Universidad Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

Evaluación del efecto del unicel con acetato de etilo en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la mezcla bituminosa en frío con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo - 2021

Rosario Heredia Flores

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera Civil

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital

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

AGRADECIMIENTO

A Dios, por iluminar y dirigir mi camino. Él está en todo momento a mi lado, es el que guía el destino de mi vida, dándome las fuerzas para nunca decaer ante nuevos obstáculos del día a día.

A mis maestros, compañeros y la Universidad Continental, por haberme brindado todos sus conocimientos, los cuales me permitieron formarme como una persona capaz para la profesión de ingeniería civil.

DEDICATORIA

Con todo mi corazón, a mi madre, pues sin ella no cumpliría esta meta. Sus sabios consejos me ayudan a ser cada vez mejor, forjando la persona que soy actualmente y llevándome por el buen camino. Te dedico mi trabajo de investigación por tu amor, paciencia y esfuerzo para poder lograr mis metas.

A mis hermanas, quienes, con sus palabras de aliento, nunca me dejaron rendirme, siendo perseverante ante mis objetivos. Ellas siempre están conmigo en las buenas y en las malas.

ÍNDICE

PORTADA I
AGRADECIMIENTO II
DEDICATORIA III
ÍNDICE IV
ÍNDICE DE TABLAS VIII
ÍNDICE DE FIGURAS XI
RESUMEN XIII
ABSTRACT XIV
INTRODUCCIÓN XV
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO 16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 19
1.2.1. Problema general 19
1.2.2. Problemas específicos 19
1.3. OBJETIVOS 20
1.3.1. Objetivo general 20
1.3.2. Objetivo específico 20
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 20
1.4.1. Justificación teórica 20
1.4.2. Justificación práctica 21
1.4.3. Justificación económica 21
1.4.4. Justificación ambiental 21
1.4.5. Importancia 22
1.5. DELIMITACIÓN 22
1.5.1. Delimitación conceptual 22
1.5.2. Delimitación espacial 22
1.5.3. Delimitación temporal 22
1.6. HIPÓTESIS 23
1.6.1. Hipótesis general 23
1.6.1.1. Hipótesis alterna 23
1.6.1.2. Hipótesis nula 23
1.6.2. Hipótesis específicas 23
1.6.2.1. Hipótesis alterna 01 23
1.6.2.2. Hipótesis nula 01 23
1.6.2.3. Hipótesis alterna 02 23

1.6.2.4. Hipótesis nula 02 24
1.6.2.5. Hipótesis alterna 03 24
1.6.2.6. Hipótesis nula 03 24
1.7. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES 24
1.7.1. Variable dependiente 24
1.7.2. Variable independiente 24
1.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 25
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 26
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA 26
2.1.1. Antecedentes internacionales 26
2.1.2. Antecedentes nacionales 31
2.2. BASES TEÓRICAS 35
2.2.1. Mezcla bituminosa en frío 35
2.2.2. Propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas 38
2.2.3. Emulsión asfáltica 39
2.2.4. Método para determinar la emulsión asfáltica 40
2.2.5. Unicel (poliestireno expandido) 40
2.2.5.1. Definición 41
2.2.5.2. Propiedades 41
2.2.5.3. Impacto ambiental 42
2.2.6. Acetato de etilo 43
2.3. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN 43
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS 44
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA 46
3.1. MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN 46
3.1.1. Método de investigación 46
3.1.2. Tipo de investigación 47
3.2. DISEÑO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN 46
3.2.1. Diseño de investigación 46
3.2.2. Nivel de investigación 46
3.2.3. Orientación de investigación 47
3.2.4. Enfoque cuantitativo 47
3.2.5. Recolección de datos de la investigación 48
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA 48
3.3.1. Población 48
3.3.2. Muestra 48
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 49

3.4.1. Técnicas de investigación 49
3.4.2. Instrumentos de investigación 49
3.4.3. Análisis de validez y confiabilidad del instrumento 50
3.5. ASPECTOS ÉTICOS 50
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 52
4.1. RESULTADOS 52
4.1.1. Diseño de la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con un rango (%) para el mejoramiento de sus propiedades mecánicas. 52
4.1.1.1. Ensayo granulométrico por tamizaje 52
4.1.1.2. Combinación teórico – física 56
4.1.1.3. Ensayos complementarios 58
4.1.1.4. Emulsión 59
4.1.1.5. Humedad y emulsión óptima de la MAF 60
4.1.2. Variación en la resistencia a la deformación y parámetros volumétricos del diseño de la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ. 61
4.1.2.1. Mezcla bituminosa en frío convencional 61
4.1.2.2. Mezcla bituminosa en frío modificada con adición PAÊ 65
4.1.3. Variación porcentual en la deformación de tracción retenida (TSR) del diseño de la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ. 70
4.1.4. Variación porcentual en el desgaste por el método de Cantabro del diseño de la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ. 72
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS 74
4.2.1. Hipótesis específica 01 74
4.2.2. Hipótesis específica 02 82
4.2.3. Hipótesis específica 03 86
4.3. DISCUSIÓN 90
4.3.1. Diseño de la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con un rango (%) para el mejoramiento de sus propiedades mecánicas. 90
4.3.2. Variación en la resistencia a la deformación y parámetros volumétricos del diseño de la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ. 92
4.3.1. Variación porcentual en la deformación de tracción retenida (TSR) del diseño de la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ. 99
4.3.1. Variación porcentual en el desgaste por el método de Cántabro del diseño de la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ. 101
4.4. ANÁLISIS DE COSTO 102
CONCLUSIONES 104
RECOMENDACIONES 106

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 108
MATRIZ DE CONSISTENCIA..... 112
FICHA TÉCNICA..... 113
CERTIFICADOS..... 117
PANEL FOTOGRÁFICO 193

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos del agregado pétreo para MAF 36

