

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE LA EMULSIÓN CATIÓNICA TIPO CSS-1H PARA IMPRIMACIÓN DE BASES GRANULARES

Presentado por:

Bach. BENITES HUARCAYA, Jhonatan

Línea de Investigación Institucional:

Urbanismo y transportes

Línea de Investigación Escuela Académica Profesional:

Transportes

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2020

FALSA PORTADA

ASESOR

ING. ALCIDES LUIS FABIÁN BRAÑEZ

DEDICATORIA

A mis padres, por ser pilar fundamental en mi vida, por haberme traído a este mundo, inculcarme buenos valores y darme la mejor educación.

Bach. Benites Huarcaya, Jhonatan

AGRADECIMIENTO

A mis padres, a las personas de mi alrededor por haberme brindado su apoyo que ha sido sumamente importante para mí, el cual no fue sencillo culminar con éxito esta tesis sin embargo siempre me estuvieron motivando.

Bach. Benites Huarcaya, Jhonatan



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

CONSTANCIA N° 250

Que, el (la) bachiller: **JHONATAN, BENITES HUARCAYA**, de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, presentó la tesis denominada **“EFECTO DE LATEMPERATURA DE LA EMULSIÓN CATIONICA TIPO CSS-1H PARA IMPRIMACIÓN DE BASES GRANULARES”**, la misma que cuenta con 133 Páginas, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **29%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 11 de agosto del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Presidente

Mg. Vidal Victor Calsina Colqui
Jurado 1

Mg. Jesus Iden Cardenas Capcha
Jurado 2

Mg. Fernando Anacleto Boza Ccora
Jurado 3

Ing. Leonel Untiveros Peñaloza.
Secretario Docente

INDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE	vii
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I	17
EL PROBLEMA DE INVESTIGACION	17
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.2. Formulación del problema.....	18
1.2.1. Problema general	18
1.2.2. Problemas específicos	18
1.3. Justificación de la investigación	18
1.3.1. Justificación práctica	18
1.3.2. Justificación científica.....	18
1.3.3. Justificación metodológica	19
1.4. Delimitación de la investigación	19
1.4.1. Delimitación espacial.....	19
1.4.2. Delimitación temporal.....	19
1.4.3. Delimitación económica	19
1.5. Limitaciones	20
1.6. Objetivos de la investigación	20
1.6.1. Objetivo general	20
1.6.2. Objetivos específicos	20
CAPÍTULO II	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes de la investigación	21
2.1.1. Antecedentes internacionales	21
2.1.2. Antecedentes nacionales	24
2.2. Marco conceptual.....	26

2.2.1. Definición de la emulsión y aspectos fisicoquímicos	26
2.2.2. Emulsión asfáltica	28
2.2.3. Conservación de Bases Granulares	45
2.3. Definiciones de términos.....	56
2.4. Hipótesis.....	57
2.4.1. Hipótesis general	57
2.4.2. Hipótesis específica.....	57
2.5. Variables	57
2.5.1. Definición conceptual de las variables.....	57
2.5.2. Definición operacional de la variable	57
2.5.3. Operacionalización de variables.....	58
CAPÍTULO III	60
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	60
3.1. Método de investigación	60
3.2. Tipo de investigación.....	60
3.3. Nivel de la investigación.....	61
3.4. Diseño de la investigación	61
3.5. Población y muestra	61
3.5.1. Población	61
3.5.2. Muestra	62
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	62
3.6.1. Técnicas.....	62
3.6.2. Instrumentos	63
3.7. Procesamiento de la información	63
3.7.1. Análisis Granulométrico (ASTM C 136).....	63
3.7.2. Abrasión Los Ángeles (ASTM C 131).....	64
3.7.3. Durabilidad al sulfato de magnesio (ASTM C 88).....	65
3.7.4. Límite líquido (ASTM D 4318)	66
3.7.5. Límite plástico (ASTM D 4318).....	67
3.7.6. Proctor modificado (ASTM D 1557).....	68
3.7.7. CBR (ASTM D 1883).....	69
3.8. Técnicas y análisis de datos	70
CAPÍTULO IV.....	71
RESULTADOS.....	71
4.1. Ensayos previos.....	71

4.1.1	Ensayo granulométrico por tamizado	71
4.1.2	Requerimiento de agregados	73
4.3.	Penetración de imprimación	77
4.4.	Viscosidad de la emulsión	78
4.5.	Impermeabilización por imprimación	80
4.5.	Resultados de la investigación	81
4.5.1	Control de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H sobre la viscosidad en la imprimación de bases granulares.	81
4.5.2	Evaluación de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H en el grado de penetración en la imprimación de bases granulares.....	82
4.5.3	Determinación de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H en la impermeabilización de las bases granulares	82
4.5.4	Resumen del efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares.....	82
CAPÍTULO V		84
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		84
5.1	Discusión de resultados con antecedentes.	84
CONCLUSIONES		86
RECOMENDACIONES		87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		88
ANEXOS		91
Anexo N°01: Matriz de consistencia		92
Anexo N°02: Panel fotográfico.....		95
Anexo N°03: Certificado de los Ensayos.....		107

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas aniónicas.	32
Tabla 2: Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas catiónicas.	33
Tabla 3: Emulsiones catiónicas.	34
Tabla 4: Clasificación de las emulsiones asfálticas.	36
Tabla 5: Tipo de rotura.	37
Tabla 6: Diferentes tipos de suspensiones.	38
Tabla 7: Tipo de rotura.	45
Tabla 8: Especificación granulométrica para base granular.	46
Tabla 9: Características del agregado grueso para base granular.	47
Tabla 10: Características del agregado fino para base granular.	48
Tabla 11: Uso típico de las diferentes clases de base granular.	50
Tabla 12: Niveles de tránsito.	51
Tabla 13: Correspondencia entre clases de capas granulares, el tipo de pavimento y las categorías de tránsito.	51
Tabla 14: Requisitos de los agregados para bases granulares INVIAS.	52

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de una emulsión.	27
Figura 2: Esquema de la nomenclatura según la norma ASTM D2397.	28
Figura 3: Esquema de una emulsión aniónica y de una catiónica.	30
Figura 4: Interfase compuesta por las moléculas del emulsificante.	31
Figura 5: Dispersión de glóbulos y orientación del emulsificante en el glóbulo del ligante.	35
Figura 6: Esquema de un glóbulo que forma una emulsión aniónica y una catiónica.	36
Figura 7: Ruptura de una Emulsión Asfáltica sobre un Material Pétreo.	38
Figura 8: Ionización de aminas grasas a pH ácidos.	41
Figura 9: Ionización de aminas grasas a pH ácidos.	41
Figura 10: Ionización de aminas grasas a pH ácidos.	41
Figura 11: Mecanismos de estabilización de una emulsión asfáltica.	42
Figura 12: Mecanismos de estabilización de una emulsión asfáltica.	43
Figura 13: Estructura de pavimento flexible.	55

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N°1: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría del agregado grueso según referencia de la norma (ASTM C 136).....	96
Fotografía N°2: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C 136).	96
Fotografía N°3: Determinar la clasificación de los materiales según los requerimientos para base granular con la gradación “A” según referencia de la norma (ASTM D 1241).	97
Fotografía N°4: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la hora de saturación y decantación según referencia de la norma (ASTM D 2419 – 14).	97
Fotografía N°5: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena en pulgadas, según referencia de la norma (ASTM D 2419 -14).....	98
Fotografía N°6: Determinar la resistencia a la degradación por el método “B” utilizando agregado de ½” y 3/8” con el peso de 2500, con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131).	98
Fotografía N°7: Determinar la resistencia a la degradación por el método “B” utilizando 11 esferas con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131).....	99
Fotografía N°8: Determinar la resistencia a la degradación pesando la masa del agregado para medir el desgaste del agregado mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131).	99
Fotografía N°9: Determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18).....	100
Fotografía N°10: Este método de ensayo es para determinar el límite líquido y plástico según referencia de la norma (ASTM D 4318).....	100

Fotografía N°11: Este ensayo es para determinar el límite líquido y plástico, con el equipo con el método Casagrande según referencia de la norma (ASTM D 4318).	101
Fotografía N°12: Distribuir uniformemente las muestras añadiendo el porcentaje de agua, para realizar el ensayo de proctor modificado según referencia de la norma (ASTM D 1557).	101
Fotografía N°13: Se distribuye uniformemente de una a una las 5 porciones de la muestra dentro del molde, y a cada capa se le aplica la compactación de 56 golpes según referencia de la norma (ASTM D 1557).	102
Fotografía N°14: Culminando la compactación se procede a retirar el collarín y se enrasa cuidadosamente el suelo compactado rellenando así cualquier concavidad formada según referencia de la norma ASTM D 1557).	102
Fotografía N°15: Se distribuye uniformemente de una a una las 5 porciones de la muestra dentro del molde, y a cada capa se le aplica la compactación adecuada según referencia de la norma (ASTM D 1883).	103
Fotografía N°16: Determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte en bases granulares según referencia de norma (ASTM 1883).	103
Fotografía N°17: Lectura del espesor de imprimación en los moldes con material de base granular imprimando emulsión catiónica CSS-1H a distintas temperaturas (20°C, 22°C, 24°C, 26°C, 28°C, 30°C, 32 °C y 34°C).	104
Fotografía N°18: Lectura del espesor de imprimación en los moldes con material de base granular imprimando emulsión catiónica CSS-1H a distintas temperaturas (20°C, 22°C, 24°C, 26°C, 28°C, 30°C, 32 °C y 34°C).	104
Fotografía N°19: Determinar la consistencia de la emulsión CSS-1H mediante sus características de flujo a distintas temperaturas: (20°C, 24°C, 28°C y 32°C) para tener una mezcla asfáltica homogénea con la viscosidad según referencia de la norma (ASTM D88).	105
Fotografía N°20: Verter la mezcla asfáltica en caliente y filtrar con la malla N°20 según referencia de norma (ASTM D88).	105
Fotografía N°21: Se determina y controla el tiempo con el cronograma con respecto a la viscosidad de la emulsión CSS-1H según referencia de la norma (ASTM D88).	106

RESUMEN

En la presente tesis se plantea como problema general: ¿Cómo interviene la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares? siendo el objetivo general: Analizar el efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares. Y como hipótesis general: El efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H mejoraría la imprimación de bases granulares.

El método de la investigación es cuantitativo, con un tipo de investigación aplicada, con un nivel de investigación explicativo y un diseño de investigación experimental, se va a considerar una población y muestra, 24 briquetas con la mejor dosificación para la dosificación de una buena temperatura con dos tramos de prueba 3x3 m² de mezcla asfáltica, se realizará un análisis más detallado de la temperatura de imprimación en emulsiones asfálticas de rotura lenta lo cual permitirá realizar un grado de correlación entre la temperatura y el grado de penetración sin alterar las propiedades de impermeabilización.

Tiene como conclusión general: que en el proceso de imprimación de bases granulares secas con la emulsión catiónica CSS – 1H, la temperatura influye directamente en sus cualidades, ya que si esta se eleva produce mejores resultados.

PALABRAS CLAVES: Temperatura, emulsión catiónica, imprimación, base granular.

ABSTRACT

In this thesis, the general problem is raised: How does the temperature of the CSS-1H type cationic emulsion for granular base primers intervene? being the general objective: To analyze the effect of the temperature of the cationic emulsion type CSS-1H for primer of granular bases. And as a general hypothesis: The effect of the temperature of the CSS-1H type cationic emulsion would improve the priming of granular bases.

The research method is quantitative, with a type of applied research, with an explanatory level of research and an experimental research design, a population and sample will be considered, 24 briquettes with the best dosage for the dosage of a good temperature. With two 3x3 m² test sections of asphalt mixture, a more detailed analysis of the priming temperature in slow-breaking asphalt emulsions will be carried out, which will allow a degree of connection to be made between the temperature and the degree of penetration without altering the waterproofing properties. .

It has as a general conclusion: that in the process of priming dry granular bases with the CSS-1H cationic emulsion, the temperature directly influences its qualities, since if it rises it produces better results.

KEY WORDS: Temperature, cationic emulsion, primer, granular base.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares”, nace de la problemática de cómo interviene la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares.

La investigación para su mayor comprensión consta de cinco capítulos, analizados y distribuidos de la siguiente manera:

EL CAPÍTULO I.- Se detalla el planteamiento del problema, el problema general, los problemas específicos, el objetivo general, los objetivos específicos de la investigación, la justificación de la investigación y las limitaciones de la investigación.

EL CAPÍTULO II.- Se desarrolla los antecedentes internacionales, nacionales de la investigación, el marco teórico, las bases teóricas, las definiciones conceptuales, formulación de hipótesis general y específica.

EL CAPÍTULO III.- Se detalla la metodología empleada de la investigación, las variables independiente y dependiente, el método, el tipo, el diseño de la investigación, la población, la muestra y la operacionalización de variables.

EL CAPÍTULO IV.- Presenta el desarrollo de los resultados donde se realiza los resultados obtenidos en el laboratorio y su proceso de cálculo para su análisis representativo.

EL CAPÍTULO V.- Se presenta la discusión de resultados.

Bach. Benites Huarcaya, Jhonatan

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema

A nivel internacional el proceso de colocación de imprimantes en las bases granulares lo cual ha desarrollado un análisis sobre la humedad del suelo, calidad del suelo, tipo de imprimante, la temperatura de dosificación, desarrollándose más la tecnología norteamericana, en las vías construidas en los años 90 han presentado una serie de patologías por el tema del ligante asfáltico ya que al aplicar líquidos no tan densos hacían que la base granular no sea impermeabilizada totalmente ya que en estas zonas se presenta una capa freática y por un proceso de capilaridad el agua sube a la superficie generando una falla estructural.

A nivel latinoamericano en el país de Costa Rica ha presentado una diversidad de fallas que han llevado poder reformular sus procesos constructivos, llevando así un desarrollo en la calidad del imprimante utilizado en las bases granulares, logrando generar unas vías factibles y con un buen confort, utilizaron los diferentes tipos de RC, la nueva tendencia de los líquidos utilizados en la imprimación asfáltico como el uso de emulsiones asfálticas modificadas han llevado a tener en cuenta la temperatura de las emulsiones en relación a su tipo de rotura y su grado de penetración en la base granular.

En nuestro país el proceso constructivo, de pavimentos flexibles han llevado a el uso de alternativas en la imprimación asfáltica de bases granular ya que el

control de calidad de los materiales no presenta un régimen muy riguroso sobre los controles respectivos, colocando sobre bases granulares el líquido asfáltico sin controles de dosificación ni la temperatura de imprimación, es por ello que la temperatura de imprimación de bases granulares presentaran una falla a nivel estructural como lo ocurrido en la carpeta asfáltica de la ciudad universitaria antes del recapeo.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo interviene la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo varia la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H sobre la viscosidad en la imprimación de bases granulares?
- b) ¿De qué manera interviene la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H en el grado de penetración para imprimación de bases granulares?
- c) ¿Cuánto varía la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H en la impermeabilización para imprimación de bases granulares?

1.3. Justificación de la investigación

La justificación de la investigación recae en cómo interviene la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares.

1.3.1. Justificación práctica

La justificación practica viene a resolver un problema y la proposición de estrategias que al aplicarse contribuyen en la solución del problema. (Méndez Álvarez, 2020)

La justificación práctica determinará la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares siendo así que la presente investigación resolverá un problema real y de ser el caso tenga relación con otros problemas prácticos.

1.3.2. Justificación científica

Méndez (2012), sostiene que la justificación teórica o científica tiene un propósito de estudio encargado de generar un debate académico basado en conocimientos existentes confrontando teorías mediante un contraste de resultados a base de la epistemología existente.

La justificación teórica se da por el manual de ensayos de materiales la cual nos permitirá obtener la optimización y mejor resultados con la intervención de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares.

1.3.3. Justificación metodológica

Méndez Álvarez (2020), nos menciona que la justificación metodología se emplea cuando se realiza un nuevo método o una estrategia innovadora para generar nuevos conocimientos válidos y confiables aplicables en la realidad. Esto a base de nuevos métodos y técnicas para generar nuevos conocimientos.

Con la presente investigación se pretende predecir la intervención de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares, la cual nos permitirá obtener fichas que servirán como un antecedente que pueden ser utilizados en futuras construcciones de nuestro medio, para las diferentes condiciones climáticas y estructurales a la que será sometida la estructura.

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Delimitación espacial

El desarrollo de la presente tesis se dio en el distrito y la provincia de Huancayo, en la Región Junín.

1.4.2. Delimitación temporal

El desenvolvimiento de la tesis propuesta se llevó a cabo en el año 2020 finalizándose en el 2022.

1.4.3. Delimitación económica

El costo total para la investigación asciende a un valor de S/. 12,300.00 (Doce mil trescientos con 00/100 soles).

1.5. Limitaciones

No se ha encontrado muchos libros específicos sobre los diferentes tipos de la emulsión catiónica tipo CSS-1H a nivel nacional por lo que se recurrió a material de otros países y a algunas tesis realizadas en el país.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Analizar el efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar cómo varía la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H sobre la viscosidad en la imprimación de bases granulares.
- b) Evaluar de qué manera interviene la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H en el grado de penetración para imprimación de bases granulares.
- c) Calcular cuánto varía la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H en la impermeabilización de bases granulares.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Reyes Ortiza, Camacho Tauta, & Reyes Lizcano, 2018) presentaron el artículo científico **Titulado:** “Influencia de la temperatura y nivel de energía de compactación en las propiedades dinámicas de una mezcla asfáltica”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar el efecto en el módulo dinámico, densidad, estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica, empleando la **metodología** Cuantitativa con un tipo de investigación Aplicada de nivel Explicativo con un diseño Experimental, obteniendo como **resultado:** Para un nivel alto de energía de compactación (75 golpes) los mayores módulos dinámicos están a 140 °C y a las temperaturas de 110 y 100 °C, los descensos ascienden hasta 20%, y finalmente **concluyo:** Mencionando que La estabilidad y densidad máxima de la mezcla asfáltica se encuentra entre 140 y 150 °C de temperatura de compactación.

(Jiménez Acuña, Sibaja Obando, & Molina Zamora, 2018) presentaron el artículo científico **Titulado:** “Mezclas asfálticas en frío en Costa Rica”, el cual fija como **objetivo general:** Proveer el soporte técnico relacionado con los conceptos teóricos y prácticos, empleando la **metodología:** Científico, aplicativo, obteniendo como **resultado:** Nos menciona que las especificaciones para mezclas en frío están más relacionadas con las especificaciones de los componentes que con el desempeño a largo plazo, no obstante en las Tablas 17, 18 y 19 se muestran los requerimientos para las mezclas asfálticas con granulometría densa con emulsión asfáltica y asfalto rebajado, para los dos métodos de diseño, y finalmente **concluyo:** Que la mezcla asfáltica producida con emulsión presenta demasiada aceptación a nivel internacional por lo que son amigables con el ambiente.

(Rosero Alvarado, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Estudio experimental de la resistencia de la adherencia entre capas en la construcción de carpetas asfálticas en caliente”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar los factores que controlan la resistencia al corte y fijar los niveles de exigencia o requerimientos mínimos de resistencia al corte que se deben cumplir para conseguir el monolitismo en la construcción de carpetas asfálticas en caliente, empleando la **metodología:** cuantitativa, con un tipo de investigación aplicada con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Como era esperable, reducir la temperatura de compactación de la segunda capa reduce la adherencia, independiente del tipo de emulsión, y finalmente **concluyo:** Mencionando que cualquier tipo de contaminación del residuo o de disminución de la temperatura de compactación recomendada, reduce considerablemente el porcentaje de adherencia.

(Ontiveros Rojas, 2017) presento la tesis de posgrado **Titulado:** “Evaluación de la adherencia entre capas de pavimento empleando diferentes emulsiones asfálticas”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar la capacidad de adherencia de distintas emulsiones asfálticas que se emplean como material de liga entre las capas de pavimento, empleando la **metodología:** científico, aplicativo, obteniendo como

resultado: Nos dice que efectivamente un asfalto más dúctil o bien más blando, tiene mayor resistencia y en cuanto a la temperatura nos resulta más adherencia a una de 250C que una de 400C y corresponde conforme a la norma de emulsiones de la SCT, y finalmente **concluyo:** Que los asfaltos más dúctiles y con mayor asfalto residual generan mayor adherencia, lo que favorece la resistencia de liga y que una emulsión modificada se comporta de mejor manera que una convencional.

