	0,012 mg
100 mg	--	100 mg + 0,002 mg	0,005 mg	HILO	ACERO INOXIDABLE	0,016 mg
200 mg	--	200 mg + 0,006 mg	0,006 mg	HILO	ACERO INOXIDABLE	0,020 mg
200 mg	(-)	200 mg - 0,011 mg	0,006 mg	HILO	ACERO INOXIDABLE	0,020 mg
500 mg	--	500 mg - 0,020 mg	0,008 mg	HILO	ACERO INOXIDABLE	0,025 mg
1 g	--	1 g - 0,013 mg	0,010 mg	CLINDRICA CON BOTON	ACERO INOXIDABLE	0,03 mg
2 g	--	2 g - 0,006 mg	0,012 mg	CLINDRICA CON BOTON	ACERO INOXIDABLE	0,04 mg
2 g	(.)	2 g - 0,007 mg	0,012 mg	CLINDRICA CON BOTON	ACERO INOXIDABLE	0,04 mg
5 g	--	5 g - 0,031 mg	0,016 mg	CLINDRICA CON BOTON	ACERO INOXIDABLE	0,05 mg
10 g	--	10 g - 0,081 mg	0,020 mg	CLINDRICA CON BOTON	ACERO INOXIDABLE	0,06 mg
20 g	--	20 g - 0,072 mg	0,025 mg	CLINDRICA CON BOTON	ACERO INOXIDABLE	0,08 mg
20 g	(.)	20 g - 0,069 mg	0,025 mg	CLINDRICA CON BOTON	ACERO INOXIDABLE	0,08 mg
50 g	--	50 g - 0,03 mg	0,03 mg	CLINDRICA CON BOTON	ACERO INOXIDABLE	0,10 mg
100 g	--	100 g - 0,05 mg	0,05 mg	CLINDRICA CON BOTON	ACERO INOXIDABLE	0,16 mg
200 g	--	200 g + 0,16 mg	0,10 mg	CLINDRICA CON BOTON	ACERO INOXIDABLE	0,3 mg
200 g	(.)	200 g - 0,29 mg	0,10 mg	CLINDRICA CON BOTON	ACERO INOXIDABLE	0,3 mg
500 g	--	500 g - 0,23 mg	0,25 mg	CLINDRICA CON BOTON	ACERO INOXIDABLE	0,8 mg
1 kg	--	1 kg + 0,1 mg	0,5 mg	CLINDRICA CON BOTON	ACERO INOXIDABLE	1,6 mg

NOTA: La caja que contiene a las pesas está identificada con el código IM-010

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





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración LM - C - 113 - 2019

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC - MRA)

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Puesto que en general no se indica covariancias, hay que sumar para combinaciones de pesas las incertidumbres según la fórmula:

$$u_g = \sum u_i$$

siendo u_g la incertidumbre total y u_i las incertidumbres de las pesas empleadas.

Recalibración

Los resultados son válidos 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 reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

LABORATORIO DE MASAS - LM

Diversos servicios del Laboratorio de Masas cuentan con el reconocimiento internacional ya que están incluidos en el Apéndice C, dentro del marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo internacional (MRA) del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) conforme puede verse en la base de datos internacional del Bureau International des Poids et Mesures-BIPM en el siguiente link

http://www.bipm.org/exalead/kcdb/lexa/kcdb.jsp?c=+12386644022181527139&C=eJylz2FlzW0IL866HZ2cYp3LChlzUvJrhBmiM8vKMNmZvbmMQzq1MT5izQAKJBQvGDPE5uSB2AZqsZChILSpIIM*ILHERzchMDJqAAAuGRu&p=AppC

Concordantemente todos estos servicios tienen su Sistema de Calidad aprobado por el Quality System Task Force (QSTF) que es el grupo encargado de evaluar los Sistemas de Calidad de los Institutos Nacionales de Metrología INMs del Sistema Interamericano de Metrología (SIM).

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





INACAL
 Instituto Nacional
 de Calidad
 Metrología

Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración

LM - 739 - 2018

Página 1 de 4

Expediente	103644	<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 metrologías 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	CAPACITACION Y DESARROLLO DE NUEVA TECNOLOGIA S.A.C.	
Dirección	Jr. Llumpa N° 1352 Urb. Parque El Naranjal Los Olivos Lima	
Patrón de Medición	PESA	
Valor Nominal	5 kg	
Clase de Exactitud	NO INDICA	
Material	ACERO INOXIDABLE	
Marca	INSCO	
Procedencia	NO INDICA	
Número de Serie	15287	
Cantidad	1	
Fecha de Calibración	2018-12-11	

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	Area de Mecánica	Laboratorio de Masa
		
2018-12-11	ALBO QUIROGA ROJAS	LUZ MARINA CORI ALMONTE
	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

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

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología
Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración LM – 739 – 2018

Página 2 de 4

Método de Calibración

Norma Metroológica Peruana NMP 004:2007 "Pesas de las Clases E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, M3

Lugar de Calibración

Laboratorio de Masas
Calle De la Prosa N° 150, San Borja - Lima

Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura	20,63 °C	20,58 °C
Humedad Relativa	50,7 %	50,1 %
Presión Atmosférica	994 mbar	994 mbar

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del Centro Español de Metrología	PESAS (Clase de exactitud E1)	162172001

Observaciones

Manipular la pesa con cuidado y mantenerla limpia para evitar la alteración de su masa.
Se ha considerado para la determinación de la masa una densidad : 7 950 kg/m³
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología
Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración LM – 739 – 2018

Página 2 de 4

Método de Calibración

Norma Metroológica Peruana NMP 004:2007 "Pesas de las Clases E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, M3

Lugar de Calibración

Laboratorio de Masas
Calle De la Prosa N° 150, San Borja - Lima

Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura	20,63 °C	20,58 °C
Humedad Relativa	50,7 %	50,1 %
Presión Atmosférica	994 mbar	994 mbar

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del Centro Español de Metrología	PESAS (Clase de exactitud E1)	162172001

Observaciones

Manipular la pesa con cuidado y mantenerla limpia para evitar la alteración de su masa.
Se ha considerado para la determinación de la masa una densidad : 7 950 kg/m³
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología
Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración LM – 739 – 2018

Página 3 de 4

Resultados de Medición

VALOR NOMINAL	IDENTIF.	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	FORMA	MATERIAL
5 kg	--	5 kg - 11,9 mg	8,0 mg	CLINDRICA CON BOTON	ACERO INOXIDABLE

VALOR NOMINAL	ERROR MAXIMO PERMITIDO		
	OIML		ASTM
	E2	F1	1
5 kg	8,0 mg	25 mg	12 mg

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



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración

LM - 739 - 2018

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement"). La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos 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 reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

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

COMPROBANTE DE PAGO AL LABORATORIO TDM INGENIERIA S.A.C.

BCP
DEPOSITO CUENTA CORRIENTE USD
OF./365000-VA0G-S94112 OP-0427114 14/03/2022
Hora:18:16:57
TDM INGENIERIA S.A.C.
CODIGO DE CUENTA: 193-2102856-1-78
CCI : 00219300210285617811
IMPORTE DEPOSITADO: US\$*****840.00

BCP
DEPOSITO CUENTA CORRIENTE USD
OF./365000-VA0C-S85230 OP-0296327 22/03/2022
Hora:10:43:53
TDM INGENIERIA S.A.C.
CODIGO DE CUENTA: 193-2102856-1-78
CCI : 00219300210285617811
IMPORTE DEPOSITADO: US\$*****151.50