Tabla 2: Tipo de mezcla en función del espesor 37

Tabla 3: Criterios para el diseño de mezclas de agregado – Emulsión asfáltica 38

Tabla 4: Requerimiento para mezclas densas en frío 38

Tabla 5: Muestra para la investigación 48

Tabla 6: Análisis granulométrico de la arena natural 53

Tabla 7: Análisis granulométrico de la arena natural 54

Tabla 8: Análisis granulométrico de cal hidratada 55

Tabla 9: Análisis granulométrico de piedra triturada 56

Tabla 10: Combinación teórica de agregados por el método de tanteos sucesivos 57

Tabla 11: Combinación física de agregados pétreos 58

Tabla 12: Ensayos complementarios del agregado combinado 58

Tabla 13: Determinación de porcentaje de emulsión asfáltica 60

Tabla 14: Recubrimiento en porcentaje de agua 61

Tabla 15: Datos Marshall con 4%, 5%, 6% y 7% de humedad 62

Tabla 16: Óptimo diseño convencional para la mezcla asfáltica en frío 65

Tabla 17: Prop. mec. de la MAF modificada con adición de 0.5% de PAÊ. 66

Tabla 18: Prop. mec. de la MAF modificada con adición de 1.0% de PAÊ. 66

Tabla 19: Prop. mec. de la MAF modificada con adición de 1.5% de PAÊ. 67

Tabla 20: Prop. mec. de la MAF modificada con adición de 2.0% de PAÊ. 67

Tabla 21: Prop. mec. de la MAF modificada con adición de 2.5% de PAÊ. 68

Tabla 22: Prop. mec. de la MAF modificada con adición de 3.0% de PAÊ. 68

Tabla 23: Prop. mec. de la MAF modificada con adición de 3.5% de PAÊ. 69

Tabla 24: Prop. mec. de la MAF modificada con adición de 4.0% de PAÊ. 69

Tabla 25: Prop. mec. de la MAF modificada con adición de 4.5% de PAÊ. 70

Tabla 26: Prop. mec. de la MAF modificada con adición de 5.0% de PAÊ. 70

Tabla 27: Tracción indirecta de la mezcla bituminosa en frío convencional 71

Tabla 28: Tracción indirecta de la mezcla bituminosa en frío, modificada con adición de PAÊ 71

Tabla 29: Ensayo de desgaste por el método de Cántabro para la mezcla bituminosa en frío convencional 73

Tabla 30: Ensayo de desgaste por el método de Cántabro para la mezcla bituminosa en frío, modificada con adición de PAÊ 73

Tabla 31: Datos para análisis de varianza – PAÊ y Estabilidad (kg) 75

Tabla 32: Análisis de varianza - PAÊ y Estabilidad (kg) 75

Tabla 33: Prueba en SPSS - Estabilidad (kg) 76

Tabla 34: Comparaciones múltiples de adición PAE - Estabilidad (kg) 77

Tabla 35: Comparaciones múltiples de bloques - Estabilidad (kg) 78

Tabla 36: Datos para análisis de varianza – PAÊ y Flujo (mm) 78

Tabla 37: Análisis de varianza - Flujo (mm). 79

Tabla 38: Prueba en SPSS - Flujo (mm) 79

Tabla 39: Comparaciones múltiples de adición PAE - Flujo (mm) 81

Tabla 40: Comparaciones múltiples de bloques - Flujo (mm) 82

Tabla 41: Datos para análisis de varianza – PAÊ y tracción indirecta retenida (TSR) . 83

Tabla 42: Análisis de varianza - TSR (%) 83

Tabla 43: Prueba en SPSS - TSR (%) 84

Tabla 44: Comparaciones múltiples de adición PAE - TSR (%) 85

Tabla 45: Comparaciones múltiples de bloques - TSR (%) 86

Tabla 46: Datos para análisis de varianza – PAÊ y Desgaste por el método de Cántabro 87

Tabla 47: Análisis de varianza - Desgaste (%)..... 87

Tabla 48: Prueba en SPSS - Desgaste (%) 88

Tabla 49: Comparaciones múltiples de adición PAE - Desgaste (%) 89

Tabla 50: Comparaciones múltiples de bloques - Desgaste (%) 90

Tabla 51: Rango óptimo en la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ..... 91

Tabla 52: Resistencia a la deformación y parámetros volumétricos vs % de PAÊ 97

Tabla 53: Deformación de tracción retenida vs % de PAÊ 100

Tabla 54: Desgaste vs % de PAÊ 102

Tabla 55: Dosificación base y modificada MAF..... 102

Tabla 56: Costo de producción en planta por metro cúbico (m3) 103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fallas en el pavimento..... 17

Figura 2: Residuos de unicel (poliestireno expandido) 19

Figura 3: Diagrama de una emulsión asfáltica 39

Figura 4: Fases de rotura en una emulsión asfáltica 40

Figura 5: Producción de unicel (poliestireno expandido)..... 41

Figura 6: Impacto ambiental del unicel (poliestireno expandido)..... 43

Figura 7: Curva granulométrica de la arena natural 53

Figura 8: Curva granulométrica de la arena triturada..... 54

Figura 9: Curva granulométrica de la cal hidratada 55

Figura 10: Curva granulométrica de la piedra triturada 56

Figura 11: Curva granulométrica de la combinación teórica de agregados 57

Figura 12: Representación gráfica de la combinación física de agregados pétreos 58