(Molina Vinasco, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Análisis para el mejoramiento de la resistencia de la sub-base granular al ser mezclada con materiales no biodegradables”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar el comportamiento del polietileno como complemento en la granulometría para sub-base granular, empleando la **metodología:** Aplicativa que determina parámetros necesarios para la evaluación vial, obteniendo como **resultado:** En el ensayo CBR en caliente 80 % sub base – 20 % PET a temperaturas altas desde 250° C hasta 280°, y finalmente **concluyo:** Mencionar que el mejoramiento de la resistencia de los suelos gracias a sus propiedades físicas de endurecimiento que después de ser sometido a temperaturas controladas generan nuevas formas geométricas.

(Cornejo Perez, 2018) presento la tesis de posgrado **Titulado:** “Análisis de la optimización del riego de liga en la colocación de carpeta asfáltica en caliente”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar por medio de ensayo de laboratorio de resistencia al corte por cizallamiento la optimización del riego de liga, en la colocación de carpetas asfálticas en caliente y reparadas, empleando la **metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación Aplicada de nivel Explicativo, obteniendo como **resultado:** Se recomendó usar dosis de residuo entre 0.15lt/m² y 0.45lt/m² para obtener mejores resultados, y finalmente **concluyo:** Mencionando que debemos mantener o conservar la humedad óptima de la base, impermeabilizar y proteger la misma durante la etapa de construcción, retener los finos superficiales, lograr una buena adhesión con el tratamiento posterior y reducir el riesgo de falla temprana.

2.1.2. Antecedentes nacionales

(Blas Angeles, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Influencia de la temperatura ambiental en la resistencia de la sub-base y base granular de pavimentos en el distrito de el Tambo”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar la influencia de la temperatura ambiental en la resistencia de la sub-base y base granular en obras de pavimentación en el distrito de El Tambo, empleando la **metodología** En el presente trabajo de investigación es científico y cuantitativo, con un tipo de investigación correlacional, obteniendo como **resultado:** Que mientras mayor tiempo demande la ejecución de la capa granular mayor será la influencia de la temperatura ambiental sobre la resistencia de la capa granular, con un incremento en la temperatura de 8.8°C genera un descenso en la resistencia de 17.03 %, y finalmente **concluyo:** Mencionar que el promedio en los primeros 5 cm de profundidad en material para sub-base y de 16.34 % en material para base, con referencia a la resistencia lograda con el óptimo contenido de humedad.

(Mayta Mendoza, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Efecto del % finos de la grava y la temperatura de aplicación de la emulsión asfáltica en la profundidad de penetración de la imprimación en bases granuladas de pavimentación flexibles Huancayo 2017”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar el efecto del % de finos de la grava y la temperatura de aplicación de la emulsión asfáltica en la profundidad de penetración de la imprimación en bases granulares de pavimentos flexibles – Huancayo 2017, empleando la **metodología** científico, de tipo descriptivo por que busca mostrar características de los agregados, obteniendo como **resultado:** Se aprecia que el incremento de la temperatura al aplicar la emulsión asfáltica afecta positivamente en la profundidad de penetración de la imprimación asfáltica, y finalmente **concluyo:** Mencionando que existe una relación inversamente proporcional, porque a mayor cantidad de agregados finos, menor es la penetración, demostrando que la existencia de finos es perjudicial para la imprimación con emulsiones asfálticas.

(Condor Alfredo, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Tratamiento superficial bicapa con emulsión asfáltica de la carretera valle Yacus Provincia de Jauja – región Junín 2015”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar si la aplicación de emulsión asfáltica como tratamiento superficial bicapa influye en la conservación de carreteras no pavimentadas, Valle Yacus, Provincia de Jauja – Región Junín, empleando la **metodología:** Aplicada, observacional y comparativa, obteniendo como **resultado:** la aplicación de emulsión asfáltica como tratamiento superficial en la bicapa, influye significativamente en un 75% en la preservación de carreteras no pavimentadas, Valle Yacus, Provincia de Jauja – Región Junín, y finalmente **concluyo:** A demasiada agua puede producir un recubrimiento deficiente del agregado y en su defecto la falta de humedad en el agregado hará que este absorba el agua de la emulsión y producir un rompimiento prematuro de la emulsión.

(Vidalon Ledesma, 2019) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Propiedades negativas de la base granular y temperatura de aplicación de la emulsión asfáltica en profundidad de penetración de la imprimación asfáltica – Huancayo 2018”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar el efecto de las propiedades negativas de la base granular y temperatura de aplicación de la emulsión asfáltica en la profundidad de penetración de la Imprimación en bases granulares de pavimentos flexibles – Huancayo 2018, empleando la **metodología** En el presente trabajo de investigación es científico y cuantitativo, obteniendo como **resultado:** que el incremento de la temperatura al aplicar la emulsión asfáltica afecta positivamente en la profundidad de penetración de la Imprimación asfáltica a pesar que la base granular tenga condiciones favorables o desfavorables, y finalmente **concluyo:** Mencionando que se aprecia que el incremento del % de humedad en la base granular afecta de manera negativa en la Imprimación asfáltica pues a mayor humedad esta no alcanza a penetrar hasta la Imprimación mínima de 5mm.

(Orellana Muñico, 2020) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Aplicación de la emulsión imprimante primetec en la conservación de la base granular – Huancayo”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar la influencia de aplicación de la emulsión imprimante Primetec en la conservación de las bases granulares - Huancayo, empleando la **metodología:** Científico, de tipo de investigación aplicativo, nivel explicativo obteniendo como **resultado:** Que al aplicar el imprimante en una base granular en pista nos ayuda a que la base granular no pierda la cohesión, ya que según su granulometría se debe mantener un rango de uso que el material no debe de perder, y finalmente **concluyo:** Al aplicar la emulsión imprimante Primetec, ayuda a poder conservar la humedad de la base granular, ya que nos ayuda a prevenir el ingreso de agua y pérdida de agua por evaporación superficial, y así obtener un equilibrio óptimo que nos permita una máxima resistencia del material.

2.2. Marco conceptual

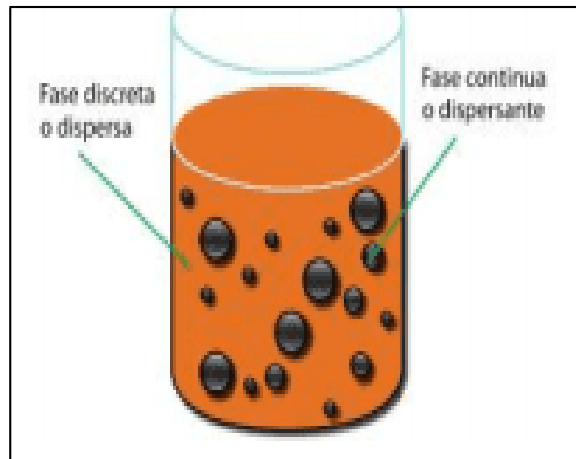
2.2.1. Definición de la emulsión y aspectos fisicoquímicos

De acuerdo con (Rolando Franco, 2002) según su forma de vista de un lado fisicoquímico, una emulsión es aquella disgregación más o menos estable que va de un líquido a otro por el cual es inmiscible, es fundamental conocer los tipos de emulsiones las cuales son: las emulsiones directas que son discontinuas o internas por ello es hidrocarbonada y aquella fase es discontinua o externa al agua. Después en las emulsiones inversas la fase discontinua es la acuosa, la primera se nombra o/w y la segunda es w/o. En tal caso una emulsión asfáltica es de tipo directa lo cual llega a ser una fase discontinua en un asfalto con adición de petróleo. La dispersión en dicha práctica lo realiza cuando el cemento asfáltico oficialmente fluidificado debido al calentamiento ya que es una solución precalentada de uno de los agentes surfactantes en el agua por lo cual son considerados sincrónicamente en aquel dispositivo que tiene una elevada energía como aquel molino coloidal, por otro lado el asfalto se dispersa en forma de glóbulos que son constantemente estables debido a la acción del

emulsificante, y algunos de sus diámetros no son mayor de los 25 micrones , por lo que la gran mayoría de estos son menor a 10 micrones.

Según (Javier Manuel, 2017) la palabra emulsión es aquella que presenta un origen en el verbo latino “emulgere” lo cual quiere decir que significa ordenar. Es aquella que de una manera técnica son una dispersión fina lo cual logra ser más o menos estabilizada de una dispersión de asfalto en agua por ello la interacción de algunos fragmentos que presentan un tamaño de 1 a 20 micras o un tamaño de acuerdo a su precisión, es por ello que son no mezclables entre ellas por eso están agrupados por un emulsificante, emulsionante o emulgente. El esquema de la emulsión asfáltica muestra los mejoradores de recubrimiento o algunos agentes de control de rotura, es por ello que es sabido que el agua y el asfalto no se llegan a mezclar, sin considerar las condiciones controladas en la cual son usadas en equipos de elevada especialización y algunos aditivos químicos como es el caso de lavarse las manos llenas de grasa con jabón, unos de los principios físicos y químicos son utilizados en la formulación, producción y la utilización de las emulsiones asfálticas, por el cual presenta como objetivo de tener una división constante del cemento asfáltico en el agua que es necesariamente constantemente para lograr ser bombeada, presentar un almacenamiento a través de un periodo extenso y mezclado, es por ello que la emulsión se rompe de forma más rápida al entrar en relación con el árido en una mezcla; al ser dividida por encima de la cancha, la rotura es aquella división del agua del asfalto al realizar un curado al presente residuo asfáltico en la cual tiene aún la capacidad adhesiva, la resistencia al agua y la durabilidad del cemento asfáltico con el cual fue realizado.

Figura 1: Esquema de una emulsión.



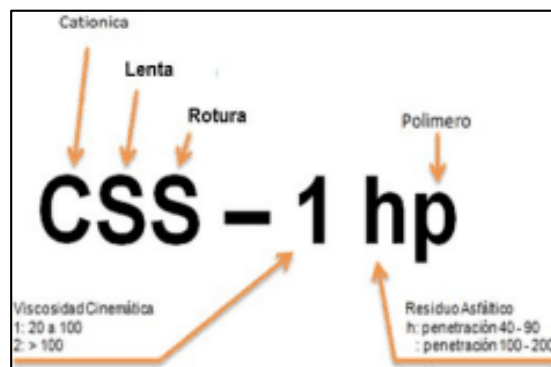
Fuente: Documento Técnico N° 23 Sanfandila, Qro.

2.2.2. Emulsión asfáltica

La emulsión asfáltica de acuerdo con (S.A.), define como aquella emulsión catiónica de ruptura pausada de un color café y que presenta un estado líquido, que por lo cual aquellas emulsiones presentan una excelente firmeza al almacenamiento y traslado, de igual manera como una buena adherencia o cohesión y ataque con distintos agregados pétreos en la cual no es considerable su utilización cuando la temperatura está por debajo de los 10°C.

Además, para el autor (Villa Chaman, 2007), es aquella mezcla constante y uniforme de algunos líquidos que en lo general no logran mezclarse ya que son inmiscibles entre sí, como por ejemplo el aceite y el agua, pero tal caso de una emulsión asfáltica los líquidos no se logran mezclarse con el agua y el asfalto.

Figura 2: Esquema de la nomenclatura según la norma ASTM D2397.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.1. Componentes de la emulsión asfáltica

Las emulsiones asfálticas según el autor (Coronel Fonseca, 2017), detallan los componentes que se presentan a continuación

a) Cemento asfáltico

Se define como aquel componente fundamental de la emulsión a través de que ocupada el 40% a 70% del total, el concreto funciona del cemento asfáltico que se encuentra dentro del procedimiento de la realización de la emulsión en la cual se tiene que realizar ciertas particularidades de un tipo físico-químicas, por lo cual en la práctica se sugiere que el cemento asfáltico detalle algunas de las características:

- Presenta un rango de porcentaje de contenido de asfáltenos que varía entre el 18%-26%.
- Tiene un estado coloidal en la cual logra ser de un tipo sólido y sólido-gel.
- Los contenidos de aceites van desde el 44% al 50%.
- Su contenido de parafina se detalla por ser inferior.
- Presenta el porcentaje de contenido por el cual las resinas cálcicas cíclicas aromáticas es el 15% del contenido de resinas.
- El contenido de ácidos nafténicos debe ser elevado, en pocas palabras el índice de acidez no debe pasar del 1.0.
- La penetración del índice debe variar de -1 a +1.
- Presenta poco contenido de sal.

b) Agua

Se le conoce como aquel componente fundamental por lo cual se halla la consistencia de la mezcla, por lo cual se presenta en tres formas:

- Como aquella humedad contenida en los áridos.
- Como agua de mezcla.

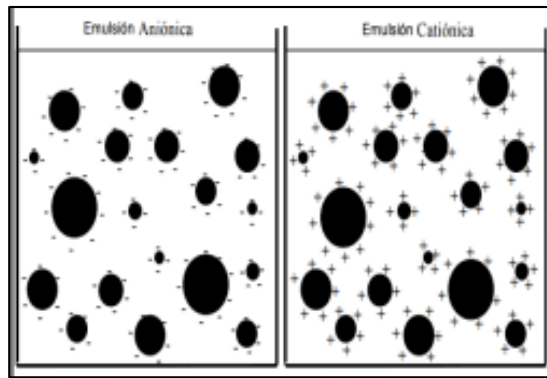
- Como aquel componente que se encuentra en una máxima cantidad que se encuentra en el inferior de la preparación de la mezcla asfáltica.

Presenta una cantidad de agua en aquella mezcla es determinada como por ejemplo se tiene una cantidad elevada de agua que presenta el 12% por el que originará una segregación donde la mezcla se logra tener muy fluida, sin embargo, la cantidad de agua es poca, por lo que la mezcla se tiene muy natural, en cambio si la cantidad de agua es poca, la mezcla asfáltica tendrá que perder la cohesión con el pavimento presente. El agua no se considera a ensayos de laboratorio, lo principal se tiene que tomar en cuenta el control de la existencia de los minerales tales como el calcio o magnesio ya que estos si dañarían a sus propiedades químicas.

c) El emulsificante

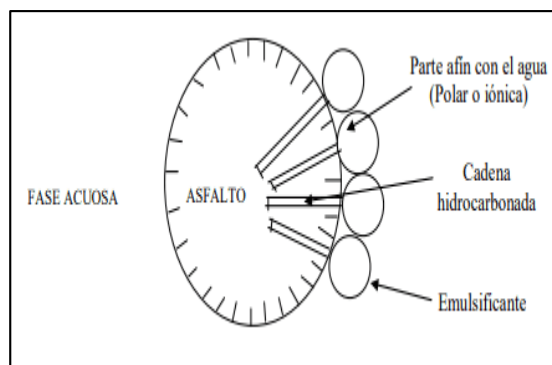
Se considera la composición de las emulsiones como el emulsificante que es sometido a un porcentaje inferior, pero tiene una función fundamental, el emulsificante es aquel agente estabilizador que considera que los glóbulos del asfalto se unan con el agua, por lo que considera el fracturamiento oportuno y modifica algunas tensiones superficiales de los áridos en relación con la emulsión. Los emulsificantes que se componen comúnmente por un radical R el cual es hidrofóbico sin relación con el agua y un componente hidrofílico, por lo cual se tienen saponificados y con relación con el agua se desunen solo obteniendo cargas negativas o positivas por el cual se tiene el tipo de emulsificante como se muestra en la figura 2 a continuación.

Figura 3: Esquema de una emulsión aniónica y de una catiónica.



Fuente: Documento técnico N° 23 Sanfandila, Qro.

Figura 4: Interfase compuesta por las moléculas del emulsificante.



Fuente: “Estudio comparativo entre mezclas asfálticas con diluido RC-250 y emulsión”-Rolando Franco, Freddy Erick-2002.

2.2.2.2. Clasificación de las emulsiones asfálticas

(Ballena Tapia, 2016), menciona que las emulsiones asfálticas son aquellas que están compuestas en tres categorías tales como las aniónicas, catiónicas y no iónicas. Las dos primeras son mayormente usadas en la construcción y mantenimiento de las carreteras, por lo que las no iónicas logran tener una importancia con el tiempo a medida que la tecnología de emulsiones va avanzando, algunas de las nombraciones aniónicas y catiónicas se utilizan algunas cargas eléctricas por la cual rodean en el contorno de los fragmentos de asfalto, aquel sistema es aquella que se nombra a la ley de electricidad básica-algunas de las cargas que son parecidas se alejan y las cargas opuestas se atraen. Si en tal caso una corriente eléctrica circula mediante un

líquido en la que se encuentren sumergidos por un ánodo y un cátodo, el ánodo es aquella carga positiva, mientras el cátodo es aquella carga negativa, si la corriente que pasa mediante una emulsión que contienen las partículas de asfalto que son obtenidas negativamente, estas emigraran al ánodo, es por ello sale el nombre de emulsión aniónicas. En la inversa se da el caso de que las emulsiones con partículas de asfalto son cargas positivamente, algunas de estas partículas migraran hacia el lugar de los cátodos en la cual se refiere a aquella emulsión catiónica. De acuerdo con (Rodríguez Talavera, Castaño Meneses, & Martínez Madrid, 2001), nos menciona a continuación:

a) Emulsión aniónica

Es aquella en la que presenta algunos de los grupos ácidos en su parte hidrofílica que tiene carga eléctrica negativa: éstos presentan su fórmula general:



Donde:

- R, se le conoce como la cadena del ácido graso y compuesto por la parte no polar de la molécula, que no presenta relación por la fase asfáltica.
- COONa, es la parte polar.

El tipo de emulsificante se logra encontrar en un medio acuoso por el cual se desune, por el cual se tiene lo siguiente:

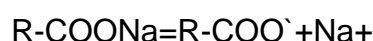


Tabla 1: Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas aniónicas.

características	EAR-55	EAR-60	EAM-60	EAM-65	EAL-55	EAL-60	EAI-60
Contenido Asfalto	55	60	60	65	55	60	60
Viscosidad S-F (25C)	5	--	--	--	20	20	5

Viscosidad S-F (50C)	--	40	50	25	--	--	--
Asentamiento (5 días)	5	5	5	5	5	5	5
Retenido en Malla 20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Pasa 20 Retiene 60	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Cubre Agregado Seco	--	--	90	90	90	90	--
Cubre Agregado Húmedo	--	--	75	75	75	75	--
Miscible Cemento Portland	--	--	--	--	2	2	--
Carga de las Partículas	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Demulsibilidad	60 min	50min	30 máx	30 máx	--	--	--

Fuente: “Emulsiones asfálticas”-Rodríguez talavera, Rogelio; Castaño Meneses, Victor Manuel; Martínez Madrid, Miguel-2001.

b) Emulsión catiónica

Son aquellos grupos aminos que presentan carga eléctrica positiva y que tienen como la fórmula general $R-NH_3CL$, los emulsificantes son los que se produce por la emulsión en la cual se ubican en la sección mayor en la “interfase”, por lo cual su parte hidrofóbica va hacia el asfalto y su parte polar que es hacia el agua, es por ello que estas emulsificantes iónicas algunas de las partículas tienen cargas eléctricas de un mismo signo, rechazando entre sí y logrando estabilizar al sistema. Cuando el tipo de emulsificantes responde en un medio acuoso se desune resultando lo siguiente:



Tabla 2: Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas catiónicas.

Características	EAR-60	EAR-65	EAM-70	EAM-65	EAL-65	EAL-45	EAL-60
-----------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Contenido Asfalto	60	65	68	65	65	60	60
Viscosidad S-F (25C)	--	--	--	--	25	5	25
Viscosidad S-F (50C)	5	40	50	25	--	--	--
Asentamiento (5 días)	5	5	5	5	5	10	5
Retenido en Malla 20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Pasa 20 Retiene 60	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Cubre Agregado Seco	--	--	--	90	90	--	90
Cubre Agregado Húmedo	--	--	--	75	75	--	75
Carga de las Partículas	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Disolvente (vol.)	--	3	3	5	--	15	--
Indice de Ruptura	<100	<100	<100	80-140	>120	--	>120

Fuente: “Emulsiones asfálticas”-Rodríguez talavera, Rogelio; Castaño Meneses, Victor Manuel; Martínez Madrid, Miguel-2001.

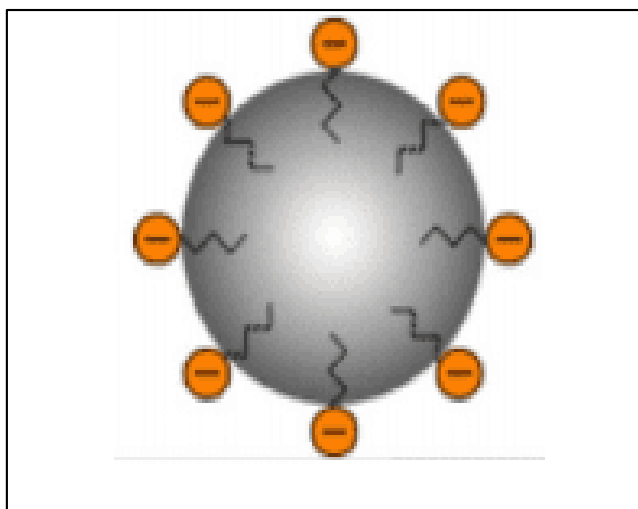
Tabla 3: Emulsiones catiónicas.