Figura 13: Gráfico de Humedad vs Estabilidad..... 62

Figura 14: Gráfico de Humedad vs Flujo 63

Figura 15: Gráfico de Humedad vs Vacíos de aire..... 63

Figura 16: Gráfico de Humedad vs Peso Unitario..... 63

Figura 17: Gráfico de Humedad vs Vacíos de Agregado Mineral (VMA) 64

Figura 18: Gráfico de Humedad vs Vacíos Llenos de Emulsión Asfáltica..... 64

Figura 19: Gráfico resumen de estabilidad vs PAÊ..... 93

Figura 20: Gráfico resumen de flujo vs PAÊ 93

Figura 21: Gráfico resumen de vacíos de aire vs PAÊ..... 94

Figura 22: Gráfico resumen de Estabilidad/flujo vs PAÊ 95

Figura 23: Gráfico resumen de Peso Unitario vs PAÊ 95

Figura 24: Gráfico resumen de VMA vs PAÊ..... 96

Figura 25: Gráfico resumen de Vacíos Llenos de E.A vs PAÊ 97

Figura 26: Gráfico resumen de Estabilidad Retenida vs PAÊ 97

Figura 27: Gráfico resumen de TSR vs PAÊ 99

Figura 28: Gráfico resumen de Desgaste vs PAÊ 101

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación consiste en diseñar la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con un rango (%) para el mejoramiento en las propiedades mecánicas con agregados de la cantera Matahuasi. La tesis tiene como método de investigación científico de tipo aplicado y un diseño cuasi-experimental. Dándose inicio con ensayos normalizados y determinándose si se puede aplicar para sus propósitos establecidos por una relación causa-efecto, donde al realizar los procedimientos se cumplieron con sus especificaciones técnicas. Para la investigación, se realizó un diseño base de mezcla convencional y un diseño de mezcla modificada con PAÊ (unicel + acetato de etilo) en porcentajes de 0.5% al 5%, obteniendo especímenes que fueron sometiéndose a pruebas en laboratorio como ensayos de Lottman y Cántabro. Se obtuvo como resultado en el diseño modificado con adición de PAÊ (unicel + acetato de etilo) un rango óptimo de 0% al 3%, evidenciando un mejoramiento ante su resistencia a la deformación y ante los parámetros volumétricos; también evaluaron la deformación de tracción indirecta retenida (TSR), obteniéndose un resultado de incremento desde un 56.70% como MAF convencional hasta un 84.00% de MAF modificado con PAÊ. A continuación, evaluaron el desgaste por el método de Cántabro, obteniéndose, como se evidenció, una disminución de 14.10% como MAF convencional a 6.70% de MAF modificado con PAÊ. Concluyeron que la mezcla bituminosa en frío con adición de PAÊ (unicel + acetato de etilo) con un rango óptimo de 0.5% al 3% mejora sus propiedades mecánicas, evaluadas ante la resistencia a la deformación, parámetros volumétricos, TSR por Lottman y desgaste por Cántabro.

Palabras clave: poliestireno expandido, unicel, acetato de etilo, PAÊ

ABSTRACT

In the present investigation, its objective is to design the cold modified bituminous mixture with the addition of PAÊ (unicel with ethyl acetate) with the range (%) for the improvement in the mechanical properties with aggregates of the Matahuasi quarry. The thesis has as an applied scientific research method and a quasi-experimental design. Giving it began with standardized tests, determining if it can be applied for its purposes and established by a cause-effect relationship, where when performing the procedures, its technical specifications were met. For the research, a conventional mixture base design and a modified mixture design with PAÊ (unicel + ethyl acetate) in percentages from 0.5% to 5% were carried out. obtaining specimens that were subjected to laboratory tests such as Lottman and Cantabro tests. As a result, in the modified design with the addition of PAÊ (unicel + ethyl acetate) an optimal range of 0% to 3% was obtained, evidencing an improvement before its resistance to deformation and before the volumetric parameters, they also evaluated the tensile deformation indirect retained (TSR) obtaining a result of increase from 56.70% as conventional MAF to 84.00% of MAF Modified with PAÊ, Continuing they evaluated the wear by the Cantabro method obtaining as evidenced a decrease of 14.10% as conventional MAF to 6.70 % of MAF Modified with PAÊ. They concluded that the cold bituminous mixture with the addition of PAÊ (unicel + ethyl acetate) with an optimal range of 0.5% to 3% improves its mechanical properties, evaluated against resistance to deformation, volumetric parameters, TSR by Lottman and wear by Cantabrian.

Keywords: expanded polystyrene, unicel, ethyl acetate, PAÊ

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, se busca reducir la contaminación ambiental como también mejorar los pavimentos flexibles. En esta tesis, se busca solucionar estos problemas con un procedimiento adecuado.

Los pavimentos flexibles, al pasar el tiempo, presentan problemas, los cuales son por distintas causas, ya sea en la elaboración de la mezcla o fallas que se presenten durante su vida útil, teniéndose en cuenta los factores que dañan el pavimento. Las mezclas bituminosas en frío no cuentan con las mejores propiedades; por lo tanto, son poco aplicables en pavimentaciones, pero los beneficios que tienen es que su aplicación no requiere ser sometida a mucha energía sin exponerla a altas temperaturas y así cuida el medio ambiente.

La contaminación ambiental es un gran problema, debiéndose a residuos desechables que están compuestos, en su mayoría, de unicel o llamado también como poliestireno expandido y debido a que este material no se deteriora rápidamente con el tiempo contamina ríos y el mar, por lo que es necesario reciclarlo para aprovechar sus propiedades.

En esta tesis, se busca diseñar la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ (unicel + acetato de etilo) con un rango (%) para el mejoramiento de sus propiedades mecánicas con agregados provenientes de la cantera Matahuasi, especificando la variación en la resistencia a la deformación, parámetros volumétricos, determinando la variación porcentual de la deformación de tracción retenida y el desgaste por el método de Cántabro. Se realizaron ensayos característicos para los agregados pétreos. La combinación teórica fue por el método de tanteo sucesivo con el apoyo del software Microsoft Excel y para la combinación física se efectuó de acuerdo con los porcentajes obtenidos de la combinación teórica. Para obtener el porcentaje óptimo de emulsión, se

empleó el método Marshall Modificado y se realizó el recubrimiento de humedad. Se emplearon la adición de PAÊ de 0.5% al 5%, el daño por humedad lo realizaron mediante el ensayo de Lottman y para el desgaste por el método de Cántabro.

Como resultados, se obtuvieron el diseño modificado con adición de PAÊ (unicel + acetato de etilo) con un rango óptimo de 0% al 3%. La variación en la resistencia a la deformación y los parámetros volumétricos es que la estabilidad aumentó de 1048 kg hasta 1279 kg; la estabilidad retenida, de 62.58% a 88.81%; el flujo descendió de 4.7 mm hasta 1.2 mm; el peso unitario se incrementó de 2.259 gr/cc a 2.403 gr/cc; los vacíos de aire disminuyeron de 6.2% hasta 0.2%; los vacíos agregados minerales, de 21.1% a 16.0%; los vacíos llenos de emulsión asfáltica se incrementaron de 70.5% hasta 98.8%; la relación estabilidad/flujo, de 2230 Kg/cm a 10574 Kg/cm. También la variación porcentual de la deformación de tracción indirecta retenida (TSR) con un incremento desde un 56.70% como MAF convencional hasta un 84.00% de MAF modificado con PAÊ. Prosiguiendo la variación porcentual en el desgaste por el método de Cántabro, se evidenció una disminución de 14.10% como MAF convencional a 6.70% de MAF modificado con PAÊ.