TIPO DE CONSTRUCCION	ASTM D9977/ AAHTO M208							ASTM D2397 / AASHTO M140							
	RS-1	RS-2	HFRS-2	RS- HFMS	MS-2, HFMS-2	MS-2h, HFMS-2h	HFMS-2s	SS1	SS-1h	CRS-1	CRS-2	CMS-2	CMS-2h	CSS-1	CSS-1h
Mezclas de asfalto y agregados															
Mezcla en planta (en caliente)						X									
Mezcla en planta (en fio)															
Granulometría abierta					X	X						X	X		

Granulometría cerrada					X	X	X			X	X
Arena					X	X	X			X	X
Mezclado In-Situ											
Granulometría abierta			X	X						X	X
Granulometría cerrada					X	X	X			X	X
Arena					X	X	X			X	X
Suelo Arenoso					X	X	X			X	X
Aplicaciones de asfalto y agregado											
Tratamiento Superficiales (S y M)	X	X	X						X	X	
Sellado con Arena	X	X	X	X					X	X	
Lechada Asfáltica						X	X	X		X	X
Micro aglomerado											X
Sellado doble		X	X						X		
Capa real		X							X		
Aplicaciones asfálticas											
Riego Pulverizado			X				X	X			
Imprimación				X			X	X		X	X
Riego de adherencia			X				X	X		X	X
Control de polvo							X	X		X	X
Protección con asfalto							X	X		X	X
Sellado de fisuras							X	X		X	X
Mezclas de mantenimiento											
Uso inmediato						X				X	X
Acopio						X					

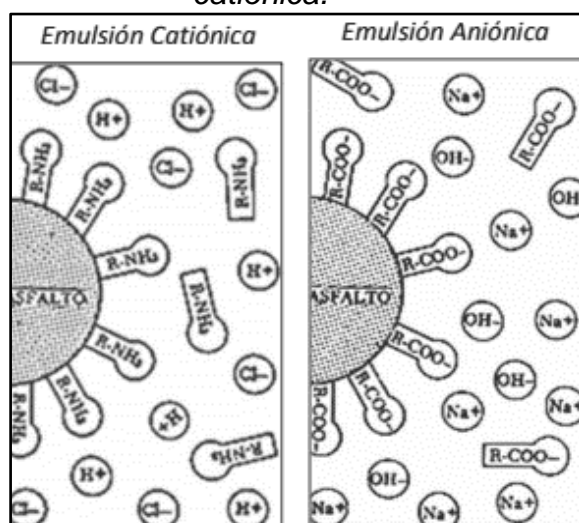
Fuente: “Emulsiones asfálticas Usos-Rompimiento”-Mercado, Ronald; Bracho, Carlos; Avendaño, Jorge-2008.

Figura 5: *Dispersión de glóbulos y orientación del emulsificante en el glóbulo del ligante.*



Fuente: Elaboración y control de emulsiones asfálticas, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, Argentina.

Figura 6: Esquema de un glóbulo que forma una emulsión aniónica y una catiónica.



Fuente: (APOSAC, 2004)

Tabla 4: Clasificación de las emulsiones asfálticas.

Clasificación	Contenido de asfalto (% en masa)	Tipo de rompimiento	Polaridad
EAR-55	55	rápido	aniónica
EAR-60	60	rápido	aniónica
EAM-60	60	medio	aniónica
EAM-65	65	medio	aniónica

EAL-55	65	lento	aniónica
EAL-60	60	lento	aniónica
EAL-60	60	para impregnación	aniónica
ECR-60	60	rápido	catiónica
ECR-65	65	rápido	catiónica
ECR-70	70	rápido	catiónica
ECM-65	65	medio	catiónica
ECL-65	65	lento	catiónica
ECL-60	60	para impregnación	catiónica
ECS-60	60	sobre-estabilizada	catiónica

Fuente: “Emulsiones asfálticas”-Rodríguez talavera, Rogelio; Castaño Meneses, Victor Manuel; Martínez Madrid, Miguel-2001.

Tabla 5: Tipo de rotura.

EMULSIONES ANIONICAS O NO-ANIONICAS (ASTM D977, AASHTO M140)	EMULSIONES CATIONICAS (ASTM D2397,AASHTO M208)
RS-1	CRS-1
RS-2	CRS-2
MS-1	---
MS-2	CMS-2
MS-2h	CMS-2h
HFMS-1	---
HFMS-2	---
HFMS-2h	---
SS-1	CSS-1
SS-1h	CSS-1h

Fuente: “Manual Básico de Emulsiones Asfálticas, serie N°19, ASPHALT INSTITUTE, pág.

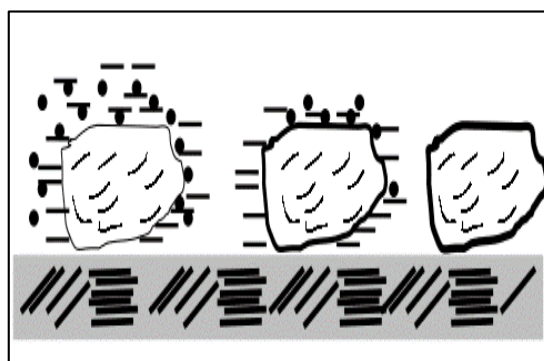
6.

2.2.2.3. Rompimiento de una emulsión Asfáltica

Para (Rolando Franco, 2002) ya se ha visto la parte importante que realiza el tensoactivo en la realización y equilibrio de una emulsión bituminosa, sin embargo, su

participación no termina allí, es por ello que se le nombra como aquella emulsión que logre ser eternamente constante por lo cual no presentaría ningún uso en la construcción de pavimento. Cuando la emulsión logre tener relación con el agregado pétreo sea por irrigación o algún hecho que se realice la mezcla, es por ello que se logra empezar del procedimiento de la rotura por o cuál la división del asfalto con el agua y el tapado del mineral. El agua debe de soltarse y al fin debe llegar a evaporarse, el cemento asfáltico presentará las mismas propiedades como si se hubiera realizado en caliente o medio de un solvente petróleo es decir el espesor de la película llega a ser realmente menor. El procedimiento del rompimiento no se presenta en dichas emulsiones con igual velocidad por lo que el emulsificante es un componente principal de acuerdo a su composición química en la emulsión. El Ph es aquella variable que logra ser controlada en una forma sencilla por el cual produce varias veces algunos de los efectos esperados.

Figura 7: Ruptura de una Emulsión Asfáltica sobre un Material Pétreo.



Fuente: “Emulsiones asfálticas”-Rodríguez Talavera, Rogelia; Castaño Meneses, Victor Manuel; Martínez Madrid, Miguel-2001.

Fase continua	Fase discreta	Sistema
Gas	Líquido	Aerosoles, Niebla, Rocío
Gas	Sólido	Smoke, Aerosol
Líquido	Gas	Espuma

Líquido	Líquido	Emulsión, solución Coloidal
Líquido	Sólido	Sol, solución coloidal, gel, suspensión
Sólido	Gas	Espumas sólidas, zeolitas
Sólido	Líquido	Gel, emulsión sólida
Sólido	Sólido	Aleación

Tabla 6: *Diferentes tipos de suspensiones.*

Fuente: “Emulsiones asfálticas”-Rodríguez talavera, Rogelio; Castaño Meneses, Victor Manuel; Martínez Madrid, Miguel-2001.

De acuerdo con (Mercado, Bracho, & Avendaño, 2008) se dividen en:

a) Rompimiento de emulsiones asfálticas aniónicas

Son aquellos agentes tensoactivos por lo cual son utilizados comúnmente como jabones, resinas de ácidos grasos, entre otros. Por ello logran realizar una gota de asfalto en la cual se considera la carga eléctrica superficial de signo negativo, por lo consiguiente se supone que los problemas de cohesión de los agregados ácidos o silíceos son como el granito o algunas de las cuarcitas. Algunas de estas emulsiones no se fraccionan con la utilización de los

agregados que están cargados negativamente sino solo hasta que un adecuado componente que es el agua se hay logrado evaporar, la utilización de las emulsiones asfálticas de tipo aniónicas, son usadas comúnmente cuando el agregado es aplicado por su rompimiento que está cargado positivamente, es por ello que algunas situaciones los fenómenos considerados en el rompimiento son análogos en algunos procedimientos que se provoca el rompimiento de las emulsiones catiónicas con áridos negativos que se logran discutir, pero algunos de los agregados no son normalmente usados para el tipo de utilidades a causa de su disponibilidad en la zona de aplicación.

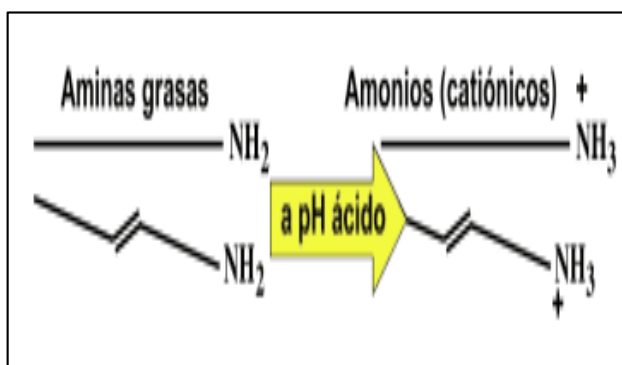
b) Rompimiento de emulsiones asfálticas no iónicas

Son aquellos surfactantes que son usados para la elaboración, por lo cual son nonilfenoles que se encuentran etoxilados con un elevado número de óxido etileno, es por ello que los tipos de emulsiones no son constantes debido a que las gotas les faltan las cargas eléctricas en la cual no logre la agrupación y después la floculación. Para este tipo de emulsiones son de una rápida ruptura y la ruptura se logra claramente a la floculación de las gotas y evaporación del agua de la emulsión, en pocas palabras se logra añadir la velocidad correspondiente del rompimiento con la adición de la temperatura.

▪ Equilibrio surfactante-solución acuosa

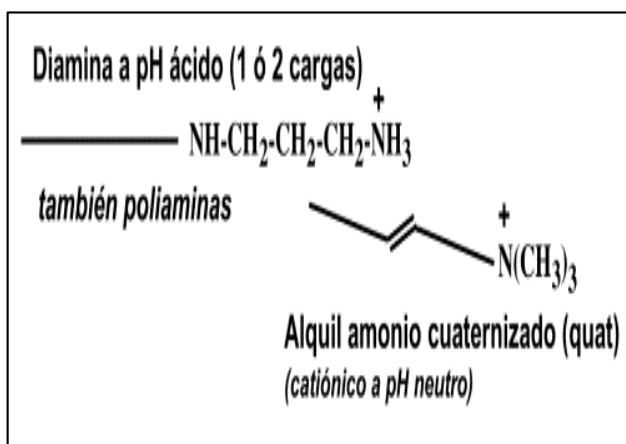
Algunos de los amonios cuaternarios son aquellas sales que se dividen sin un gran impedimento en la solución acuosa y de una manera análoga a diferente sal inorgánica, tal es el caso de las aminas aquellas que reaccionan con las bases débiles o muy débiles y su división en agua que depende del Ph del medio como se observa en la figura 8.

Figura 8: Ionización de aminas grasas a pH ácidos.



Fuente: “Emulsiones asfálticas usos-rompimiento”-Mercado, Ronald; Bracho, Carlos; Avendaño, Jorge-2008.

Figura 9: Ionización de aminas grasas a pH ácidos.

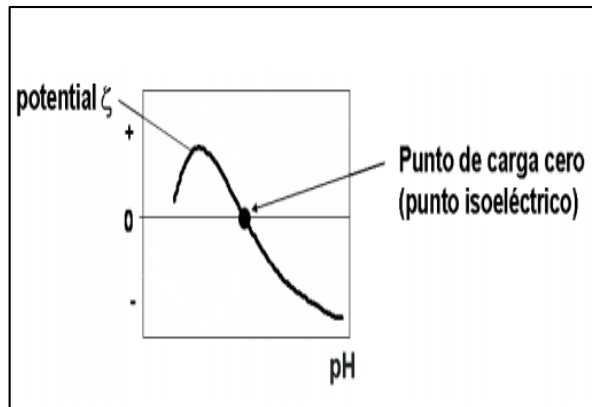


Fuente: “Emulsiones asfálticas usos-rompimiento”-Mercado, Ronald; Bracho, Carlos; Avendaño, Jorge-2008.

▪ Adsorción de surfactante en la interfase

Es aquella adsorción del surfactante catiónico de tipo amina en la gota es por ello que depende por la concentración del ph del agua y de la cola de la surfactante debido a la más extensa de la cola que por lo más lipofílico es aquel surfactante lográndose absorber en aquella sección de la interfase de tal manera que se logra reflejar en la figura 10.

Figura 10: Ionización de aminas grasas a pH ácidos.

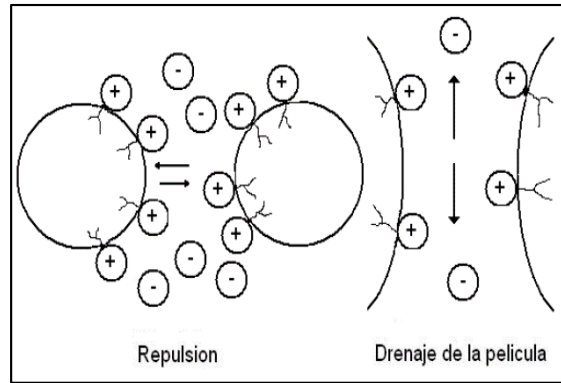


Fuente: “Emulsiones asfálticas usos-rompimiento”-Mercado, Ronald; Bracho, Carlos; Avendaño, Jorge-2008.

▪ **Mecanismos de heterofloculación**

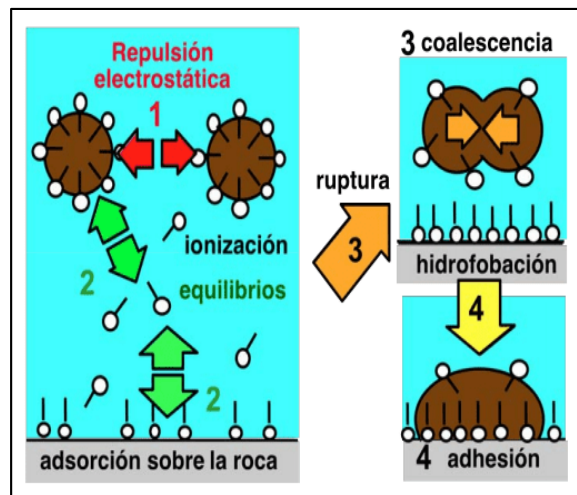
En el mecanismo de la acción del surfactante es aquella emulsión asfáltica es larga, es por ello que se logra detallar a través de la repulsión que se logra realizar en los glóbulos de asfalto divididos por lo que se logra realizar el control de los fenómenos de rompimiento de la emulsión. El surfactante es aquel que se succiona en el área de las gotas con la parte lipofílica en el asfalto y aquel grupo polar en la fase acuosa, por lo consiguiente los iones divididos se mantienen en la fase del asfalto y el grupo polar en la fase acuosa, aquellos iones son divididos por ello se mantienen en la fase acuosa en dicha proximidad de la gota logrando que se obtenga resultados donde dichas gotas tengan una carga superficial y al tenerse cerca las dos gotas produzca aquella fuerza de repulsión electrostática en las que permanece una cierta longitud.

Figura 11: *Mecanismos de estabilización de una emulsión asfáltica.*



Fuente: “Emulsiones asfálticas usos-rompimiento”-Mercado, Ronald; Bracho, Carlos; Avendaño, Jorge-2008

Figura 12: Mecanismos de estabilización de una emulsión asfáltica.



Fuente: “Emulsiones asfálticas usos-rompimiento”-Mercado, Ronald; Bracho, Carlos; Avendaño, Jorge-200.

2.2.2.4. Usos generales de la emulsión asfáltica

La emulsión asfáltica ha sido diseñada y realizada para la utilización específica en forma general, (Javier Manuel, 2017) menciona lo siguiente:

▪ Emulsión de rotura rápida

Son aquellos grados de ruptura rápida o veloz que se logran elaborar o diseñar para la acción rápida con los áridos y así lograr regresar la condición de la emulsión del asfalto, se utilizan fundamentalmente para las utilidades de riego, así como los procedimientos superficiales por lo cual se logra sellar con agregado fino, así como la arena y el tratamiento

del terreno. Algunas de sus siglas son: CRS-1, CRS-2 Y HFRS-2.

▪ **Emulsión de rotura media**

Son aquellas emulsiones de ruptura media que se elaboran o diseñan para algunas mezclas con áridos proporcionados mediante a que los grados de emulsiones se logren formular para no ocasionar una ruptura inmediata, posteriormente el contacto con el árido, estos pueden usarse para tapar una extensa variedad de los áridos proporcionados, las mezclas con emulsiones de rotura media logran sostenerse trabajables a lo largo del tiempo. Las mezclas se realizan en mezcladora y planta ambulante o en el camino, se utilizan en utilizaciones de reciclado en frío, sus siglas son: MS-2, CMS-2 y HFMS-2.

▪ **Emulsión de rotura lenta**

Algunos de los grados de la rotura lenta se elaboran por llegar a obtener mezclas constantes, estas se logran realizar con granulometría cerrada con un elevado porcentaje de los agregados finos, algunos grados de rotura lenta constituyen prolongando tiempo de trabajabilidad para lograr una excelente mezcla con la adición de los áridos de granulometría cerrada, estas mezclas se elaboran para ser juntas. Algunos de los grados de rotura lenta se logran tener de poca viscosidad, por lo cual pueden ser más reducidas debido a la agregación del agua, disueltos estos grados pueden además ser utilizados para riegos de liga, riego de pulverizado, como y como paliativo de polvo. Por otro lado la coalescencia de las partículas del asfalto de algunas emulsiones de rotura lenta se realizan mediante la evaporación del agua, algunas de las emulsiones de rotura lenta en las aplicaciones de las mezclas son utilizadas para aquellas bases de granulometría cerrada, la estabilización de suelos, carpetas asfálticas y las recicladas lechadas asfálticas, estas emulsiones de rotura lenta son cambiadas

con algunos polímeros por lo que logran ser aplicadas cuando la estabilidad adicional de la mezcla o mayor ligazón sus siglas son: CSS-1, CSS-1H, CSS-1HP y el último con la adición de polímeros.

Tabla 7: Tipo de rotura.

ENSAYOS	TIPO						
	Rotura Rápida		Rotura Media			Rotura Lenta	
	RS-1	RS-2	MS-1	MS-2	MS-3	SS-1	SS-1h
En Emulsion:							
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C,s.	20 - 100	--	20 - 100	100	100	20 - 100	20 - 100
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C,s.	--	74 - 400	--	--	--	--	--
Sedimentación, 5 días (%)	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
Demulsibilidad, (%) (35ml.0.02 NCaCl2)	60+	60+	--	--	--	--	--
Mezclado de cemento, (%)	--	--	--	--	--	-2.0	-2.0
Tamizado (retenido en el tamiz N°20), (%)	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10
Residuo de Destilación, (%)	55+	63+	55+	65+	65+	57+	57+
Sobre Residuo de Destilación:							
Penetración, 25°C, 100 g, 5s.	100- 200	100- 200	100- 200	100- 200	40- 90	100- 200	40- 90
Ductibilidad a 25°C, (cm)	40+	40+	40+	40+	40+	40+	40+
Solubilidad en CCL, (%)	97.5+	97.5+	97.5+	97.5+	97.5+	97.5+	97.5+

Fuente: “Manual Básico de Emulsiones Asfálticas, serie N°19, ASPHALT INSTITUTE, pág. 6

2.2.3. Conservación de Bases Granulares

Lo que se debe tratar en obra es que después de admitida cualquier capa granular como en su caso de la base granular, el contratista no debe de demorar en poner la capa inmediatamente superior ya que hay varios factores externos que pueden interferir en el buen estado de esta base, así como los factores climáticos el paso de vehículos y por lo tanto debería repararla a costos del contratista dejándola reestablecida al estado de cómo fue aceptada.

Una manera de poder mantener por un tiempo prudente las propiedades físicas es la imprimación en bases granulares mucho depende de las propiedades físicos-mecánicos como la humedad de base granular y el porcentaje de finos, bases granulares.

Según en la norma técnica del (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013), trata en la elaboración de una o más capas de materiales granulares, hallados ya sea en forma natural o procesados, logrando o no insertar algún tipo de estabilizador o ligante, necesariamente adecuado, puestos sobre una subbase, afirmado o subrasante, está incorporado su abastecimiento, transporte, colocación y compactación del material que estén de acuerdo a los planos de proyecto y aprobados por el supervisor, incluso los estabilizadores.

2.2.3.1. Características de la base Granular

En la tabla siguiente se puede observar los tipos de gradaciones para una base granular, de la cual los materiales a ensayar deben tener una granulometría adecuada según el uso.

Los elementos a utilizar tienen que acatar uno de los usos granulométricos indicados en la tabla siguiente planteado por el (Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y según la norma ASTM D 1241), referente a los requerimientos para bases granulares.

Tabla 8: Especificación granulométrica para base granular.

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso
-------	-----------------------------

	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (Nº 2)	100	100	-----	-----
25 mm (Nº 1)	-----	75 - 95	100	100
9.5 mm(Nº 3/8)	30 - 65	40 - 75	50 – 85	60 - 100
4.75 mm (Nº 4)	25 - 55	30 - 60	35 – 65	50 - 85
2.0 mm (Nº 10)	15 - 40	20 - 45	25 – 50	40 - 70
4.25 um (Nº 40)	8 - 20	15 - 30	15 – 30	25 - 45
75 um (Nº 200)	2 - 8	5 - 15	5 – 15	8 - 15

Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

Para las cualidades del agregado grueso de la base granular se expone en la siguiente tabla que se observa en él (Manual del Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2013), y según las normas del ASTM D-422; AASHTO T27-88 y la norma nacional del MTC E107, donde nos explican sobre el agregado grueso que es retenido en la malla o tamiz Nº 4 según se muestra el análisis granulométrico del material, este agregado grueso puede ser hallado de manera natural, procesadas o también la combinación de ambas.

Tabla 9: Características del agregado grueso para base granular.

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma ASSHTO	Requerimiento	
				Altitud	
				< Menor de 3000 msnm	> 3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821	-----	80% mín.	80% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821	-----	40% mín.	50% mín.
Abrasión los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx.	40% máx.
Partículas chatas y alagadas (1)	-----	D 4791	-----	15% máx.	15% máx.
Sales solubles Totales	MTC E 219	D 1888	-----	0.5% máx.	0.5% máx.
Durabilidad al sulfato de Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	-----	18% máx.

Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

Entonces se plantea las especificaciones técnicas para el agregado fino para bases granulares en la siguiente tabla, en la norma ASTM D 422 y la norma peruana del MTC E 107 refieren que el agregado fino es el material pasante el tamiz N° 4 nos muestra el análisis granulométrico que se realiza al elemento.

Este agregado fino podrá proceder de fuentes naturales, procesadas o de la mezcla de ambos.

Tabla 10: Características del agregado fino para base granular.

Ensayo	Norma MTC	Requerimiento	
		< Menor de 3000 msnm	> 3000 msnm
Índice Plástico	MTC E 111	4% máx.	2% máx.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín.	45% mín.
Sales solubles	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.

Durabilidad al sulfato de Magnesio	MTC E 209	-----	15%
--	-----------	-------	-----

Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

2.2.3.2. Propiedades Negativas de la Base Granular

De acuerdo a lo mencionado por él (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013), se comprende que las propiedades negativas en la base, es cuando está presente materias orgánicas, tierra o partículas superiores a lo establecido en la norma, no superiores a 50mm ni mínimos de 75um, ya que el volumen de los gránulos influirá en la compactación de la base y así contribuir en el proceso constructivo de la pavimentación además tener cuidado con el contenido de humedad de la base para que este dentro del rango permisible del OCH y así no convertirse en una propiedad negativa, por ello es importante las propiedades físicas y mecánicas de la base tener reacción positiva.

2.2.3.3. Propiedades de los Granulares

a) Composición

La composición de los materiales granulares se considera como la clasificación cuantitativa de la distribución de los tamaños de las partículas de los agregados tanto fino como grueso. Para hallar esta proporción se utiliza en ensayo INV E – 213 del INVIAS y se realiza por medio de tamizado.

b) Durabilidad

Esto hace referencia a la propiedad que tiene un material de permanecer inalterable y seguir en funcionalidad con el paso del tiempo, lo que se relaciona a la solidez de este en los materiales granulares la durabilidad se determina de acuerdo al ensayo de Solidez de los Agregados Frente a la Acción de Soluciones de Sulfato de Sodio o de Magnesio por INV E – 220, determinado por el Instituto Nacional de Vías, INVIAS.

c) Dureza

Es la propiedad que tiene algunos materiales con relación a la capacidad que estos presentan al resistir deformaciones o alteraciones en su superficie, en Instituto Nacional de Vías (INVIAS) establece diferentes ensayos para determinar la dureza de los materiales granulares, tanto para la subbase como para la capa base, estas normas son las siguientes:

- ✓ Resistencia a la degradación de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1 ½") por medio de la máquina de los ángeles (INV E - 218).²¹
- ✓ Determinación de la resistencia del agregado grueso a la degradación por abrasión, utilizando el aparato micro-deval (INV E - 238).
- ✓ Determinación del valor del 10% de finos (INV E - 224), este método se realiza para evaluar la resistencia mecánica.

2.2.3.4. Tipos de bases Granulares

El Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) definen tres tipos de base granular: 1. BG-A, 2. BG-B y 3.-BG C, los cuales se dividen en función de la calidad de los agregados o materiales pétreos que las conforma, el uso de una u otra base granular depende del nivel de tránsito que presenta la vía en las siguientes tablas que representa el uso típico de las bases granulares de acuerdo con el INVIAS y el IDU respectivamente.

Tabla 11: *Uso típico de las diferentes clases de base granular.*

Clase de Base Granular	Nivel de Tránsito
Clase C	NT1
Clase B	NT2
Clase A	NT3

Fuente: Instituto Nacional de Vías (INVIAS) – Artículo 330 – 13

El INVIAS en el Capítulo 1 – Artículo 100 establece ciertas condiciones para los niveles de tránsito, los cuales se pueden observar en la tabla siguiente.

Tabla 12: Niveles de tránsito.

Nivel de Transito	Numero de ejes equivalentes de 80 KN en el carril de diseño, $N_{80\ NK}$, millones
NT1	$N_{80\ KN} \leq$
NT2	$0.5 < N_{80\ NK} \leq 5.0$
NT3	$N_{80\ KN} > 5.0$

Fuente: Instituto Nacional de Vías (INVIAS) – Artículo 330 – 13

Se observa en la tabla anterior que el nivel de transito de una vía está dado por el número de ejes equivalentes de 80 NK en el carril de diseño.

Tabla 13: Correspondencia entre clases de capas granulares, el tipo de pavimento y las categorías de tránsito.

Tipo de Capa	Categorías de Transito			
	T0 – T1	T2 – T3	T4 – T5	Peatonal (1)
Pavimento Asfaltico				
Base Granular	BG_C	BG_B	BG_A	
Subbase Granular	SBG_C	SBG_B	SBG_A	
Pavimento de Losas de Concreto de Cemento Portland				
Base Granular	BG_B	BG_A	NA	
Subbase Granular	SBG_C	SBG_B	SBG_A	

Andenes y Estructuras Peatonales	
Base Granular	NA
Subbase Granular	SBG PEA

Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) – Sección 400 – 11

2.2.3.5. Base tipo C

La base granular de clasificación C, como se puede observar en las tablas de especificaciones del INVIAS y el IDU (Tablas 1 y 3 respectivamente), se emplea para vías con niveles de tránsito 1, que corresponde a un número igual o inferior a $0,5 \times 10^6$ de ejes equivalentes de 80 kN en el carril de diseño. Los materiales que conforman las bases granulares tienen que cumplir ciertos requisitos de calidad, estos requisitos varían de acuerdo al tipo de base; a continuación, se presentan los requisitos establecidos por las normas colombianas para los agregados que conforman las bases granulares, así como los ensayos que permiten determinar estas propiedades en los materiales granulares:

Tabla 14: Requisitos de los agregados para bases granulares INVIAS.

Característica	Norma de Ensayo INV	Base Granular		
		Clase C	Clase B	Clase A
Dureza (0)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%)	E - 218	40	40	35
- 500 revoluciones		8	8	7
- 100 revoluciones				
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E - 238	-----	30	25
Evaluación de la resistencia mecánica	E - 224	-----	70	90

por el método del 10% de finos		-----	75	75
- Valor en seco, mínimo (KN)				
- Relación húmedo/seco, mínimo (%)				
Durabilidad (O)				
Perdidas en ensayo de solidez en sulfato, máximo (%)	E - 220	12	12	12
- Sulfato de sodio		18	18	18
- Sulfato de magnesio				
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%)	E - 125	25	-----	-----
Índice de plasticidad, máximo (%)	E - 125 y E - 126	3	0	0
Equivalente de arena, mínimo (%)	E - 233	30	30	30
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	E - 235	10	10	10
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E - 211	2	2	2
Geometría de las Partículas (F)				
Índice de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E - 230	35	35	35
Caras fracturadas, mínimo (%)	E - 227	50	70	100
- Una cara		-----	50	70
- Dos caras				
Angularidad de la fina, mínimo (%)	E - 239	-----	35	35
Resistencia del material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral	E - 148	≥80	≥80	≥95

330.5.2.2.2); el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión,

Fuente: Instituto Nacional de Vías (INVIAS) – Artículo 330 – 13.

2.2.3.6. Bases estabilizadas

Según la cita del (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013) , nos indica que una estabilización se desarrolla ya sea en una base, subbase o material granular, aunque su CBR sea aceptable ya que se evalúa varios factores para estabilizar, evaluado por el consultor de obra, como el de poder disminuir el espesor de la base, de acuerdo a tipo de uso de la vía, o también optimizar costos. .

2.2.3.7. Pavimentos

Según la (Universidad Tecnológica Nacional, 2016), nos refiere que los pavimentos ya sean flexibles o rígidos sirven para la comunicación terrestre en el tráfico de vehículos, con diferentes capas de materiales tratados, según los estudios previos a una vía, colocados sobre el terreno acondicionado, que tiene como función el permitir el tránsito de vehículos:

- ✓ Con seguridad.
- ✓ Con comodidad
- ✓ Con el costo óptimo de operación
- ✓ Superficie uniforme.
- ✓ Superficie impermeable.
- ✓ Color y textura adecuados.
- ✓ Resistencia a la repetición de cargas.
- ✓ Resistencia a la acción del medio ambiente.
- ✓ Que no trasmita a las capas inferiores esfuerzos
- ✓ Mayores a su resistencia.

a) Tipos:

- **Pavimentos de Concreto o Rígidos**

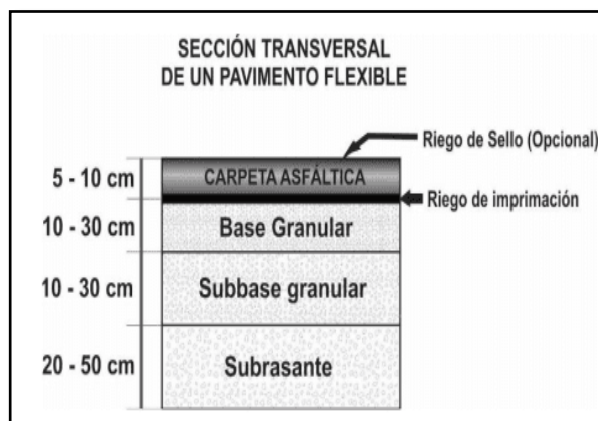
Pavimentos contruidos con hormigón de cemento portland y materiales granulares.

- **Pavimentos Asfálticos o Flexibles**

Son aquéllos contruidos con materiales asfálticos y materiales granulares.

En general, están contruidos por una capa delgada de mezcla asfáltica contruida sobre una capa de base y una capa de subbase las que usualmente son de material granular. Estas capas descansan en una capa de suelo compactado, llamada subrasante.

Figura 13: Estructura de pavimento flexible



Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

2.3. Definiciones de términos

- a. **Agregado:** Según el glosario de términos del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018), nos menciona que el agregado es la composición de minerales tales como arena, grava, escoria, o roca triturada, los cuales se pueden usar de diferentes gradaciones.
- b. **Asfalto:** Según él (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018) es el material obtenido del crudo del petróleo constituido por betunes naturales o por refinado del petróleo, se usa como material cementante en pavimentos, de color oscuro a negro.
- c. **Base Granular:** Según él (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015), una base granular es la Capa que se encuentra bajo la capa de rodadura de un pavimento asfáltico y encima de la sub base.
- d. **Contenido de asfalto:** La proporción de asfalto en la mezcla es importante y debe ser determinada exactamente en el laboratorio, y luego controlar con precisión en la obra. El contenido de asfalto de una 37 mezcla particular se establece usando los criterios dictados por el método de diseño seleccionado. (Rodriguez Ore, 2018, pág. 97)
- e. **Destilación:** El ensayo de Destilación para una emulsión, es muy parecido al de destilación para los Cutbacks o Asfaltos líquidos. El equipo está diseñado para evitar problemas de espuma en la emulsión, ya que se debe calentar hasta máximo 260°C. (Valdivia Sánchez, 2017, pág. 89)
- f. **Estabilidad:** Propiedad de una mezcla asfáltica de pavimentación de resistir deformación bajo las cargas impuestas. La estabilidad es una función de la cohesión y la fricción interna del material.
- g. **Humedad de base granular:** Es la cantidad de agua por volumen de base granular que hay en un terreno o base en el proceso de realizar una carretera, tal como menciona el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)
- h. **Propiedades negativas de la base granular:** Se considera a las propiedades físico-mecánicas de la base granular que actúan negativamente en el comportamiento para el cual fue diseñado.
- i. **Sedimentación (Asentamiento):** Este ensayo nos indica el grado de estabilidad que tienen las emulsiones durante su almacenamiento. Detecta la

tendencia de los glóbulos de asfalto a sedimentarse prematuramente durante su almacenamiento. (Herrmann do Nascimento, 2018, pág. 25)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H mejora la imprimación de bases granulares.

2.4.2. Hipótesis específica

- a) La viscosidad de la emulsión catiónica tipo CSS-1H varía con la temperatura en la imprimación de bases granulares.
- b) La temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H interviene de manera óptima en el grado de penetración para imprimación de bases granulares.
- c) La temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H mejora la impermeabilización de las bases granulares.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

a) Variable independiente (X)

Temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H

Para el autor (Villa Chaman, 2007), es aquella mezcla constante y uniforme de algunos líquidos que en lo general no logran mezclarse ya que son inmiscibles entre sí, como por ejemplo el aceite y el agua.

b) Variable dependiente (Y)

Imprimación de bases granulares

Según (Montejo Fonseca, 2002) la imprimación asfáltica es un proceso en donde se aplica un material asfáltico diluido en forma plana a una superficie hecha de un material granular no tratado.

2.5.2. Definición operacional de la variable

a) Variable independiente (X)

Temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H

De acuerdo con (S.A.) son aplicables para la emulsión sobre hormigón o carpeta asfáltica, para la imprimación reforzadas, para lechadas asfálticas y para las mezclas de áridos, emulsión y agua que se compacta y se usa para las construcciones de capas inferiores de carreteras.

b) Variable Dependiente (Y)

Imprimación de bases granulares

La imprimación asfáltica de bases granulares son la aplicación de un material asfáltico en forma de una película sobre la superficie la cual permitirá proteger la superficie y poder evitar la desintegración del material logrando endurecer la base granular.

2.5.3. Operacionalización de variables

Tabla 15: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
1: Variable Independiente Temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H	Es aquella mezcla constante y uniforme de algunos líquidos que en lo general no logran mezclarse ya que son inmiscibles entre sí, como por ejemplo el aceite y el agua	Son aplicables para la emulsión sobre hormigón o carpeta asfáltica, para la imprimación reforzadas, para lechadas asfálticas y para las mezclas de áridos, emulsión y agua que se compacta y se usa para las construcciones de capas inferiores de carreteras.	Tipo de Rotura de la Emulsión	Rotura del emulsificante	Ensayo Contenido asfáltico	Numérica
			Gradiente térmico de los agregados	Temperatura de los agregados	Ficha técnica	Numérica
			Gradiente térmico del mezclado	Temperatura de la emulsión	Ficha técnica	Numérica
			Dosificación de la emulsión	Contenido del cemento asfáltico	Ensayo de recubrimiento	Numérica
1: Variable Dependiente Imprimación de bases granulares	La imprimación asfáltica es un proceso en donde se aplica un material asfáltico diluido en forma plana a una superficie hecha de un material granular no tratado.	La imprimación asfáltica de bases granulares son la aplicación de un material asfáltico en forma de una película sobre la superficie la cual permitirá proteger la superficie y poder evitar la desintegración del material logrando endurecer la base granular.	Viscosidad	Viscosidad relativa	Prueba de campo	Numérica
			Grado de penetración	Penetración de la emulsión	Prueba de campo	Numérica
			Impermeabilización	Capilaridad del base granular	Ensayo de saturación	Numérica
						Numérica

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

De acuerdo con (Ccanto Mallma, 2010) el método cuantitativo; es aquel cuando el método científico rechaza o elimina todo procedimiento que busque manipular la realidad en forma caprichosa, tratando de imponer prejuicios, creencias o deseos que no se ajusten a un control adecuado de la realidad y de los problemas que se investigan.

En la presente tesis, se iniciará la investigación con la observación directa de los procesos, en este caso se busca obtener información sobre como interviene la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares.

El método de la investigación en la presente tesis es el ***método cuantitativo***.

3.2. Tipo de investigación

Como menciona Carrasco Díaz (2006), la investigación aplicada se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad. se debe llevar a cabo de manera cuidadosa y organizada.

En la investigación se analizará el efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares.

El tipo de investigación utilizado para llevar a cabo este estudio es el ***tipo aplicado***.

3.3. Nivel de la investigación

La investigación recae en un nivel de explicativo, puesto que, constituyen el núcleo de su encuadre teórico, a priori de algunas mediciones, es por ello que esta tesis trata de dar cuenta del funcionamiento de fenómenos en términos de relaciones de influencia recíproca entre elementos, variables y factores. (Hilario Wynarczyk, 2001)

En la investigación se pretende dar a conocer los efectos de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS – 1H para imprimación de bases granulares donde se evaluaron los efectos de la temperatura.

Según el análisis, el nivel que se empleó en la presente investigación es ***nivel explicativo***.

3.4. Diseño de la investigación

(Hernandez Sampieri, 2010) manifiesta que el diseño experimental puede abarcar una o más variables independientes y una o más dependientes.

El diseño de investigación utilizará un esquema experimental, considerando que el análisis a realizar es teórico.

Según el análisis, el diseño que se empleó en la presente investigación es un ***diseño experimental***.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Según (Hernandez & Bautista, 2014) una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (pág. 65).

La población está constituida por 45 moldes base granular con diferentes dosificaciones de emulsión a diferentes temperaturas.

3.5.2. Muestra

(Ñaupas Paitán, 2013, pág. 246) detalla que la muestra es el subconjunto o parte del universo a población, seleccionado por métodos diversos, pero siempre teniendo en cuenta la representatividad del universo. Es decir, una muestra es representativa si reúne las características del universo.

La muestra es de acuerdo al método no probabilístico intencional, en este caso corresponde a 24 briquetas con la mejor dosificación para la dosificación de una buena temperatura con dos tramos de prueba 3x3 m2 de mezcla asfáltica.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Hernández Sampieri (2018) un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en su mente.

3.6.1. Técnicas

De acuerdo con (Vásquez Vélez, 2011) las técnicas especifican como un conjunto de: medios, mecanismos, recursos, procedimientos, formas que se utilizan y sirven para recoger, conservar, organizar toda la investigación y la información que es desarrollada.

a) Observación

Se define como aquellas técnicas más utilizadas para poder detallar y definir sobre la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares.

b) Análisis de documentos

Los documentos que se utilizaron, son aquellos desde un inicio de la investigación para así lograr dar un sustento a la misma, referente al manejo de conceptos que existen, entre ellos se tiene lo siguiente:

- **Revisión de bibliografía**

Se utilizó para lograr profundizar, referente a los conocimientos adquiridos como investigador, tal caso referente al problema de

investigación y de tal manera lograr obtener el sustento ante dicho tema investigado.

3.6.2. Instrumentos

De acuerdo con (Vásquez Vélez, 2011) es un componente primordial y necesario para verificar, es tener información en relación del objeto analizar, esta información le presentan los medios y instrumentos verificados, se entiende que es el conjunto estructurado de estímulos que sirven para tener pruebas o resultados sobre el tema u objetivo a evaluar.