Concluyeron que la mezcla bituminosa en frío con adición de PAÊ (unicel + acetato de etilo), con un rango óptimo de 0.5% al 3%, mejora en su evaluación de las propiedades, evaluadas en su resistencia ante la deformación y los parámetros volumétricos, evidenciándose un resultado en su estabilidad de 10.01%, flujo de 34.09%, vacíos de aire de 65.54%, estabilidad /flujo de 68.81%, peso unitario de 4.12%, vacíos de agregado mineral VMA de 15.68%, vacíos llenos de E.A de 23.49, y estabilidad retenida de 28.77, todos con respecto a la MAF convencional. Para la deformación de tracción retenida (TSR) por Lottman, un 38.80% con respecto a la MAF convencional. Para el desgaste por Cántabro, una reducción de 42.55% con respecto a la MAF convencional.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para los pavimentos de Colombia, según (Ospino Carbonell, Tinoco Bueno, & Crespo Tovar, 2017), se dice que su envejecimiento en los bitúmenes presenta un cambio en su viscosidad, presentando ventajas de aumentar su rigidez y desventajas como la pérdida de ductilidad volviéndolos propensos a daños por fatiga y producir fallas. Generalmente, los problemas de los pavimentos flexibles son representados con fallas y deterioro rápido de su vida útil. Durante el pasar del tiempo, se puede observar cómo nuestras vías pavimentadas van en decadencia, ya sea por su mala aplicación o mala elaboración del diseño de la mezcla bituminosa. Las fallas que se presentan a largo plazo ocurren en la etapa de la fabricación de la mezcla bituminosa y ya aplicada se somete ante daño por humedad. En su mayoría, se aplican mezclas asfálticas en caliente como primera opción, porque presentan mejores propiedades ante su resistencia y desgaste. Sin embargo, su producción requiere mucha energía, expuesta a una temperatura de 200 – 250 °C, produciendo gases de efecto invernadero, entre otras desventajas más que perjudican el medio ambiente.

Las realidades problemáticas en países como Brasil según (Romanelli, 2021) que tras una encuesta realizada en 2018 por la confederación nacional de transportes sobre las condiciones de la red de carreteras, donde más del 50% de las carreteras de Brasil tienen fallas como son las fisuras, que son ranuras que involucran problemas en la estructura, hundimiento (una deformación plástica en la superficie del pavimento), exudación, agujeros, causados por una deficiencia en la compactación. Se consideró un total de 107.161 km de carreteras evaluadas, donde el mantenimiento evita problemáticas en las carreteras.

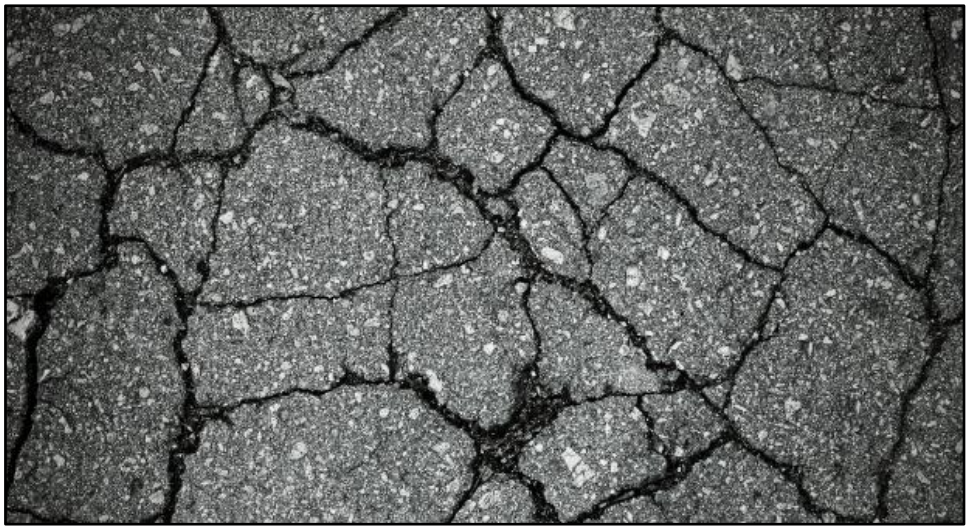


Figura 1: Fallas en el pavimento

Nota: Recopilada de (Romanelli, 2021)

Por otro lado, en Perú, las MAF son muy pocas veces adaptadas, al no contar con las mejores propiedades y mejores resultados ante la vida útil del pavimento. La producción de la mezcla se realiza a temperatura ambiente y emulsión asfáltica, donde gracias a esto es energéticamente eficiente, económicamente viable y amigable con el medio ambiente. Los pavimentos asfálticos en caliente generan una carga ecológica por el consumo de energía calórica al elaborarse, por lo que son conveniente las mezclas bituminosas en frío, porque brindan optimizar en reducir los requerimientos energéticos. La necesidad de buscar mejoras para los pavimentos flexibles y la conservación del medio ambiente nos lleva a desarrollar la aplicación de la mezcla bituminosa en frío y el reciclaje de residuos contaminantes. La vida útil de los pavimentos flexibles es de 20 años; dentro de este tiempo, se tiene que hacer unos mantenimientos para así garantizar el buen estado de la vía. Con el pasar del tiempo, se encuentran deterioros que no solo son causados por cargas, sino también por climas extremos, los niveles de humedad, entre otros, que deterioran el pavimento. La propuesta para el enriquecimiento de las propiedades mecánicas de las mezclas bituminosas en frío es hacer cambios con un material reciclado que proporcione mejores propiedades.

En la investigación nacional del poliestireno expandido, según (Alarcon, 2017), se estipula que la ONU afirma que más de 7 mil millones de habitantes del planeta produjeron 300 millones de toneladas de plástico y se calcula que, cada año, 8 millones de toneladas de plástico acaban en el mar, teniendo la equivalencia de un camión de basura por minuto, amenazando a las especies marinas. Según la ONU, el 99% de aves ingieren plásticos en el siglo XXI. El poliestireno genera mayor volumen de aire que contiene grandes espacios de aire que por sí solos no permiten una compactación y reducir el volumen de los desechos.

Por otro lado, según (Ramos, 2020), se estipula que en la ciudad de Huancayo se genera muchos residuos que contaminan el medio ambiente. Entre estos residuos se encuentra el unicel (poliestireno expandido), donde la industria genera en gran cantidad la elaboración material para maquetas, decoraciones de fiestas como adornos y piñatas para eventos; también aplicados en dar protección a los electrodomésticos, tablas de surf, cascos y otros. Generan más contaminación al ser desechados a la basura, un residuo que difícilmente se deteriora, tardando 500 años en su degradación, contaminando con daños graves en los ecosistemas marinos. Por estas razones, se realizará la combinación del unicel con el acetato de etilo; la disolución tiene alta impermeabilidad y gran adherencia a partículas. Al añadir esta combinación a la mezcla bituminosa en frío permite que la mezcla mejore en sus propiedades mecánicas como su resistencia y ante daños por la humedad.

Figura 2: Residuos de unicel (poliestireno expandido)

Nota: Recopilado de (Arriola Lara & Velasquez Martell, 2013)

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cómo diseñar la MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con un rango (%) para el enriquecimiento de las propiedades mecánicas con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuánta es la variación en la resistencia a la deformación y parámetros volumétricos del diseño de la MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021?

¿Cuánta es la variación porcentual en la deformación de tracción retenida (TSR) del diseño de la MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021?

¿Cuánta es la variación porcentual en el desgaste por el método de Cántabro del diseño de la MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Diseñar la MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con un rango (%) para el enriquecimiento de las propiedades mecánicas con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.

1.3.2. Objetivo específico

Especificar la variación en la resistencia a la deformación y parámetros volumétricos del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.

Determinar la variación porcentual en la deformación de tracción retenida (TSR) del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.

Identificar la variación porcentual en el desgaste por el método de Cántabro del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.4.1. Justificación teórica

Se ejecutó la investigación de las mezclas bituminosas en frío con PAÊ con la finalidad de que en su empleo tenga una mayor vida útil, obteniéndose también

mejor resultado ante el desgaste, identificando los cambios que se encuentran y el intervalo de porcentajes en la aplicación de la combinación, por lo cual se estaría aportando a la elaboración de la mezcla bituminosa en frío para menores errores y gastos que se presenten.

1.4.2. Justificación práctica

Se realizó el proyecto porque los efectos obtenidos en las mezclas bituminosas en frío servirán para mejorar sus propiedades mecánicas y así proporcionar mejor rendimiento del pavimento flexible.

1.4.3. Justificación económica

En el proyecto, se buscó reducir los gastos prematuros que se realizan ante mejoras o mantenimientos a los pavimentos con la elaboración de una buena mezcla bituminosa, que tenga buenas propiedades mecánicas que ayuden a la vida útil del pavimento.

1.4.4. Justificación ambiental

La mezcla asfáltica en frío modificado con PAÊ presenta una reducción de desechos de poliestireno expandido en la investigación, permitiendo que el impacto ambiental sea menor, ya que se aplicará para las mezclas asfálticas en frío, que al estar aplicadas a temperatura ambiente son mejores ante su impacto ambiental.

1.4.5. Importancia

En la investigación, se tiene como importancia evaluar los cambios en las propiedades mecánicas de MAF al incorporarse el unicel con acetato de etilo (PAE).

Trayendo de por sí un beneficio para las carreteras ante daños por humedad y gastos en mantenimientos prematuros.

1.5.DELIMITACIÓN

1.5.1. Delimitación conceptual

En el proyecto, se analizará los efectos que ocasionan en la resistencia a la deformación, parámetros volumétricos, deformación de tracción y desgaste que se presenta en las mezclas bituminosas en frío con la combinación de unicel y acetato de etilo.

1.5.2. Delimitación espacial

El proyecto de investigación abarca toda la provincia de Huancayo – Junín, de donde se obtendrá los materiales como agregados, unicel y acetato de etilo para la mezcla bituminosa que será ejecutada en la investigación.

1.5.3. Delimitación temporal

La investigación del proyecto se elaborará en el presente año 2021, en los meses de febrero a mayo. Durante este tiempo, se concluirá los procesos y objetivos de la investigación a demostrar.

1.6.HIPÓTESIS

1.6.1. Hipótesis general

1.6.1.1. *Hipótesis alterna*

Se diseñó la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con un rango (%) para el enriquecimiento de sus propiedades mecánicas con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.

1.6.1.2. *Hipótesis nula*

No se diseñó la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) sin un rango (%) para el enriquecimiento de sus propiedades mecánicas con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.

1.6.2. Hipótesis específicas

1.6.2.1. *Hipótesis alterna 01*

Se tiene variación en la resistencia a la deformación y parámetros volumétricos del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.

1.6.2.2. *Hipótesis nula 01*

No se tiene variación en la resistencia a la deformación y parámetros volumétricos del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.

1.6.2.3. *Hipótesis alterna 02*

Se tiene variación porcentual en la deformación de tracción retenida (TSR) del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.

1.6.2.4. *Hipótesis nula 02*

No se tiene variación porcentual en la deformación de tracción retenida (TSR) del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.

1.6.2.5. *Hipótesis alterna 03*

Se tiene variación porcentual en el desgaste por el método de Cántabro del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.

1.6.2.6. *Hipótesis nula 03*

No se tiene variación porcentual en el desgaste por el método de Cántabro del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.

1.7.DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

1.7.1. Variable dependiente

(Y) Propiedades mecánicas de la MAF: Combinación de los agregados pétreos con una emulsión asfáltica.

1.7.2. Variable independiente

(X) Unicel con acetato de etilo (PAÊ): La disolución del poliestireno expandido en el acetato de etilo formándose una mezcla viscosa.

1.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL			
		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
VD. Propiedades mecánicas de la Mezcla bituminosa en frío	Combinación de agregados pétreos con una emulsión asfáltica.	**D1:** Resistencia a la deformación y parámetros volumétricos **D2:** Deformación de tracción **D3:** Desgaste	**I1:** Estabilidad **I2:** Flujo **I3:** Vacíos de aire **I4:** Estabilidad/flujo **I5:** Peso unitario **I6:** Vacíos de agregado mineral V.M.A. **I7:** Vacíos llenos de E.A. **I8:** Estabilidad retenida **I9:** Peso **I10:** Resistencia **I11:** Deformación **I12:** Impermeabilidad **I13:** Trabajabilidad	**I1:** Máquina baño María **I2:** Refrigerado **I3:** Pedestal y martillo Marshall **I4:** Prensa Marshall **I5:** Prensa Lottman **I6:** Tambor de Cántabro	**E1:** Temperatura °C **E2:** Peso kg y gr **E3:** Longitud m y cm **E4:** Porcentaje %
VI. Unicel con Acetato de Etilo (PAÊ)	Disolución del poliestireno expandido en el acetato de etilo formándose una mezcla viscosa.	**D1:** Consistencia del fluido **D2:** Nivel de adherencia **D3:** Susceptibilidad a la humedad			

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Barreiro, 2015), en su proyecto titulado **"***Procesos para el diseño en Reciclado del Poliestireno Expandido con el Método (disolución – precipitación)",* tiene como objetivo reducir la contaminación al medio ambiente por el método de disolución – precipitación para recuperar el poliestireno. Su metodología es científico- aplicativa, obteniendo como resultados una destilación del EPS recuperando poliestireno con fragmentos de 4 mm en proporción de 10% a 40%. Para purificarlo, se secó, molió y lavó, teniéndose como conclusión que el proceso de reciclaje permite un 30% de poliestireno produciéndose un menor contaminante. En los ensayos realizados, se obtuvo que tienen fluidez entre 15.56 y 26.12 g/10 min de índice, siendo así iguales la temperatura de transición vítrea y peso molecular con los EPS (residuos).