3.7. Procesamiento de la información

Según (Villanueva Flores, 2017) nos menciona que: El proceso de la información es aquella información que se obtiene mediante la investigación , procesándolos a través de hojas de cálculo excel, Inventario de datos. Los datos de la subrasante obteniéndose las características físicas las cuales se logra analizar. Se identificarán las actividades importantes.

1. Estudio de la muestra con los instrumentos y pruebas previas.
 2. Comprobación de los datos o pruebas.
 3. Utilización de los instrumentos para la recolección de datos o efectuar el experimento en el laboratorio según al diseño experimental.
 4. Elaboración de los datos cuantitativos y cualitativos.
- Interpretación y discusión.

A continuación se menciona los siguientes ensayos, y estas son:

3.7.1. Análisis Granulométrico (ASTM C 136)

Tiene como objetivo la división de las dimensiones de las partículas de los agregados finos y gruesos a través de los tamices, por lo que la división de los tamaños se aplica para calcular el cumplimiento de las partículas de agregado con los requerimientos de alguna especificación, de tal manera necesitar los datos fundamentales para el control de la elaboración de la mezcla.

3.7.1.1. Equipos, herramientas y/o materiales

- Balanza.
- Tamices.

- Bandejas.
- Cucharones.
- Brochas.
- Pocillos.
- Lampa.

3.7.1.2. Procedimiento

- Primero se ha extraído la base el material granular y se ha extendido para realizar el cuarteo adecuado y seleccionar la muestra a ensayar, una vez seleccionado se procede a pesar toda la muestra.
- Segundo cuando la muestra ya esté selecta se hace pasar por los diferentes tamices de acuerdo con la norma, esto con el cuidado de no desperdiciar la muestra. Por otro lado la masa de los retenidos de los distintos tamices en una balanza para la parte gruesa y la parte final.
- Finalmente se procede a calcular los porcentajes pasantes y retenidos para luego graficar la curva granulométrica.

3.7.2. Abrasión Los Ángeles (ASTM C 131)

3.7.2.1. Equipos, herramientas y/o materiales

- Máquina Los Ángeles.
- Tamices.
- Balanzas.
- Carga.

3.7.2.2. Procedimiento

- Primero se coloca la muestra y la carga en la máquina de ensayo Los Ángeles y se gira el equipo a una velocidad de 30 a 33 rev/min.
- Después que se descargue el material de la máquina se realiza una separación preliminar de la muestra en un tamiz de N°12, luego se tamiza la porción más fina en el tamiz de 1.70 mm según con el método de ensayo ASTM C 136.

- Una vez realizado todo ello se pasa a lavar el material grueso de 1.70 mm y se seca el horno al 100 +/- 5°C hasta obtener una masa estable y calcular la masa del grano más cercano, si el agregado se encuentra totalmente libre de polvo y los residuos juntos, es por ello que para el requisito de lavado se pasa al ensayo que llega a no ocasionarse aunque siempre se requiere el secado antes de realizar el ensayo. Pero en la situación del ensayo se proceso del lavado debe desarrollarse.

3.7.3. Durabilidad al sulfato de magnesio (ASTM C 88)

3.7.3.1. Equipos, herramientas y/o materiales

- Recipiente.
- Regulación de la temperatura.
- Balanzas.
- Estufa.
- Reactivo.

3.7.3.2. Procedimiento

- Inmersión de las muestras en solución: Se agregarán a las muestras en la solución de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, de tal manera que la solución tape a lo profundo de por lo menos 1.5cm. Se cubren los envases para reducir la evaporación y no ocasionar el aumento accidental de las sustancias extrañas. Algunas de las muestras en la solución se sostendrán a una temperatura de 1°C durante el tiempo de inmersión.
- Luego se realiza el secado de las muestras luego de la inmersión, después del tiempo de inmersión se saca la muestra del árido de la solución en la que se deja exprimir y se coloca en la estufa de secar, una vez realizada se llevará la temperatura de la estufa de 105°C a 110°C.
- Una vez secada la muestra a la temperatura mencionada hasta obtener un peso estable, durante el tiempo de secado, se sacan las muestras del horno y se pesan de 2 a 4 h en la

que se logra tener en cuenta que se ha llegado al peso estable cuando dos pesadas consecutivas para diferentes muestras.

- Después de tener el peso estable, enfriar la muestra a la temperatura ambiente y luego se introduce en la solución, de tal manera que se describe en el anterior paso. Finalmente se repite el mismo procedimiento.

3.7.4. Límite líquido (ASTM D 4318)

3.7.4.1. Equipos, herramientas y/o materiales

- Recipiente para almacenaje.
- Espátula.
- Aparato del límite líquido.
- Acanalador.
- Calibrador.
- Recipientes o pesa filtros.
- Balanza.
- Horno.

3.7.4.2. Procedimiento

- Primero colocar la muestra del suelo en la vasija de porcelana y mezclar completamente con 15 a 20 ml de agua destilada, agitándola, amasándola y tajándola con una espátula en forma alternada y repetida. Realizar más adiciones de agua en incrementos de 1 a 3 ml. Mezclándose por completo cada incremento de agua con el suelo como se ha detallado previamente, antes de cualquier adición nueva.
- Segundo cuando haya sido mezclada lo suficiente agua completamente con el suelo y la consistencia producida de 30 a 35 golpes de la cazuela de bronce para que se ocasione el cierre, colóquese una porción de mezcla en la cazuela sobre el sitio en que está reposa en la base, y comprimirla hacia abajo, extendiendo al suelo hasta obtener la posición adecuada, teniendo cuidado de evitar la inclusión de burbujas de aire dentro de la masa. Nivelándose el suelo con la

espátula y al mismo tiempo emparejar hasta tener una profundidad de 1 cm en el punto de espesor máximo. Regrésese el exceso de suelo a la vasija de porcelana.

- Después se debe elevar y golpear la taza de bronce girando la manija F, a una velocidad de 1.9 a 2.1 golpes por segundo, hasta que las dos mitades de la pasta de suelo se pongan en contacto en el fondo de la ranura a lo largo de una distancia de cerca de 13 mm Anotándose el número de golpes requeridos para cerrar la ranura.
- Finalmente transferir el suelo sobrante en la taza de bronce a la cápsula de porcelana. Lávese y sáquese la taza de bronce y el reanurador y ármese de nuevo el aparato del límite líquido para repetir el ensayo.

3.7.5. Límite plástico (ASTM D 4318)

3.7.5.1. Equipos, herramientas y/o materiales

- Espátula y recipiente para almacenaje.
- Balanza.
- Horno o estufa.
- Tamiz, de N°40.
- Agua destilada.
- Vidrios de reloj.
- Superficie de rodadura.

3.7.5.2. Procedimiento

- Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y a continuación se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.
- Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3.2 mm no se ha desmoronado, se vuelve a hacer un elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.
- La porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesafiltros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g

de suelo y se determina la humedad de acuerdo con la norma MTC E 108.

- Se repite lo mismo con la otra mitad de la masa.

3.7.6. Proctor modificado (ASTM D 1557)

3.7.6.1. Equipos y/o materiales

- Ensamblaje del molde.
- Molde de 4 y 6"
- Pisón o martillo
- Balanza
- Horno de secado
- Tamices o mallas
- Herramientas de mezcla

3.7.6.2. Procedimiento

- Primero se observa si la muestra se encuentra muy húmeda, se disminuye el contenido de agua por secado al aire hasta que el material sea friable. El secado logra ser el aire o por la aplicación de un aparato de secado tal que la temperatura de la muestra no sea mayor a 60°C. Se dispersa por completo los grupos de tal manera no ocasione que se quebré algunas partículas. Pasar el material por el tamiz adecuado que es el N°4. Durante la realización del material granular que pasa por la malla ¾" para la compactación del molde de 6", se desune los áridos para que logren pasar por la malla de ¾" para la compactación en el molde de 6".
- Preparar no más de 4 especímenes con contenidos de agua de modo que éstos tengan un contenido de agua lo más cercano al óptimo estimado.
- Utilizar 32.3 kg del suelo tamizado para cada espécimen a ser compactado cuando este se aplique el método A o B, cuando se aplica el método C se incrementa las cantidades necesarias de agua para que los contenidos de agua de los especímenes presenten los valores descritos.

- Finalmente luego del curado se necesita que cada espécimen se compacte

3.7.7. CBR (ASTM D 1883)

3.7.7.1. Equipos, herramientas y/o materiales

- Prensa, molde de metal cilíndrico.
- Disco espaciador y placa metal.
- Un trípode y pesas.
- Pistón de penetración, metálico.
- Dos diales.
- Tanque, estufa, balanzas, tamices y misceláneos.

3.7.7.2. Procedimiento

- Primero se realiza la preparación de la muestra, en la cual se relaciona al peso unitario, humedad de los suelos con equipo estándar o modificado, luego se elabora los especímenes por el cual se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciados y sobre éste un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.
- Después su Inmersión se coloca sobre la superficie de la muestra en la que se invierte la placa perforada con vástago y sobre ésta los anillos necesarios para completar una sobrecarga de tal manera que se produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que se hayan de ir encima del suelo que se ensaya.
- Finalmente para la penetración, se aplica una sobrecarga que sea suficiente para producir una intensidad de carga al igual que el peso del pavimento con $\pm 2,27$ kg de aproximación. Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo adecuado de la prensa con una velocidad de penetración homogénea de 1.27 mm por minuto. Las prensas manuales no preparadas para trabajar a esta velocidad de forma automática se controlarán mediante el deformímetro de penetración y un cronómetro.

▪

3.8. Técnicas y análisis de datos

Para el análisis de los datos se utilizó la siguiente técnica de investigación: Se trabajará cuadros de resultados obtenidos que servirán para presentar en forma ordenada el análisis de las variables. De la misma manera se usarán los siguientes softwares SPSS y Microsoft Excel, que permitirán procesar datos obtenidos con los instrumentos de recolección.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En el presente capítulo, se expone los resultados obtenidos a todos los procesos realizados, especialmente a los experimentos ejecutados a la base granular, para la determinación del efecto de la temperatura sobre la emulsión en el proceso de imprimación de bases granulares. Toda la información se ha resumido en tabla, de esta forma los valores se muestran de forma sintetizada.

4.1. Ensayos previos

4.1.1 Ensayo granulométrico por tamizado

El análisis granulométrico es la determinación de los tamaños de las partículas de que componen la muestra de suelo analizado según la norma NTP 339.128, de esta forma se determinó la gradación del agregado que se propuso (cantera ubicada en el distrito de Pilcomayo), de esta forma se pretendía cumplir con la gradación “A” (Manual de especificaciones técnicas para la construcción) porque la investigación se desarrolla a una altitud de más de 3000 m.s.n.m. para lo cual la norma nos indica esto para los materiales seleccionados para base granular. Estas gradaciones se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 16: Gradación para base granular

GRADACIÓN PARA BASE GRANULAR									
TAMIZ		A		B		C		D	
2"	50.00 mm	100	100	100	100				
1 "	25.00 mm			75	95	100	100	100	100
3/8 "	9.50 mm	30	65	40	75	50	85	60	100
Nº 4	4.75 mm	25	55	30	60	35	65	50	85
Nº 10	2.00 mm	15	40	20	45	25	50	40	70
Nº 40	0.43 µm	8	20	15	30	15	30	25	45
Nº 200	0.075 µm	2	8	5	15	5	15	8	15

FUENTE: ASTM D 1241

En la tabla N° 17, se observa que el tamaño máximo del material granular es de 3/4" y que los valores tienen un comportamiento escalonado, sin presentan variaciones críticas entre tamices.

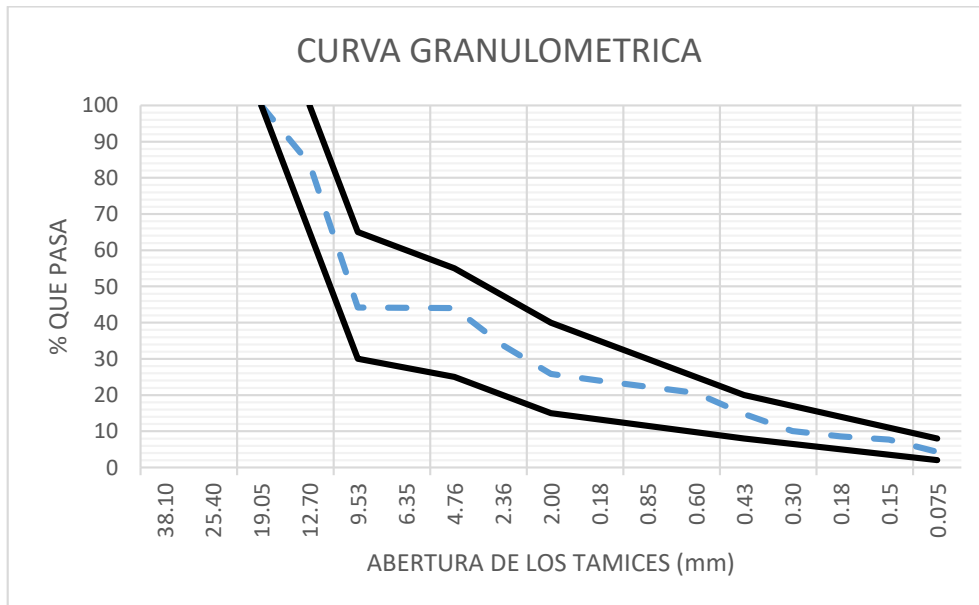
Tabla 17: Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 107) de material granular para base

TAMIZ	ABERTURA EN MM	PASANTE EN %
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	83.90
3/8"	9.53	44.20
Nº 4	4.76	44.00
Nº 8	2.36	33.80
Nº 10	2.00	25.80
Nº 16	0.18	24.00
Nº 30	0.60	20.60
Nº 40	0.43	14.80
Nº 50	0.30	10.10
Nº 80	0.18	8.60
Nº 100	0.15	7.70
Nº 200	0.075	4.30

FUENTE: Elaboración propia

Consecuentemente, la figura N° 14 nos muestra la correspondiente curva granulométrica, teniendo en cuenta el huso de la gradación “A” para base granular, el ensayo granulométrico nos muestra que se encuentra dentro de los límites según lo indicado en la tabla N° 17.

Figura 14: Curva granulométrica (material granular para base)



FUENTE: Elaboración propia

4.1.2 Requerimiento de agregados

En las siguientes tablas se muestran los resultados que se obtuvieron a través de los ensayos realizados, según los requerimientos de los agregados finos y gruesos que solicita la norma EG-2013 Especificaciones técnicas generales para construcción.

En la tabla N° 18, se observa el ensayo abrasión los ángeles al deterioro de los agregados, obteniéndose como resultado un 16.80% de deterioro, comparado con la norma podemos aseverar que se cumple con el límite establecido que revela que el máximo es 40%, para bases granulares.

Tabla 18: Abrasión los Ángeles al desgaste de los agregados (MTC E 207)

ENSAYO	AG. GRUESO	NORMA
Abrasión los Ángeles	16.8%	40% máx.

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla N° 19, se observa el ensayo para determinar el porcentaje de partículas chatas y alargadas del agregado grueso, en el cual obtenemos los resultados para agregado un 7.13%, en comparación a la norma que nos indica que debe de presentar un máximo del 15%, se puede afirmar que el agregado cumple con esta característica.

Tabla 19: *Partículas chatas y alargadas en agregados (MTC E-223).*

ENSAYO	AG. GRUESO	NORMA
Partículas chatas y alargadas	7.13%	15% máx.

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla N° 20, se observa el método estándar para la determinación de partículas con caras fracturadas, en el cual obtuvo los resultados de 99.8% y 87.3%, para una cara y dos caras respectivamente. Esto en contraste a la norma que indica un 80%-50% como mínimo respectivamente, entonces se afirma que el material satisface esta cualidad.

Tabla 20: *Partículas con caras fracturadas en el agregado (MTC E 210)*

ENSAYO	UNA CARA	NORMA	DOS CARAS	NORMA
Porcentaje de partículas con caras fracturadas	99.8%	80% mín.	87.3%	50% mín.

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla N° 21, se observa el ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio, en el cual se registró como resultado un 5.93% y un 6.94% para el agregado grueso y fino respectivamente estos valores son mínimos a comparación a los límites que se expresan en la norma, por lo que cumple con gran margen el agregado propuesto.

Tabla 21: *Durabilidad al sulfato magnesio (MTC E 209)*

ENSAYO	AG. GRUESO	NORMA	AG. FINO	NORMA
Porcentaje de durabilidad al sulfato magnesio	5.93%	18% máx.	6.94%	15% máx.

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla N° 22 nos muestra los resultados obtenidos ante el ensayo de sales solubles totales para materiales pétreos de base granulares, lo obtenido como resultado para el agregado grueso fue igual a un 0.240% y para el agregado fino un 0.140% de sales solubles totales. Los dos resultados satisfacen a la norma, ya que esta nos indica que debe tener un 0.5% como límite máximo en cualquiera de los casos.

Tabla 22: Sales solubles totales en agregados para pavimentos flexibles (MTC E 219)

ENSAYO	AG. GRUESO	NORMA	AG. FINO	NORMA
Porcentaje de sales solubles totales	0.140%	0.5% máx.	0.240%	0.5% máx.

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla N° 23 se observa que, en el método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos, del cual obtuvimos el índice de plasticidad para el agregado, que tiene un 5.4% el cual está dentro de la norma que nos indica un 2.0% como mínimo.

Tabla 23: Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad (MTC E 110 – 111)

ENSAYO	AG. FINO	NORMA
Índice de plasticidad	5.4%	2.0% min

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla N° 24, se observa el ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino, en el cual obtenemos los resultados para agregado fino son un 57.0%, en comparación a la norma que nos indica que debe de presentar un 45% como mínimo, se puede afirmar que el agregado satisface esta propiedad.

Tabla 24: Valor equivalente de arena de suelos y agregado fino (MTC E – 114).

ENSAYO	AG. FINO	NORMA
Equivalente de arena	57.0%	45% min

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla N° 25, se muestra lo que se obtuvo como resultado en relación a la máxima densidad seca siendo esta igual a 2.250 gr/cm³ y mientras que el óptimo contenido de humedad es igual a 6.76% del material granular para base. Estos valores son necesarios para el calculo del valor de relación de soporte de California (CBR).

Tabla 25: Compactación de suelos (Proctor modificado) (MTC E 115)

PROPIEDAD	BASE GRANULAR
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	2.250
Optimo contenido de humedad (%)	6.76

FUENTE: Elaboración propia

Consecuentemente, en la tabla N° 26 se presenta el ensayo del valor de relación de soporte de california (C.B.R), que nos presenta los resultados finales, de esta forma el valor de C.B.R al 100% de la M.D.S (máxima densidad seca) es de 92.0% y el valor de C.B.R al 95% de la M.D.S es de 78.8%.

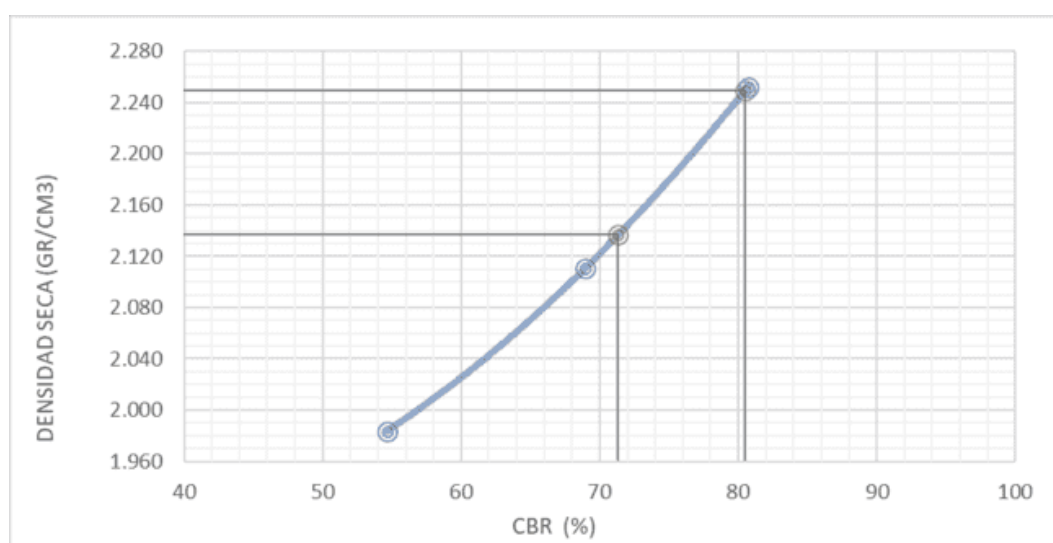
Tabla 26: Ensayo del valor de relación de soporte (C.B.R) (MTC E 132)

DESCRIPCIÓN	BASE GRANULAR	NORMA
Valor de C.B.R al 100% de M.D.S (%)	92.0	80% min -Tráfico en EE (<10 ⁶) 100% min -Tráfico en EE (>10 ⁶)
Valor de C.B.R al 95% de M.D.S (%)	78.8	-----

FUENTE: Elaboración propia

Según lo expuesto se puede afirmar que bajo esta propiedad el agregado es apto para su uso como base granular, como nos indica la norma, para un tráfico en ejes equivalentes <1'000,000 (10⁶), puesto que el CBR al 100% de la M.D.S supera cómodamente el mínimo de 80%.