(Lopez Montero & Miro, 2017), en la Plataforma Tecnológica de Carreteras titulada **"**L*as Mezclas Asfálticas en el daño por humedad",* tiene como objetivo conocer las consecuencias de la humedad en las mezclas bituminosas en el momento del diseño de pavimentos durables. Utiliza una metodología explicativa, obteniendo como resultados estudios de medir y describir la susceptibilidad de la mezcla, realizando medidas del daño por humedad por ensayos obteniendo parámetros según ecuaciones, teniéndose como conclusión los efectos del daño por humedad que se dan en las mezclas bituminosas. Se da por dos partes de fallas, que vienen a ser el cohesivo y el adhesivo, provocando en los pavimentos infiltraciones de agua, ya sea de manera líquida o de vapor.

(Gonzales Madariaga & Lloveras Macia , 2018), en la investigación titulada "*Mezclas de Residuos de Poliestireno Expandido para su Uso en la Construcción"*, tiene como objetivo estudiar la forma de reciclar los residuos del poliestireno expandido permitiendo aprovechar sus propiedades que tiene al momento de su empleo. Utilizó la metodología científico- aplicativa, obteniendo como resultados 8 formas de emplear el poliestireno expandido: combinar con el yeso y el agua para construir moldeándose, empleado en la construcción con paneles y placas, ensayándose las briquetas donde contienen muchos residuos hasta la presencia del agua para su preparación en la combinación de la mezcla y en proporciones medianas, teniéndose como conclusión un mejor resultado de la aplicación empleada en la construcción con paneles y placas, determinando su carga máxima de flexión, resistencia y absorción por inmersión y reacción a fuego. Caracterizándose según las normas y comparación con elementos similares en la construcción.

(Perez Acosta & Warsberg Yussif, 2018), en la investigación titulada "*Efecto de la Adicionada de Partículas de Policloruro de Vinilo en las MAF"*, tiene como objetivo el análisis de su efecto mecánico con un reemplazo de policloruro de vinilo con las mismas cantidades en las MAF, mediante los ensayos realizados en laboratorio de pavimentos. La metodología utilizada fue la científica, obteniendo como resultados que la mezcla realizada requiere gran cantidad de asfalto proveniente de emulsión, ya que tiene una baja penetración a una temperatura ambiente sin alcanzar niveles de cohesión y la adición, teniéndose problemas en resistencia y compactación comparadas con mezclas en caliente. Se tiene como conclusión que la mezcla obtiene un % óptimo de asfalto de 7%, con estabilidad entre 5% y 15%, mejorando la mezcla; el flujo no es favorable para la mezcla.

(Paz, 2017), en la investigación titulada "*Mezclas Asfálticas Evaluando la Susceptibilidad al Daño por Humedad por el Método de Tracción Indirecta",* tiene como objetivo especificar la susceptibilidad ante el daño por humedad aplicándose tracción indirecta por tres métodos y la rueda de Hamburgo en las mezclas con la metodología , obteniendo como resultados el TSR en plantas diferentes, el análisis de daño y ante la rueda de Hamburgo, teniéndose como conclusión que los resultados alcanzados de las mezclas sin aditivos no cumplen con la norma y en los demás casos con aditivos sí se cumple con mejoras en sus propiedades como en su cohesión y resistencia.

(Ramos García & Muñiz Pérez, 2013), en su investigación monográfica titulada "Proposición de una Gradación Densa en Mezclas Bituminosas en Frío para Mantenimientos de Vías", proyecto para la obtención del título de Ingeniero Civil, tuvo como objetivo el diseño de una gradación densa en las mezclas como opción para el mantenimiento de vías, iniciando por su emulsión asfáltica. Su metodología tiene una fase explorativa, obteniendo como resultados la emulsión asfáltica y los agregados pétreos de la mezcla. Teniéndose en la estabilidad un bajo porcentaje, por lo cual se valoró 4 puntos para observar los comportamientos, donde solo el punto 1 cumple con las especificaciones y obtuvo 2280.00, cercano al límite. En la investigación monográfica, llegó a la conclusión de que la dosificación de la mezcla en el diseño (agregado grueso-13%, agregado intermedio – 27%, agregado fino – 60%, emulsión asfáltica – 5.5% y agua de 2.7%) son óptimas para ser empleadas como mantenimiento rutinario.

(Cajas Ramírez & Iglesias Ramírez, 2010), en su investigación titulada *"Mejoramiento de MAF empleando Escorias Siderúrgicas",* disertación previa a la obtención de título, tiene como objetivo determinar u observar los efectos en las mezclas asfálticas en frío

con el empleo de escorias siderúrgicas para determinar si las escorias mejorarán la resistencia de las mezclas asfálticas. La metodología fue de tipo experimental, obteniendo como resultados mezclas en frío convencional comparadas con mezclas adicionadas de escorias de 5% al 15%, mejorando sus características mecánicas. La investigación llegó a la conclusión de que la escoria siderúrgica incrementa un 25% la estabilidad al aire en MAF, de la misma manera sucede que mejora considerablemente al flujo; la MAF modificada puede ser aprovechada en lugares que tengan mayores cargas.

(Grupo ISOTEX, 2011), en su artículo de revista titulada *"El Uso de Poliestireno Expandido en Obras de Ingeniería Civil"*, tiene como objetivo informar los usos y aplicaciones del poliestireno expandido (unicel) en las obras de ingeniería civil. La metodología fue informativa, obteniendo como resultados propiedades del EPS, aplicaciones extendidas, la aplicación que se da en la construcción, llegando a la conclusión de que el poliestireno expandido puede ser empleado como material de cimentación donde una capa de 5-6 cm es para evitar temperaturas en la cimentación, descendiendo debajo de 0 °C, en estructuras de bajo asentamiento, previenen cargas laterales y limitan daños de heladas en estructuras ingenieriles donde tiene una permeabilidad al agua de 10 a 12 litros por m^3 por segundo.

(Ibañez Aguilera, 2003), en su tesis de grado titulada *"Pavimentos Asfálticos en Frío y Caliente y su Adición de Emulsión"*, tesis para optar el título de ingeniero, tiene como objetivo dar a conocer la tecnología de las emulsiones asfálticas en asfaltos calientes y fríos. La metodología tiene una fase explorativa, obteniendo como resultados las mezclas asfálticas en caliente y frío por los métodos Hveem y Superpave, también los requerimientos en las plantas asfálticas y en la compactación de las mezclas. El artículo

llegó a concluir que por tener menor viscosidad la emulsión se puede emplear como imprimante, porque este ingresa en las bases granulares para una buena compactación entre el tratamiento superficial y por la buena trabajabilidad sirven en riegos negros (fog seal) y lechadas asfálticas.

(Direccion de Vialidad Ministerio de Obras Publicas, 2014) siendo un manual para carreteras que se titula *"Espec. Técnicas Generales para la Construcción Volumen N° 5"* para vías en Chile. Se estipula que para las MAF empleadas son la unión de la emulsión asfáltica y materiales áridos como gruesos y finos, clasificados por fracciones ajustándose a los requerimientos para gruesa retenidos de la malla N° 8 siendo chancadas y limpias, para finas pasante de la malla N° 8 siendo arenas naturales o chancadas y limpias. Donde su dosificación tiene que ser visada por el Laboratorio de Vialidad en máximo 25 días y por el método de 8.302.48 del MC-V8 se determina el % de asfalto. Precedente a su colocación, se debe verificar en la Sección 5.401 sus requerimientos que cumplan según su necesidad de aplicación. En la producción de la mezcla, se tiene un plan de trabajo que consiste en Equipos, Personal y la Programación. La preparación de la mezcla deberá ser aprobada según las tolerancias indicadas en 5.409.203 estando en óptimas condiciones. En el transporte y colocación de la mezcla, se tienen los requisitos generales, compactación y controles; la planta de mezcla asfáltica tiene un control que se deberá cumplir con las condiciones como control en la compactación, macrotextura y coeficiente de fricción.

(Manual Tecnico para Diseño de Carreteras, 2008). En el manual de carreteras titulado *"Manual de Ensayos de Suelos y Materiales*Asfalto"* para las vías en Bolivia tiene como objetivo describir el procedimiento de la MAF orientado para las vías con bajo volumen.

En los equipos y materiales se utiliza el método de diseño de Marshall según Método AO613. Donde su procedimiento es el siguiente:

- Contenido de emulsión
- Tamizado, separación y secado al aire de los áridos
- Combinación en seco al aire con un peso de 1200 gr.
- Determinación de su humedad
- Incorporar un porcentaje de agua en la premezcla
- Mezclar todo hasta que sea homogéneo
- En cada probeta siguiente incrementar agua de 1% hasta conseguir una segregación
- Evaluar de forma visual el recubrimiento del árido
- Seleccionar el árido que cumpla con las condiciones
- Someterlo en agua durante 24 horas a 60 °C para el curado
- Colocar en agua de 400 ml de agua hirviendo
- Determinar el porcentaje retenido

Después, se busca el contenido de agua en la compactación optima, la variación del % de asfalto para determinar el cálculo de la emulsión, evaluar las probetas (estabilidad, flujo, huecos, densidad).

2.1.2. Antecedentes nacionales

(Chilcon Carrera & Ramírez Gálvez, 2018), en la tesis titulada *"Reparación de pavimentos con mezclas almacenables en frío para el Departamento de Lambayeque"*, tesis para optar el título, tiene el objetivo de crear una mezcla almacenable en frío para reparar las vías del departamento de Lambayeque, realizado por el método Marshall. La

metodología fue de diseño cuasi-experimental, de método deductivo – inductivo, obteniendo como resultados la determinación del diseño con elaboración de pilotos y el análisis de costo de la elaboración por m3. En la tesis, llegó a la conclusión de que el periodo de análisis es de 28 días donde las mezclas bituminosas almacenadas cumplieron con los parámetros de estabilidad y flujo establecidos por el MTC para los tránsitos analizados, en la mezcla de los agregados son 60% de arena y 40% de grava, cumpliendo el tipo 2 con un % de emulsión de 9.78 y obteniendo un óptimo de 7.20% y determinándose para 1 m3 de mezcla se utiliza 52 empaques para su almacenamiento.

(Cabeza, 2018), en su tesis titulada *"Adición de Residuos Sólidos 100% reciclados en las MAF"*, para optar por el título de ingeniero, tiene como objetivo reducir residuos sólidos que contaminen el medio ambiente empleados en las MAF. La metodología es científica, obteniendo los siguientes resultados: se aplicó los residuos grano de caucho, escoria de acero, fabricándose con dosificaciones distintas para caucho de 0.25, 0.50 y 0.75% para escoria de acero de 1 y 3% reemplazando la masa de los áridos. En la tesis, se llegó a la conclusión de que la adición de los residuos con caucho es susceptible a temperatura a comparación de la escoria de acero, evidenciándose con un contenido elevado de 0.75%. El método giratorio de compactación para un 3.2% de emulsión en caucho es mayor en la mezcla, pero disminuye a mayor cantidad de caucho, también se permite la disminución de un 50% de deformación.

(Ramirez, 2017), en su tesis titulada *"Filler Comercial en las Mezclas Bituminosas en frío evaluado el daño por humedad"*, para optar por el título de ingeniero, tiene como objetivo evaluar las mezclas asfálticas en frío con un diseño por el método de Illinois, evaluándose su estabilidad y el daño por humedad. La metodología es científico-

aplicativa, obteniendo los siguientes resultados: se diseñó 2 mezclas para evaluar por los ensayos de tracción indirecta con diferente % de filler, determinando la cohesión mejor. En la tesis, se llegó a la conclusión de que las mezclas sin filler no son recomendadas para pavimentos, ya que en un estado saturado se tiene una menor resistencia a la tracción, mientras con filler supera de 75% a 80%. El daño por humedad se ve atenuado, debido a que actúa como una barrera, disminuyendo daños de inmersión en el agua.

(Franco, 2016), en su proyecto titulado *"Mezclas Bituminosas con su Comparación de Emulsión y Diluido"*, para optar por el título de ingeniero, tiene como objetivo estudiar y comparar las mezclas asfálticas con diluido entre las mezclas con emulsión. La metodología es científica, obteniendo como resultados que el empleo de las emulsiones asfálticas en la provincia de Piura es una de las mejores alternativas para tener una gran mejora en la calidad de las carpetas asfálticas que incluye la mayor durabilidad. En la tesis, se llegó a la conclusión de que el emplear emulsión en la provincia de Piura soluciona la adherencia que tiene el ligante con los agregados, terminando con resultados que mejoren su calidad y durables comparados con uno diluido. También el empleo de la emulsión tiene ventajas de economía, seguridad y la protección al medio ambiente comparado con los diluidos. La emulsión es adecuada para un diseño de soporte de tráfico alto.