Figura 15: C.B.R



FUENTE: Elaboración propia

4.3. Penetración de imprimación

Se imprimó diferentes briquetas elaboradas con la emulsión CSS-1H, se varió la temperatura en la emulsión con la finalidad de medir las diferentes penetraciones que tiene la imprimación en las briquetas propuestas, las temperaturas que se utilizaron fueron de 20°C, 22°C, 24°C, 26°C, 28°C, 30°C, 32°C y 34°C.

A continuación, se presenta los valores de los resultados obtenidos con respecto al efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H en el proceso de imprimación de bases granulares, dichos resultados se obtuvieron mediante los ensayos y métodos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto e hidráulica GEO TEST V S.A.C.

Tabla 27: Penetración por moldes a distinta temperatura.

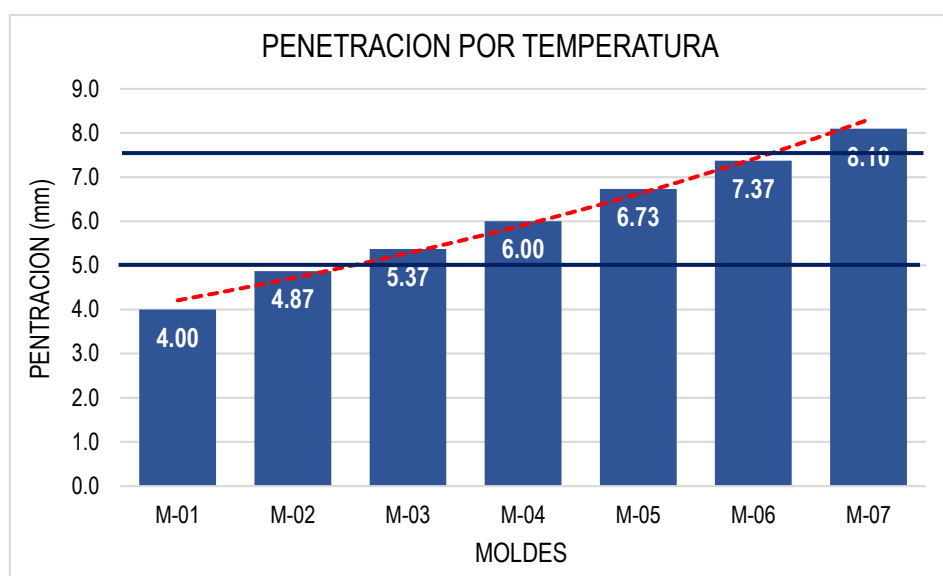
MOLDES	TEMPERATURA	PENETRACION (mm) ENSAYOS			PROMEDIO (mm)
		1	2	3	
M 01-03	20°C	3.10	3.10	3.15	3.12
M 03-06	22°C	3.90	4.00	4.10	4.00
M 07-09	24°C	4.90	4.80	4.90	4.87
M 10-12	26°C	5.30	5.40	5.40	5.37
M 13-15	28°C	6.10	6.00	5.90	6.00
M 16-18	30°C	6.80	6.70	6.70	6.73

M 19-21	32°C	7.40	7.40	7.30	7.37
M 22-24	34°C	8.00	8.10	8.20	8.10

FUENTE: Elaboración propia

Se logra observar que: se elaboraron 3 especímenes por temperatura, los cuales alcanzaron valores de penetración similares entre ellos, lo que se traduce en que los resultados tienen coherencia. Además, que la profundidad de penetración aumenta a medida que se eleva la temperatura.

Figura 16: Penetración por moldes a distintas temperaturas



FUENTE: Elaboración propia

En conformidad al manual de carreteras para la imprimación asfáltica se indica que el parámetro es como mínimo de 5mm a 7.5mm de profundidad al utilizarse la emulsión catiónica CSS – 1H. En ese sentido las profundidades que cumplen con ser mayor a 5 milímetros han sido trabajadas con una temperatura mayor igual a 26°C y las profundidades que cumplen con ser mayor a 7 milímetros fueron trabajadas con una temperatura mayor igual a 32°C.

4.4. Viscosidad de la emulsión

De forma consecuente al análisis realizado en el anterior acápite, se presentan los valores de la viscosidad de la emulsión asfáltica (cuantificada en segundos Saybolt Furol - SSF) al variar gradualmente la temperatura. En ese sentido la siguiente tabla muestra los promedios alcanzados. Además, se observa que los valores se incrementan a medida que se incrementa la temperatura, lo que se

traduce en que la emulsión asfáltica al calentarse disminuye su resistencia al flujo, o en otros términos que tienen una disposición más líquida.

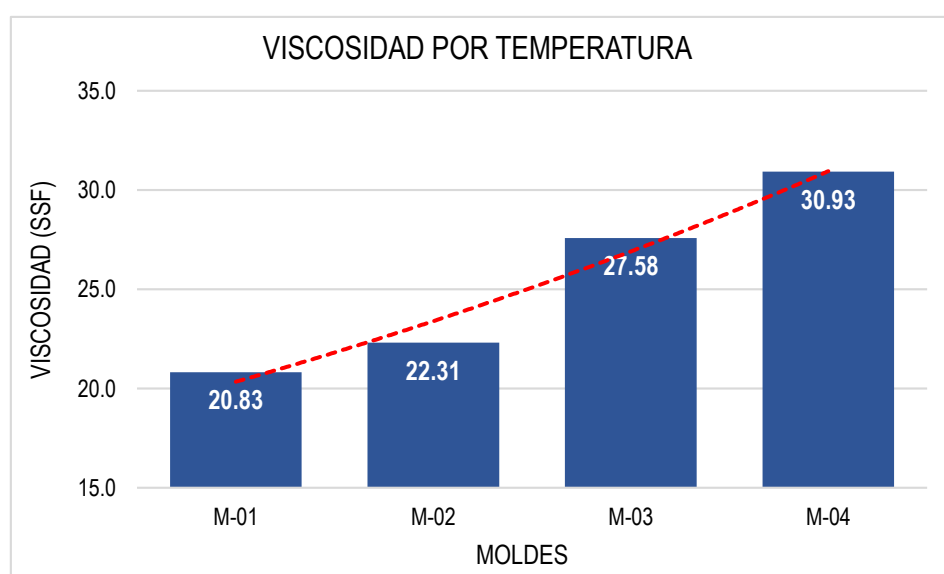
Tabla 28: Viscosidad por moldes de temperatura.

MUESTRA	TEMPERATURA	VISCOSIDAD (SSF) ENSAYOS			PROMEDIO (SSF)
		1	2	3	
V 01-03	20°C	21.5	22.1	18.8	20.83
V 04-06	24°C	22.3	21.9	22.7	22.31
V 07-09	28°C	27.8	27.4	27.5	27.58
V 10-12	32°C	31.2	30.7	31.0	30.93

FUENTE: Elaboración propia

En el mismo sentido se elaboró la figura N° 17, que gráfica los valores alcanzados en un diagrama de barras. Donde se puede apreciar claramente que la temperatura produce la tendencia de incrementarse sobre el valor de SSF.

Figura 17: Penetración por moldes de temperatura



FUENTE: Elaboración propia

Esto es coherente con los resultados de imprimación, puesto que tener una menor resistencia al flujo la emulsión asfáltica puede alcanzar una mayor penetración, en el momento de la imprimación de bases granulares.

4.5. Impermeabilización por imprimación

Asimismo, se buscó cuantificar la impermeabilización de los moldes imprimados a diferentes temperaturas, para lo cual se propuso el ensayo donde los moldes son sometidos a un volumen de agua y se cuantifica la profundidad a la que el agua alcanza a penetrar.

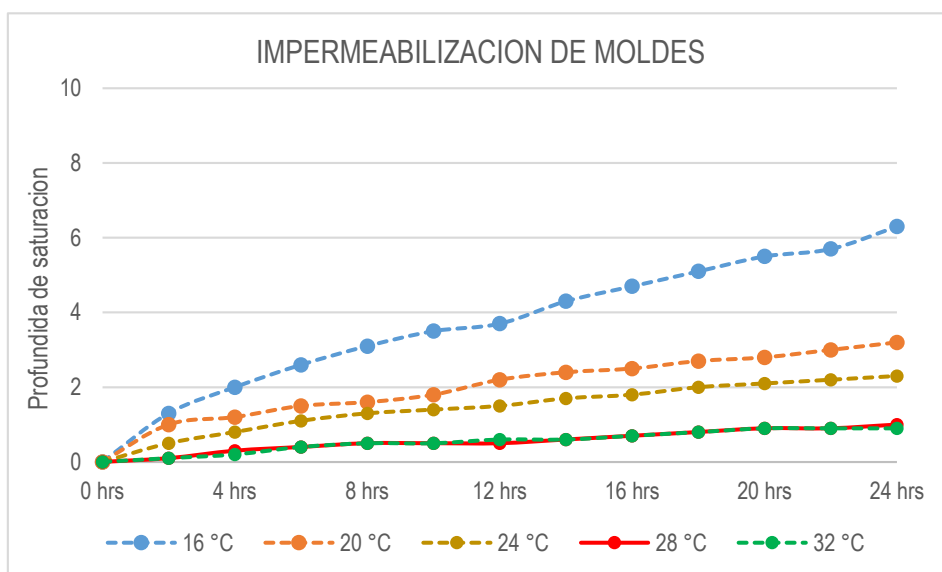
Tabla 29: Impermeabilización por moldes de temperatura.

MUESTRA	TIEMPO	PROFUNDIDAD SATURADA (mm) ENSAYOS				
		16 °C	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C
I 01-03	0 hrs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I 03-06	2 hrs	1.3	1.0	0.5	0.1	0.1
I 07-09	4 hrs	2.0	1.2	0.8	0.3	0.2
I 10-12	6 hrs	2.6	1.5	1.1	0.4	0.4
I 13-15	8 hrs	3.1	1.6	1.3	0.5	0.5
I 16-18	10 hrs	3.5	1.8	1.4	0.5	0.5
I 19-21	12 hrs	3.7	2.2	1.5	0.5	0.6
I 22-24	14 hrs	4.3	2.4	1.7	0.6	0.6
I 25-27	16 hrs	4.7	2.5	1.8	0.7	0.7
I 28-30	18 hrs	5.1	2.7	2.0	0.8	0.8
I 31-33	20 hrs	5.5	2.8	2.1	0.9	0.9
I 34-36	22 hrs	5.7	3.0	2.2	0.9	0.9
I 37-39	24 hrs	6.3	3.2	2.3	1.0	0.9

FUENTE: Elaboración propia

Con el objeto de analizar estos datos con mayor se elaboró la figura N° 18, graficándose los valores alcanzados de SFF. Donde se puede apreciar 5 series de datos, cada una correspondiente a una temperatura, graficando las profundidades que alcanza el agua al dejarse 24 horas, tomándose los valores en intervalos de 2 horas. La figura nos muestra que el molde imprimado a una temperatura de 16°C, no logra impermeabilizar adecuadamente el molde puesto que el agua alcanza una profundidad mayor a los demás moldes elaborados con temperaturas mayores. En ese sentido, se puede observar también que a mayor temperatura se logra una mejor impermeabilización puesto que la profundidad de humedad disminuye. Lo que se traduce en que la emulsión al ser más líquida reduce con mayor facilidad la presencia de vacíos, dificultando el paso del agua.

Figura 18: Penetración por moldes de temperatura



FUENTE: Elaboración propia

La interpretación también nos indica que, los moldes imprimados a temperaturas de 28°C y 32°C, muestran una impermeabilización significativamente más alta en comparación a los demás moldes imprimados, mientras que los moldes imprimados a 16°C presentan valores considerablemente bajos, que son no recomendables.

4.5. Resultados de la investigación

4.5.1 Control de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H sobre la viscosidad en la imprimación de bases granulares.

Según los resultados obtenidos ante el ensayo de viscosidad de Saybolt Furol de asfaltos líquidos, se puede apreciar que en la emulsión sometida a diferentes temperaturas presenta los efectos de elevar el valor de SSF (segundos Saybolt Furol), lo que indica en la emulsión una menor viscosidad (resistencia al flujo), en otros términos, se puede indicar que la emulsión presentaría una mayor fluidez (consistencia más líquida), lo que concuerda con los valores de grado de imprimación e impermeabilización.

En este sentido se obtiene un mejor resultado en el proceso de imprimación, en las temperaturas de 28°C y 32°C. Por último, los datos

establecen que existe una relación directamente proporcional entre la temperatura y la viscosidad de Saybolt Furol.

4.5.2 Evaluación de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H en el grado de penetración en la imprimación de bases granulares.

En base a los ensayos realizados, los valores obtenidos de penetración según los moldes a diferentes temperaturas, podemos observar que mientras la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H va en ascenso la penetración se comporta de igual manera. Lo que nos indica que estas variables mantienen una relación proporcional directa.

Asimismo, ante una imprimación de base granular con emulsión, debe de tener una profundidad mínima de 5mm a 7.5mm según el manual de carreteras (EG-2013, pág 493). Por lo que considerando el uso de la emulsión catiónica tipo CSS-1H, a partir de la temperatura de 26°C, se cumpliría con estos parámetros.

4.5.3 Determinación de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H en la impermeabilización de las bases granulares

En la relación de temperatura e impermeabilización se considera la viscosidad, puesto que cuando la emulsión está a una mayor temperatura, esta presenta una capacidad menor al flujo, es decir una mayor facilidad de fluir, penetrar y llenar los poros y vacíos que existen en una base granular, lo que produce un mayor grado de penetración y consecuentemente un mayor grado de impermeabilidad.

Además, esta relación nos puede decir que la temperatura afecta de manera positiva a la impermeabilización de las bases granulares con emulsión catiónica tipo CSS – 1H, además teniendo en cuenta que una correcta imprimación (temperatura correcta) también produce una mejor cohesión de la capa base, lo que impermeabiliza a este componente en su comportamiento como elemento estructural.

4.5.4 Resumen del efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares.

Según el estudio realizado, podemos observar que el aumento gradual de la temperatura también aumenta la viscosidad de forma escalonada, lo que

repercute en un mayor grado de penetración y una mayor impermeabilización. Teniendo una temperatura inicial de 20°C una penetración de 3.12mm y para la temperatura final de 34°C una penetración de 8.10mm, con fin de que, según el manual de carreteras en pavimentos flexibles, sección 416: imprimación asfáltica nos dice que para emulsiones la imprimación (penetración) es de 5mm a 7.5mm, lo cual nos deja en el rango de 26°C y 32°C. Mientras que por los datos de impermeabilización se puede indicar que a partir de los 28°C se obtienen resultados mas significativos.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Discusión de resultados con antecedentes.

A partir de los resultados obtenidos en la investigación titulada: “Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo css-1h para imprimación de bases granulares”, se admite la hipótesis de investigación, sobre el efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H mejoraría la imprimación de bases granulares, la cual establece la relación entre la temperatura y la emulsión catiónica tipo CSS-1H. En este estudio se puede ver que la temperatura es parámetro fundamental para la penetración de la imprimación y para la preparación del material de las bases granulares, ya que a temperaturas ideales la emulsión tiene grado de penetración dentro de los parámetros en conformidad con la norma (EG-2013). También se concluye que a mayor temperatura mayor será la penetración de la emulsión en la base y consecuentemente la impermeabilización de esta.

Según Mayta Mendoza (2018) en la tesis titulada: “Efecto del % finos de la grava y la temperatura de aplicación de la emulsión asfáltica en la profundidad de penetración de la imprimación en bases granuladas de pavimentación flexibles Huancayo 2017” tiene como resultado que el incremento de temperatura al aplicar la emulsión asfáltica afecta positivamente en la profundidad de penetración de la imprimación asfáltica, puesto que la

profundidad de imprimación a los 28°C (6.0mm) representa un incremento del 48% en relación a la profundidad de imprimación a los 20°C (3.12mm).

Según Orellana Muñico (2020), en la tesis titulada: “Evaluar la influencia de aplicación de la emulsión imprimante Primetec en la conservación de las bases granulares – Huancayo” tiene como conclusión que el imprimante ayuda a poder conservar la humedad de la base granular, ya que previene el ingreso y pérdida de agua, lo que nos quiere decir que la emulsión al tener mayor temperatura y penetrar más en el suelo, generara un efecto impermeabilizante mayor. Estos resultados coinciden con los de la presente investigación puesto que las temperaturas de imprimación de 28°C y 32°C muestran una profundidad de humedad de 1.0 y 0.9 mm a las 24 horas de comenzado el ensayo, en comparación a los 6.3 mm de humedad a las 24 horas de comenzado el ensayo para los 16°C de temperatura de imprimación, Lo que se traduce en una impermeabilización de la capa, puesto que reduce el ingreso de agua. Esta reducción es significativa puesto que representa una variación negativa del -530% y -600% correspondientes a las temperaturas de 28°C y 32°C en relación a la temperatura de 16°C.

Según los resultados obtenidos en base a la relación temperatura y viscosidad se puede decir que la viscosidad de este fluido es determinada fundamentalmente por la temperatura. Las variaciones más altas se dan a las temperaturas los 28°C y 32°C de imprimación, en las cuales la viscosidad se incrementa en un 32.4% y 48.5% respectivamente en relación a la temperatura de 20°C que presento una viscosidad de 20.83 SSF. Esto es debido a que la mayoría de los materiales aumentan su fluidez con la temperatura; en caso de los líquidos más viscosos esta dependencia es mayor, la presente investigación estableció que es recomendable una temperatura mayor a 28°C para la imprimación de bases granulares.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que en el proceso de imprimación de bases granulares con la emulsión catiónica CSS-1H, la temperatura influye directamente en las propiedades de viscosidad lo que repercute directamente en el grado de penetración e impermeabilización, ya que si la temperatura se incrementa se adquieren mejores resultados.
2. La temperatura tiene influencia directa sobre la viscosidad de la emulsión catiónica CSS-1H, puesto que la viscosidad cuantificada en SSF se incrementa en un 32.4% y 48.5% en las temperaturas de 28°C y 32°C respectivamente, estos en comparación de la temperatura de 20°C (20.83 SSF), lo que demuestra que aumentar la temperatura genera que la emulsión catiónica CSS-1H, pierda la resistencia a la fluidez.
3. Según los resultados obtenidos, se concluye que el incremento de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H en el proceso de imprimación asfáltica afecta positivamente en la profundidad de penetración. Puesto que, a los 28°C de temperatura se alcanza una profundidad de 6.00mm, lo que supera el mínimo de 5mm que indica la norma, esto representa un incremento del +48.0% en relación al de 20°C de temperatura (3.12mm).
4. A mayor temperatura se genera en la emulsión catiónica tipo CSS-1H una mayor impermeabilidad, puesto que a los 28°C y 32°C la humedad alcanza los 0.9mm y 1.0 mm, en comparación a los 16°C que la humedad alcanza los 6.3 mm, lo que significa a mayor temperatura de imprimación menor profundidad de saturación o sea una mayor impermeabilidad de la capa de base granular.

RECOMENDACIONES

1. se recomienda tener en cuenta los resultados obtenidos de las propiedades de la emulsión catiónica según la temperatura ya que este es directamente proporcional al grado de penetración, viscosidad e impermeabilización en bases granulares, para tener una relación entre ambas, y poder interpretar que a mayor viscosidad los poros de los agregados (finos y gruesos), se llegan a cubrir en mayor proporción que con una emulsión menos viscosa.
2. Ya que La temperatura tiene influencia directamente proporcional sobre la viscosidad de la emulsión catiónica CSS-1H, se recomienda utilizar a viscosidades de 27.58SSF a 30.93SSF ya que están relacionados a temperaturas de 28°C y 32°C porque si se utiliza a mayores a lo indicado se sobrepasará la penetración de 5mm a 7mm que establece la norma para el caso de bases granulares, lo que demuestra que aumentar la temperatura genera que la emulsión catiónica CSS-1H, pierda la resistencia a la fluidez.
3. el proceso de imprimación se recomienda el uso de la emulsión catiónica CSS - 1H a una temperatura mayor o igual a los 28°C para su correcta penetración, puesto que supera el rango establecido de la norma el cual es de 5mm a 7mm para el caso de bases granulares.
4. a mayor temperatura se genera en la emulsión catiónica tipo CSS-1H una mayor impermeabilidad, puesto que se recomienda utilizar la imprimación de bases granulares a temperaturas 28°C a 32°C ya que la profundidad de saturación alcanza los 0.9mm y 1.0 mm respectivamente, en comparación a los 16°C que la alcanza una profundidad de saturación de 6.3 mm, lo que significa a mayor temperatura de imprimación de bases granulares menor será la profundidad de saturación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APOSAC. (2004). Cartilla del Pavimento Asfáltico. Bogota: Asociacion de productores y pavimentadores de Colombia.
2. Carrasco Díaz, S. (2006). Metodología de la investigación científica. Lima: San Marcos.
3. Condor Alfredo, J. J. (2016). Tratamiento superficial bicapa con emulsión asfáltica de la carretera valle Yacus Provincia de Jauja – región Junín 2015. Tesis de Pregrado, Univerisidad Peruana los Andes, Facultad de Ingenieria, Huancayo.
4. Cornejo Perez, J. M. (2017). Análisis de la optimización del riego de liga en la colocación de carpeta asfáltica en caliente. Tesis de Pregrado, Univerisidad de el Salvador, Facultad de Ingenieria y Arquitectura, Ciudad Universitaria.
5. Coronel Fonseca, O. (2017). "Micropavimento: Alternatiba técnico-económica para la pavimentación del asentamiento humano Lomas de Marchan-Pucusana/Lima,2017". Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Escuela profesional de Ingeniería Civil, Lima.
6. Gonzalez Escobar, W., Jimenez Angulo, M. E., & Lopez Cornejo, R. J. (2017). Guía básica para el uso de emulsiones asfálticas en la estabilización de bases en caminos de baja intensidad en el Salvador. Tesis de Pregrado, Universidad de el Salvador, Facultad de Ingenieria y Arquitectura, Ciudad Universitaria.
7. Guevara Palma, M. R., Mendez Delgado, H. A., & Pimentel Gomez, J. C. (2016). Diseño de mezclas asfálticas densas en frio basado en el método marshall modificado de la Universidad de Illinois. Tesis de Pregrado, Universidad de le Salvador, Facultad Multidisplinaria de Occidente, Santa Ana.
8. Hernández Sampieri, R. (2018). Metodología de la Investigación.
9. Hernández, R., Fernández, C., & Lucio, B. (2006). Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill.
10. Herrmann do Nascimento, L. A. (2018). Nova abordagem da dosagem de misturas asfálticas densas com uso do compactador giratório e foco na deformação permanente. Tesis de Post Grado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Post Grado, Rio de Janeiro.
11. Javier Manuel, L. R. (2017). Aplicación de mezclas asfálticas emulsionadas (Maep), en la conservación vial de la carretera a Antamina Ancash-PerU-2017.

- Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Lima.
12. (s.f.). Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y según la norma ASTM D 1241.
 13. (2013). Manual del Ministerio de Transporte y Comunicaciones .
 14. Mayta Mendoza, M. E. (2015). Efecto del % finos de la grava y la temperatura de aplicación de la emulsión asfáltica en la profundidad de penetración de la imprimación en bases granuladas de pavimentación flexibles Huancayo 2017. Tesis de Pregrado, Universidad Continental, Facultad de Ingeniería, Huancayo.
 15. Mercado, R., Bracho, C., & Avendaño, J. (2008). Emulsiones asfálticas usos-rompimiento. Mérida.
 16. (2015). Ministerio de Economía y Finanzas.
 17. (2013). Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
 18. (2018). Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
 19. Montejo Fonseca, A. (2002). Ingeniería de pavimentos. Bogotá: Primera edición y segunda edición .
 20. Ontiveros Rojas, L. (2016). Evaluación de la adherencia entre capas de pavimento empleando diferentes emulsiones asfálticas. Tesis de Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México, Programa de Maestría y Doctorado de México, México.
 21. Orellana Muñico, J. R. (2020). Aplicación de la emulsión imprimante primetec en la conservación de la base granular - Huancayo. Tesis de Pregrado, Universidad Peruana los Andes, Facultad de Ingeniería, Huancayo.
 22. Rodríguez Ore, E. (2018). Influencia de la fibra de caucho reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
 23. Rodríguez Talavera, R., Castaño Meneses, V. M., & Martínez Madrid, M. (2001). Emulsiones asfálticas. Instituto de física de la U.N.A.M. y del Instituto Mexicano del transporte, Física Aplicada y tecnología avanzada, Sanfandila .
 24. Rolando Franco, F. E. (2002). Estudio comparativo entre mezclas asfálticas con diluido RC-250 y emulsión. Tesis de pregrado, Universidad de Piura, Departamento de Ingeniería Civil, Piura.
 25. Rosero Alvarado, F. C. (2015). Bases estabilizadas con emulsión asfáltica para pavimentos (Aplicación calle NOGALES Parroquia Nayón L= 1.0 km. Tesis de

Pregrado, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingenieria, Ciencias Fisicas y Matematica, Quito.

26. S.A., A. (s.f.). Emulsión asfáltica CSS-1H. Asfaltos químicos y construcciones , 3.
27. (2016). Universidad Tecnológica Nacional.
28. Valdivia Sánchez, V. L. (2017). Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando polímeros SBS en la Av. Universitaria cuadra 53 al 57- Comas, Lima 2017. Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingenieria, Lima.
29. Vera Tello, J. C. (2015). Mejoramiento con emulsiones asfálticas de bases granulares, para pavimento en la región Lambayeque. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Facultad de ingeniera Civil, Lambayeque.
30. Vidalon Ledesma, J. C. (2019). Propiedades negativas de la base granular y temperatura de aplicación de la emulsión asfáltica en profundidad de penetración de la imprimación asfáltica – Huancayo 2018. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Peru, Facultad de Ingeniería Civil, Huancayo.
31. Villa Chaman, V. M. (2007). Reciclado IN SITU en frío de pavimentos empleando emulsiones asfálticas-aplicación. Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Civil, Lima.

ANEXOS

Anexo N°01: Matriz de consistencia



Anexo 1 – Matriz de consistencia

EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE LA EMULSIÓN CATIONICA TIPO CSS-1H PARA IMPRIMACIÓN DE BASES GRANULARES

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Problema general: ¿Cómo interviene la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares?	Objetivo general: Analizar el efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares.	Hipótesis general: El efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H mejoraría la imprimación de bases granulares.	Variable Independiente: Temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H	Tipo de Rotura de la Emulsión	Rotura del emulsificante	Método de investigación: Cuantitativo. Tipo de investigación: Aplicado. Nivel de investigación: Explicativo Diseño de investigación: El diseño de investigación utilizará un esquema Experimental, considerando que el análisis a realizar es teórico, bajo el siguiente esquema. OE → SA → XP → CE → RE Cuando: 2020. Población y muestra: Población. La población está constituida por 45 moldes base granular con diferentes dosificaciones de emulsión a diferentes temperaturas. Muestra: La muestra es de acuerdo al método no probabilístico intencional, en este caso corresponde a 24 briquetas con la mejor dosificación para la
				Gradiente térmico de los agregados	Temperatura de los agregados	
				Gradiente térmico del mezclado	Temperatura de la emulsión	
				Dosificación de la emulsión	Contenido del cemento asfáltico	
Problemas específicos: d) ¿Cómo varía la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H sobre la viscosidad en la imprimación de bases granulares?	Objetivos específicos: d) Determinar cómo varía la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H sobre la viscosidad en la imprimación de bases granulares.	Hipótesis específicas d) La viscosidad de la emulsión catiónica tipo CSS-1H varía con la temperatura en la imprimación de bases granulares.	Variable dependiente:	Viscosidad	Oposición al movimiento	
				Grado de penetración	Penetración de la emulsión	



Anexo 1 – Matriz de consistencia

e) ¿De qué manera interviene la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H en el grado de penetración en la imprimación de bases granulares?	e) Evaluar de qué manera interviene la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H en el grado de penetración en la imprimación de bases granulares.	e) La temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H interviene de manera óptima en el grado de penetración en la imprimación de bases granulares.	Imprimación de bases granulares				dosificación de una buena temperatura con dos tramos de prueba 3x3 m2 de mezcla asfáltica. Técnicas e instrumentos: - Recolección de datos Técnicas de procesamiento de datos: Estadístico y probalístico.
f) ¿Cuánto varía la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H en la impermeabilización en la imprimación de bases granulares?	f) Calcular cuánto varía la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H en la impermeabilización de bases granulares.	f) La temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H mejora la impermeabilización de bases granulares.		Impermeabilización	Capilaridad de la base granular		

Anexo N°02: Panel fotográfico

1. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO

Fotografía N° 1: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría del agregado grueso según referencia de la norma (ASTM C 136).



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 2: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C 136).



Fuente: Elaboración propia.

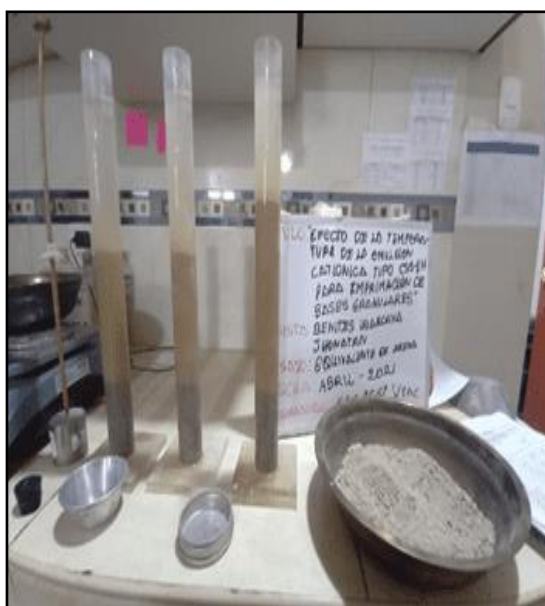
Fotografía N° 3: Determinar la clasificación de los materiales según los requerimientos para base granular con la gradación "A" según referencia de la norma (ASTM D 1241).



Fuente: Elaboración propia.

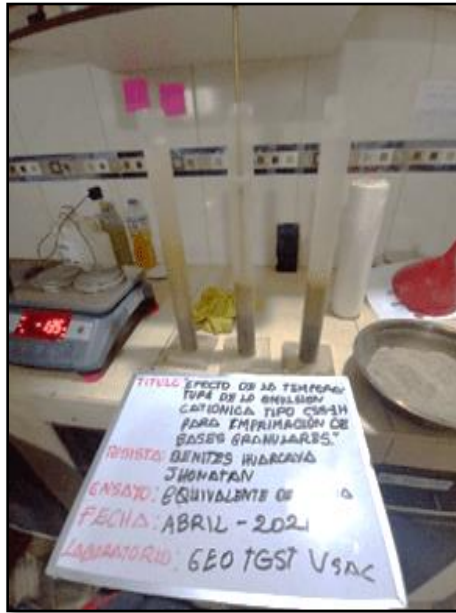
2. EQUIVALENTE DE ARENA

Fotografía N° 4: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la hora de saturación y decantación según referencia de la norma (ASTM D 2419 – 14).



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 5: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena en pulgadas, según referencia de la norma (ASTM D 2419 -14).



Fuente: Elaboración propia.

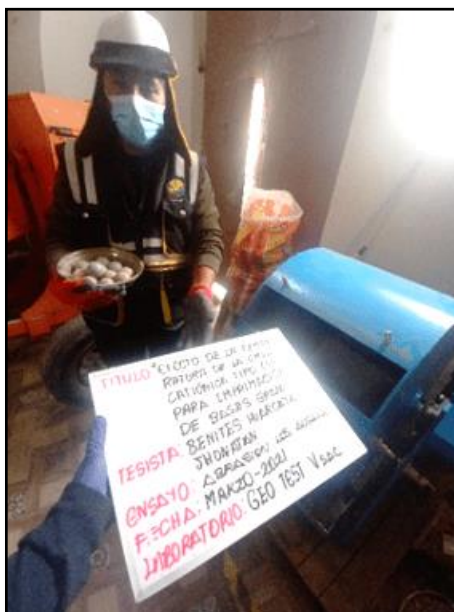
3. ABRASION LOS ANGELES

Fotografía N° 6: Determinar la resistencia a la degradación por el método "B" utilizando agregado de 1/2" y 3/8" con el peso de 2500, con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131).



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 7: Determinar la resistencia a la degradación por el método “B” utilizando 11 esferas con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131).



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 8: Determinar la resistencia a la degradación pesando la masa del agregado para medir el desgaste del agregado mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131).



Fuente: Elaboración propia.

4. DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

Fotografía N° 9: Determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18).



Fuente: Elaboración propia.

5. LIMITES DE ATTERBERG

Fotografía N° 10: Este método de ensayo es para determinar el límite líquido y plástico según referencia de la norma (ASTM D 4318).



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 11: Este ensayo es para determinar el límite líquido y plástico, con el equipo con el método Casagrande según referencia de la norma (ASTM D 4318).



Fuente: Elaboración propia.

6. PROCTOR MODIFICADO

Fotografía N° 12: Distribuir uniformemente las muestras añadiendo el porcentaje de agua, para realizar el ensayo de proctor modificado según referencia de la norma (ASTM D 1557).



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 13: Se distribuye uniformemente de una a una las 5 porciones de la muestra dentro del molde, y a cada capa se le aplica la compactación de 56 golpes según referencia de la norma (ASTM D 1557).



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 14: Culminando la compactación se procede a retirar el collarín y se enrasa cuidadosamente el suelo compactado rellenando así cualquier concavidad formada según referencia de la norma ASTM D 1557).



Fuente: Elaboración propia.

7. VALOR RELATIVO DE SOPORTE (CBR)

Fotografía N° 15: Se distribuye uniformemente de una a una las 5 porciones de la muestra dentro del molde, y a cada capa se le aplica la compactación adecuada según referencia de la norma (ASTM D 1883).



Fuente: Elaboración propia.

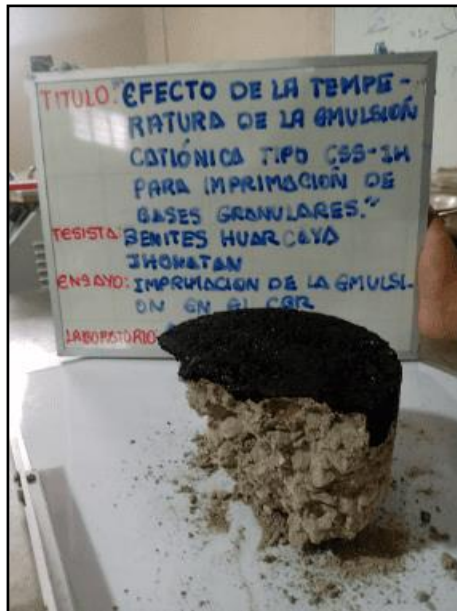
Fotografía N° 16: Determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte en bases granulares según referencia de norma (ASTM 1883).



Fuente: Elaboración propia.

8. MOLDES DE CBR AÑADIENDO EMULSION CATIONICA TIPO CSS-1H PARA IMPRIMACION DE BASES GRANULARES CON DISTINTAS TEMPERATURAS

Fotografía N° 17: Lectura del espesor de imprimación en los moldes con material de base granular imprimando emulsión catiónica CSS-1H a distintas temperaturas (20°C, 22°C, 24°C, 26°C, 28°C, 30°C, 32 °C y 34°C).



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 18: Lectura del espesor de imprimación en los moldes con material de base granular imprimando emulsión catiónica CSS-1H a distintas temperaturas (20°C, 22°C, 24°C, 26°C, 28°C, 30°C, 32 °C y 34°C).



Fuente: Elaboración propia.

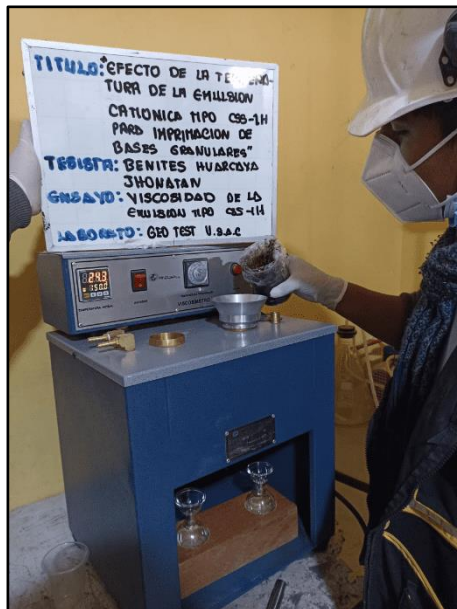
9. VISCOSIDAD

Fotografía N° 19: Determinar la consistencia de la emulsión CSS-1H mediante sus características de flujo a distintas temperaturas: (20°C, 24°C, 28°C y 32°C) para tener una mezcla asfáltica homogénea con la viscosidad según referencia de la norma (ASTM D88).



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 20: Verter la mezcla asfáltica en caliente y filtrar con la malla N°20 según referencia de norma (ASTM D88).



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 21: Se determina y controla el tiempo con el cronograma con respecto a la viscosidad de la emulsión CSS-1H según referencia de la norma (ASTM D88).



Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°03: Certificado de los Ensayos

2021

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Bach. Ing. BENITES HUARCAYA, JHONATAN



**“EFECTO DE LA TEMPERATURA
DE LA EMULSIÓN CATIONICA
TIPO CSS-1H PARA
IMPRIMACIÓN DE BASES
GRANULARES”**



GEO TEST V S.A.C.

DIRECCIÓN : P'sj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Pozo Av.
Ferrocaril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



Análisis granulométrico por tamizado (gradación A)


Luis Camarín Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 188181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Pst. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

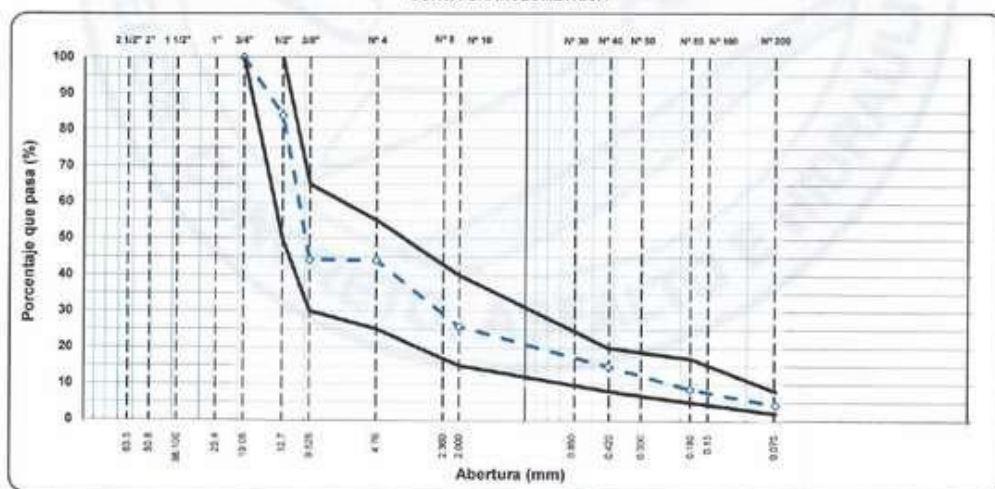
ASTM D 1241

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO : "Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo ccs-1h para imprimación de bases granulares."
TESISTA : Benites Huarcaya, Jhonatan
CANTERA : Pícomayo
MATERIAL : Base Granular
HECHO POR: A.Y.G.
FECHA: Agosto-2021

TAMIZ	Abertura	PESO	PORCENTAJE				GRADACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
ASTM	mm	retenido	retenido	acumulado	que pasa		A	TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100							Peso inicial de la muestra	9900.0 gr
1"	25.400							Peso Fracción	520.0 gr
3/4"	19.050				100.0	100			
1/2"	12.700	1450.0	16.1	16.1	83.9				
3/8"	9.525	3560.0	39.7	55.8	44.2	30 - 65			
5/16"	6.350								
N°4	4.750	20.0	0.2	56.0	44.0	25 - 55			
N°8	2.360	120.3	10.2	66.2	33.8				
N°10	2.000	95.2	8.1	74.2	25.8	15 - 40			
N°16	1.190	20.9	1.8	76.0	24.0				
N°20	0.840								
N°30	0.600	40.2	3.4	79.4	20.6				
N°40	0.425	68.0	5.8	85.2	14.8	8 - 20			
N°50	0.300	56.0	4.7	89.9	10.1				
N°80	0.180	18.0	1.5	91.4	8.6				
N°100	0.150	10.2	0.9	92.3	7.7				
N°200	0.075	40.0	3.4	95.7	4.3	2 - 8			
< 200	-	54.2	4.3	100.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA




Luis Gamarran Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de:
Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



Requerimiento de agregado grueso


Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198761

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de
Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Cíviles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972631911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



ABRASIÓN LOS ANGELES				
(ASTM C131)				
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA				
TÍTULO: "Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo css-1h para imprimación de bases granulares."				
TESTISTA: Benites Huarcaya, Jhonatan				
CANTERA: Pícomayo			HECHO POR: A.Y.G.	
MATERIAL: Grava			FECHA: Agosto-2021	
GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
ESFERAS	12	11	8	6
1 1/2" - 1"	-			
1" - 3/4"	-			
3/4" - 1/2"	-	2500.3		
1/2" - 3/8"	-	2501.3		
3/8" - 1/4"				
1/4" - Nº4				
Nº4 - Nº8				
Peso Muestra		5001.6		
Peso Retenido Tamiz Nº 12		4160.0		
Peso Pasante Tamiz Nº 12		841.6		
% DESGASTE		16.83		
PROMEDIO		16.8%		
ESPECIFICACION:	MAX.	40.0%		OK


Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS							
(ASTM D 4791-10)							
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA							
TITULO: "Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo css-1h para imprimación de bases granulares."							
TESISTA: Benites Huarcaya, Jhonatan							
CANTERA: Pilcomayo				HECHO POR: A.Y.G.			
MATERIAL: Base Granular				FECHA: Agosto-2021			
Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	OBSERVACIONES
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Parcial	CxD	
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	2000.0	123.5	6.2	16.1	99.4	
1/2"	3/8"	1000.0	75.2	7.5	39.7	298.5	
Σ		3,000.0	198.7		55.8	398.0	
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)					7.13		OK
ESPECIFICACION:					MAXIMO	15.0%	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES					
(ASTM D 1888)					
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA					
TITULO: "Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo csa-1h para imprimación de bases granulares."					
TESISTA: Banites Huarcaya, Jhonatan			HECHO POR: A.Y.G.		
CANTERA: Pilcomayo			FECHA: Agosto-2021		
MATERIAL: Base Granular					
AGREGADO GRUESO					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
1.-	Recipiente		1	2	3
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	145.90	101.39	172.30
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	145.93	101.42	172.38
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.03	0.03	0.08
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0	100.0
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0	300.0
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0	100.0
8.-	Salas Solubles $(1/((Cx(A)/(DxB)))) \times 100$	%	0.090	0.090	0.240
9.-	Promedio Salas Solubles	%	0.140		
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK	


 Luis Garmir Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO							
(ASTM C89M-18)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA							
TÍTULO: "Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1h para imprimación de bases granulares."							
TESISTA: Benites Huarcaya, Jhonatan							
CANTERA: Pilcomayo							
MATERIAL: Base Granular							
HECHO POR: A.Y.G.							
FECHA: Agosto-2021							
AGREGADO GRUESO							
TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
		%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%
2 1/2"	2"						
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	3/8"	55.8	1000.3	895.3	105.00	10.50	5.88
3/8"	N° 4	0.2	301.2	189.2	112.00	37.18	0.07
TOTALES		56.0	1301.5	ESPECIFICACION:	MAX.	18.0%	5.93

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CP: 174103

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

CARAS FRACTURADAS

(ASTM D 5821-13)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo css-1h para imprimación de bases granulares."

TESISTA: Benitas Huercaya, Jhonatan

CANTERA: Pilcomayo

MATERIAL: Base Granular

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Agosto-2021

A.- CON UNA CARA FRACTURADAS 80% MIN

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(grs.)	(grs.)	((B/A)*100)	%	C/D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200.0	1197.7	99.81	16.9	1686.8
1/2"	3/8"	300.0	299.4	99.80	6.3	628.7
TOTAL		1500	1497.1		23.2	2,315.50
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA		TOTAL E		=		
				2316		
				TOTAL D		
				23.20		99.8 %

B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS 50% MIN

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(grs.)	(grs.)	((B/A)*100)	(grs.)	C/D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200.0	1160.3	96.69	16.9	1,634.1
1/2"	3/8"	300.0	196.5	62.17	6.3	391.7
TOTAL		1500	1346.8		23.2	2,025.74
PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS		TOTAL E		=		
				2026		
				TOTAL D		
				23.20		87.3 %


Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
C.R.P. 160161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de
Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Cíviles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



Requerimiento de agregado fino


Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 199161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de
Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD						
<small>(ASTM D4318)</small>						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA						
TÍTULO: "Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1h para imprimación de bases granulares."						
TESISTA: Benites Huarcaya, Jhonatan						
CANTERA: Pícomayo						
MATERIAL: Base Granular						
HECHO POR: A.Y.G.						
FECHA: Agosto-2021						
Material Pasante Tamiz N° 40						
DESCRIPCION	UNIDAD	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		52	56	89	12	25
Nro. de Recipiente	N°					
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	52.3	47.60	64.7	21.10	22.50
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	47.4	44.1	61.2	20.70	22.20
Peso de Recipiente (C)	g	15.00	11.60	19.20	15.00	15.00
Peso del Agua (A-B)	g	4.9	3.5	3.5	0.40	0.30
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	32.4	32.5	42	5.70	7.20
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	15.1	10.8	8.3	7.0	4.2
N° De Golpes		15	25	34		
RESULTADOS OBTENIDOS		LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO		
		LÍQUIDO	PLÁSTICO			
		11.0	5.6			
ESPECIFICACION		MIN. (%)		CUMPLIMIENTO		
IP		2		OK		
RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES						

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 199181

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Cíviles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : P^o S^o, GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pozo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES					
(ASTM D 1888)					
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA					
TITULO: "Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo css-1h para imprimación de bases granulares."					
TESISTA: Benites Huarcaya, Jhonatan					
CANTERA: Pilcomayo			HECHO POR: A. Y. G.		
MATERIAL: Base Granular			FECHA: Agosto-2021		
AGREGADO FINO					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
1.-	Recipiente		1	2	3
2.-	Peso (Baker 250 ml.)	g	154.30	145.10	145.90
3.-	Peso + Sal +Baker 250 ml.	g	154.32	145.12	146.10
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.02	0.02	0.20
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0	100.0
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0	300.0
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0	100.0
8.-	Salas Solubles $(1/((C \times A)/(D \times B))) \times 100$	%	0.060	0.060	0.600
9.-	Promedio Salas Solubles	%	0.240		
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK	

Luis Gamarras Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO							
(ASTM C58M-10)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO: "Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1h para imprimación de bases granulares."							
TESISTA: Benito Huaricaya, Jhonatan							
CANTERA: Pilcomayo							
MATERIAL: Base Granular							
HECHO POR: A.Y.G.							
FECHA: Agosto-2021							
AGREGADO FINO							
TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
		%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%
3/8"	N° 4						
N° 4	N° 8	10.2	100.0	89.60	10.40	10.40	1.06
N° 8	N° 16	9.9	100.0	84.20	15.80	15.80	1.56
N° 16	N° 30	3.4	100.0	72.50	27.50	27.50	0.94
N° 30	N° 50	10.5	100.0	67.80	32.20	32.20	3.38
ESPECIFICACION:		MAX.	15.0%	TOTALES			6.94


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 158187

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de
 Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C.



EQUIVALENTE DE ARENA				
(ASTM D2419)				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA				
TITULO: "Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo csa-1h para imprimación de bases granulares."				
TESISTA: Benites Huarcaya, Jhonalan				
CANTERA: Pilcomayo		HECHO POR: A. Y. G.		
MATERIAL: Base Granular		FECHA: Agosto-2021		
ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	12:45	12:47	12:49
4	Hora de Salida	12:55	12:57	12:59
5	Hora de Entrada	12:57	12:59	13:01
6	Hora de Salida	13:17	13:19	13:21
7	Altura Maxima de Material Fino	5.84	5.82	5.60
8	Altura Maxima de la Arena	3.34	2.80	3.40
9	Equivalente de Arena (%)	59.2	49.8	60.7
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	57.0		
11	ESPECIFICACION:	MINIMO:	45.0%	OK

Luis Gamarrta Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 196181

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Pozo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



Proctor Modificado método “c”


Luis Gamarras Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP. 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 CHILCA
E-MAIL : LABGEOTESTV@GMAIL.COM
GEOTESTV@GMAIL.COM
REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.
PERUOANNO, FRONTE DON AV. LEONCIO PRADO
FACEBOOK : GEO TEST V. S.A.C
CELULAR : 952523151 - 972331931 - 991375003
RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

Proyecto : TESIS : "EFECTO DE LA TEMPERATURA DE LA EMULSION CATIÓNICA TIPO CSS-1H PARA IMPRIMACIÓN DE BASES GRANULARES"
Expediente N° : EXP-56-GEO-TEST-V-2021
Codigo de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : BENITES HUARCAYA, JHONATAN
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
Estructura : VARIOS
Fecha de recepción : MAYO-2021
Cartera : PILCOMAYO
N° de muestra : MUESTRA N°1
Clase de material : BASE GRANULAR
Norma : MTC E 115
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : AGOSTO-2021

PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	11,248.0	11,568.0	11,689.0	11,478.0
Peso molde (gr.)	6,545.0	6,545.0	6,545.0	6,545.0
Peso suelo compactado (gr.)	4,701.0	5,023.0	5,144.0	4,933.0
Volumen del molde (cm³)	2,131.0	2,131.0	2,131.0	2,131.0
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.206	2.357	2.414	2.315

HUMEDAD (%)				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	471.7	467.5	518.0	745.3
Tara + suelo seco (gr.)	450.5	443.0	584.0	700.3
Peso de agua (gr.)	21.2	24.5	34.0	45.0
Peso de tara (gr.)	44.3	44.6	88.1	105.6
Peso de suelo seco (gr.)	406.2	398.4	495.9	594.7
Humedad (%)	5.22	6.15	6.86	7.57
Densidad Seca (gr/cm³)	2.097	2.221	2.259	2.152

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
MÉTODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	6"	6"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	6,545.0
VOLUMEN (CM³)	2,131.0

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	2.260
Óptimo Contenido de Humedad (%)	6.75

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm³)	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido (%)	-



NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT/ART.6 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producción o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarras Espinoza
INGENIERO CIVIL
N° 161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCION : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



Valor relativo de soporte “CBR”


Luis Gamarta Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 196161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de
Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : JR. ORAL N°21 - CHILCA
CALLE A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PISO AV.
TERMINAL CRUCE CON AV. LINDOIZ PRADO
CELULAR : 952525151 - 922031911 - 991375093
E-MAIL : LABGOTESTVQ2@GMAIL.COM
BEGTESTV@GMAIL.COM
FACEBOOK : GEO-TEST V. S.A.C.
RUC : 20506729209



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS : "EFECTO DE LA TEMPERATURA DE LA EMULSIÓN CATIONICA TIPO CSS-1H PARA IMPRIMACIÓN DE BASES GRANULARES"
Expediente N° : EXP-55-GEO-TEST-V-2021
Codigo de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : BENITES HUARCAYA, JHONATAN
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
Estructura : VARIOS
Fecha de recepción : MAYO-2021
Cantera : PILCOMAYO
N° de muestra : MUESTRA N°1
Clase de material : BASE GRANULAR
Norma : MTC E 132
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : AGOSTO-2021

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
MTC E 132

Hoja : 01 de 02

COMPACTACION						
Molde N°	3		5		7	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12840.0	12978.0	12760.0	12823.0	12704.0	12806.0
Peso de molde (g)	7712.6	7713.6	8097.0	8097.0	8074.0	8074.0
Peso del suelo húmedo (g)	5126.4	5264.4	4663.0	4726.0	4630.0	4824.0
Volumen del molde (cm ³)	2122.3	2122.3	2124.2	2124.2	2125.0	2125.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.415	2.481	2.195	2.225	2.179	2.270
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	331.2	138.3	321.6	131.2	364.2	266.6
Peso suelo seco + tara (g)	313.1	130.3	301.4	123.2	339.5	237.4
Peso de tara (g)	18.2	27.0	47.2	24.2	21.0	23.6
Peso de agua (g)	18.1	8.0	20.2	8.0	24.7	19.2
Peso de suelo seco (g)	294.9	103.3	254.2	99.0	318.5	213.8
Contenido de humedad (%)	5.14	7.74	7.95	8.08	7.76	8.96
Densidad seca (g/cm ³)	2.276	2.302	2.034	2.058	2.022	2.083

EXPANSION									
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3
				mm	%		mm	%	
NO EXPANSIVO									

PENETRACION												
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1					MOLDE N°2				MOLDE N°3	
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	%	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION
Pulgadas		kg/cm ²	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²
0.000		0.000	0.00				0.000	0.00			0.000	0.00
0.025		0.082	11.43				0.084	9.23			0.053	7.88
0.050		0.163	23.73				0.156	20.45			0.095	13.02
0.075		0.367	46.00				0.153	21.30			0.147	19.35
0.100	70.31	0.662	81.26	95.8	93.6		0.417	32.02	39.3	55.8	0.164	23.65
0.150		0.731	89.47				0.416	51.90			0.263	35.86
0.200	106.48	0.876	108.57	108.5	103.8		0.571	70.46	65.5	65.0	0.375	48.56
0.250		0.992	120.17				0.621	76.41			0.471	58.50
0.300		1.183	142.38				0.727	89.00			0.568	73.87
0.400		1.242	149.20				0.880	107.04			0.674	82.71
0.500		1.474	175.82				0.964	118.89			0.723	88.52

Luis Gamarras Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

REC 20608529220

 Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



Imprimación de base granular por temperatura con emulsión CSS-1H


Luis Gamarras Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 180181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



IMPRIMACION ASFALTICA					
NORMA D 3919					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA					
TITULO:	"Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo ccs-1h para imprimación de bases granulares.*"				
TESISTA:	Benites Huarcaya, Jhonatan				
CANTERA:	Pilcomayo				
MATERIAL:	Base Granular				
HECHO POR: A.Y.G.					
FECHA: Agosto-2021					
IMPRIMACION DE MOLDES POR TEMPERATURA					
N°MOLDES	TEMPERATURA	IMPRIMACION (mm) ENSAYOS			PROMEDIO (mm)
		1	2	3	
M-01	20 °C	3.1	3.1	3.15	3.12
M-02	22 °C	3.9	4.0	4.1	4.00
M-03	24 °C	4.9	4.8	4.9	4.85
M-04	26 °C	5.3	5.4	5.4	5.37
M-05	28 °C	6.1	6.0	5.9	6.00
M-06	30 °C	6.8	6.7	6.7	6.73
M-07	32 °C	7.4	7.4	7.3	7.37
M-08	34 °C	8.0	8.1	8.2	8.10


 Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de
 Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



Viscosidad sybolt de asfaltos líquidos a distintas temperaturas


Luis Gamarrá Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pozo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL DE ASFALTOS LIQUIDOS

(ASTM D 88 2007)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo CSS-1H para imprimación de bases granulares"

TESISTA: Benites Huarcaya, Jhonatan

CANTERA: Pilcomayo

HECHO POR: A. Y. G.

MATERIAL: Emulsión Asfáltica tipo CSS-1H

FECHA: Agosto - 2021

EMULSION ASFALTICA TIPO CSS-1H

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
			1	2	3
1.-	Recipiente				
2.-	Peso (60 ml.)	cm3	60.00	60.00	60.00
3.-	Temperatura	°C	20.00	20.00	20.00
4.-	Promedio de temperatura	°C	20.00		
5.-	Factor de corrección (F) (A)	cm3/s	38.46	38.46	38.46
6.-	Tiempo (B)	s	5.60	5.75	4.90
7.-	Viscosidad Saybolt Universal a 20°C (AxB)	SSU	215.4	221.1	188.5
8.-	Viscosidad Saybolt Furol a 20°C	SSF	21.5	22.1	18.8
9.-	Promedio (SSF)	SSF	20.83		


Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Cíviles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : P.S.J. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL DE ASFALTOS LIQUIDOS

(ASTM D 88 2007)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo css-1h para imprimación de bases granulares"

TESISTA: Benites Huarcaya, Jhonatan

CANTERA: Pilcomayo

HECHO POR: A. Y. G.

MATERIAL: Emulsión Asfáltica tipo CSS-1H

FECHA: Agosto - 2021

EMULSION ASFALTICA TIPO CSS-1H

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
1.-	Recipiente		1	2	3
2.-	Peso (60 ml.)	cm3	60.00	60.00	60.00
3.-	Temperatura	°C	23.90	24.00	24.10
4.-	Promedio de temperatura	°C	24.00		
5.-	Factor de corrección (F) (A)	cm3/s	38.46	38.46	38.46
6.-	Tiempo (B)	s	5.60	5.70	5.90
7.-	Viscosidad Saybolt Universal a 24°C (Ax B)	SSU	223.1	219.2	226.9
8.-	Viscosidad Saybolt Furol a 24°C	SSF	22.3	21.9	22.7
9.-	Promedio (SSF)	SSF	22.31		

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL DE ASFALTOS LIQUIDOS

(ASTM D 88 2007)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo css-1h para imprimación de bases granulares"

TESISTA: Benites Huarceya, Jhonatan

CANTERA: Pilcomayo

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Emulsión Asfáltica tipo CSS-1H

FECHA: Agosto - 2021

EMULSION ASFALTICA TIPO CSS-1H

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
			1	2	3
1.-	Recipiente				
2.-	Peso (60 ml.)	cm3	60.00	60.00	60.00
3.-	Temperatura	°C	28.00	28.00	28.00
4.-	Promedio de temperatura	°C	28.00		
5.-	Factor de corrección (F) (A)	cm3/s	38.46	38.46	38.46
6.-	Tiempo (B)	s	7.23	7.13	7.15
7.-	Viscosidad Saybolt Universal a 28°C (Ax B)	SSU	278.1	274.2	275.0
8.-	Viscosidad Saybolt Furol a 28°C	SSF	27.6	27.4	27.5
9.-	Promedio (SSF)	SSF	27.58		

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pozo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL DE ASFALTOS LIQUIDOS

(ASTM D 88 2007)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo css-1h para imprimación de bases granulares"

TESISTA: Benites Huarcaya, Jhonatan

CANTERA: Pícomayo

HECHO POR: A. Y. G.

MATERIAL: Emulsión Asfáltica tipo CSS-1H

FECHA: Agosto - 2021

EMULSION ASFALTICA TIPO CSS-1H

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
			1	2	3
1.-	Recipiente				
2.-	Peso (60 ml.)	cm3	60.00	60.00	60.00
3.-	Temperatura	°C	31.90	31.90	32.20
4.-	Promedio de temperatura	°C	32.00		
5.-	Factor de corrección (F) (A)	cm3/s	38.46	38.46	38.46
6.-	Tiempo (B)	s	8.10	7.98	8.05
7.-	Viscosidad Saybolt Universal a 32°C (AxB)	SSU	311.5	308.9	309.6
8.-	Viscosidad Saybolt Furol a 32°C	SSF	31.2	30.7	31.0
9.-	Promedio (SSF)	SSF	30.93		


Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica. Aplicado en Obras Civiles

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Pozo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



Impermeabilización de moldes por temperatura con emulsión CSS-1H


Luis Gamarrá Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



IMPERMEABILIZACION DE MOLDES POR TEMPERATURA CON EMULSION TIPO CSS-1H

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Efecto de la temperatura de la emulsión catiónica tipo css-1h para imprimación de bases granulares."

TESISTA: Benites Huarcaya, Jhonatan

CANTERA: Pilcomayo

MATERIAL: Base Granular

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Agosto-2021

IMPERMEABILIZACION DE MOLDES POR TEMPERATURA

N°	DURACION	LECTURA DE ENSAYOS EN (mm) SEGÚN TEMPERATURA				
		16°C	20°C	24°C	26°C	32°C
1	0 HORAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2 HORAS	1.3	1.0	0.5	0.1	0.1
3	4 HORAS	2.0	1.2	0.8	0.3	0.2
4	6 HORAS	2.6	1.5	1.1	0.4	0.4
5	8 HORAS	3.1	1.6	1.3	0.5	0.5
6	10 HORAS	3.5	1.8	1.4	0.5	0.5
7	12 HORAS	3.7	2.2	1.5	0.5	0.6
8	14 HORAS	4.3	2.4	1.7	0.6	0.6
9	16 HORAS	4.7	2.5	1.8	0.7	0.7
10	18 HORAS	5.1	2.7	2.0	0.8	0.8
11	20 HORAS	5.5	2.8	2.1	0.9	0.9
12	22 HORAS	5.7	3.0	2.2	0.9	0.9
13	24 HORAS	6.3	3.2	2.3	1.0	0.9


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161