(Fernandez Larrauri, 2012), en su tesis titulada *"Empleo de emulsión catiónica en reciclado de pavimentos flexibles"*, tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la ciudad de Lima. Esta tesis tiene como objetivo demostrar que es buena opción la emulsión catiónica en las mezclas recicladas para la rehabilitación de vías. La metodología es científico deductivo- inductiva, obteniendo como resultados el diseño de

la mezcla reciclada y aplicación en la Carretera Central con la evaluación y análisis, obteniéndose una estabilidad de 960 Ib y con vacíos de 3% al 6%, con ahorros de 59.000 soles por km. Se llegó a la conclusión de que la calidad del material Tipo I es de 70% de RAP y 30% de agregado no procesado; y para el Tipo II es de 50% de RAP y 50% de agregado no procesado. En el caso Tipo I, con 9.5% de emulsión asfáltica, se tiene mejores valores de estabilidad respecto al Tipo II, con 10.4% de emulsión asfáltica.

(Víctor Villa, 2008), para la investigación de grado titulada "Emulsión Asfaltica en el Reciclado de IN SITU de Pavimentos aplicados en el Colegio Manuel Polo", proyecto de investigación para el grado de Ingeniero Civil, con objetivo en determinar la aplicación y diseño del método para emplear reciclado in situ de pavimentos asfálticos en frío, empleando emulsiones asfálticas. La metodología es experimental aplicativa, obteniendo como resultados el diseño de la mezcla con su proceso constructivo y aplicado en el tramo de prueba y el análisis de beneficios en su aplicación. La investigación llegó a la conclusión de que la emulsión en el reciclado in situ es viable (ambiental, técnica y económicamente), obteniéndose un ahorro de 10 y 20% en comparación con lo convencional.

(Manual de Carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para la Contruccion", 2013, pág. 56), en las especificaciones titulada *"Manual de Carreteras Espec. Téc. para su Construcción"*, para los pavimentos de concreto asfáltico en frío en Perú donde consiste en la elaboración de la mezcla y su colocación ya preparada e imprimada. En los agregados no tendrá meteorización o alguna alteración, daños que puedan causar a la estructura del pavimento, se realizará los ensayos correspondientes a los agregados donde se dará la calidad e inalterabilidad por utilizar. De acuerdo a las tablas establecidas, se tendrá que cumplir con las fracciones proporcionadas y en caso de no cumplir con las

especificaciones no será aceptado. En su granulometría, se tiene 3 tipos donde su utilización será de acuerdo a su espesor y tipo que se aplicará a la capa. Para la prevención de segregación y tener un buen nivel de compactación deberá cumplir la curva granulométrica especificada sin cambios bruscos. Con rotura lenta (CSS-1), que tenga la calidad de acuerdo a su especificación y que sea compatible con los agregados a emplearse. Para la adherencia si no son adecuados no se empleará el agregado pétreo, sino añadiendo un producto mejorado con buena calidad y en su cantidad necesaria. Los equipos a emplearse son trituradores de los agregados, planta de asfalto, equipo para el transporte de la mezcla bituminosa en frío, equipo de transferencia, equipo para esparcir la mezcla, equipo de compactación. El requerimiento para la construcción es la explotación de materiales, diseño de la mezcla, preparación de la superficie a aplicar, distribución del agregado, fabricación, transporte, esparcido y compactación de la MA, pavimento sobre pruebas, bacheos y la apertura al tránsito.

2.2.BASES TEÓRICAS

2.2.1. La Mezcla bituminosa en frío

Una mezcla bituminosa en frío es la mezcla de los agregados minerales con asfalto emulsionado, llevándose el proceso a temperatura ambiente.

Los agregados finos deberán ser triturados en su totalidad, con una proporción de 15% del total. La mezcla de los agregados finos y gruesos con filler deberá cumplir con las gradaciones. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013, pág. 603)

Tabla 1:
Requisitos del Agregado Pétreo para MAF

	Ensayo	Alto tránsito		
		Agregado grueso	Agregado fino	Gradación combinada
Desgaste de los Ángeles	MTC E 207	25% máx.(rodadura) 35% máx.(intermedio y base)	--	--
Partículas fracturadas (1 cara/2 caras)	MTC E 210	85/70 (rodadura)75/- (intermedia)60/- (base)	--	--
Partículas planas y alargadas	MTC E 221	10% máx.	--	--
I.P.	MTC E 111	--	--	N.P.
Equivalente de arena	MTC E 114	--	--	50% mín.

Nota: Recopilada de (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

Su aplicación es a temperatura ambiente de 10 °C – 30 °C, donde no tiene la necesidad de ser calentados los agregados ni el ligante asfáltico, siendo así amigable con el medio ambiente y energéticamente eficiente, considerándose como una alternativa "verde" de pavimentación.

Como también siendo de gran ventaja en lugares remotos, ya que no pierden temperatura y sin necesidad de ser colocadas en condiciones óptimas. (Choudhary, Mondal, & Kaulgud, 2012)

Tabla 2:
Gradación en las mezclas bituminosas en frío (densas)

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA		
Normal	**Alterno**	**MDF-1**	**MDF-2**	**MDF-3**
7,5mm	**1 1/2"**	100	-	-
25,0 mm	**1"**	80-95	100	-
19,0 mm	**3/4"**	-	80-95	100
12,5 mm	**1/2"**	62-77	-	-
9,5 mm	**3/8"**	-	60-75	-

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA		
Normal	**Alterno**	**MDF-1**	**MDF-2**	**MDF-3**
4,75 mm	**N.° 4**	45-60	47-62	50-65
2,36 mm	**N.° 8**	35-50	35-50	35-50
300 µm	**N.° 50**	13-23	13-23	13-23
75 µm	**N.° 200**	3-8	3-8	3-8

El empleo es según su espesor y tipo que tendrá la capa de la vía

Tabla 2:
Tipo de mezcla en función del espesor

Tipo de capa	Espesor compacto(mm)	Tipo de mezcla
Rodadura	50-75 40-50	MDF-2 MDF-3
Intermedia	≥50	MDF-2
Base	≥75	MDF-1
Bacheo	50-75 ≥75	MDF-2 MDF-1

Las mezclas bituminosas en frío son aplicadas para capas de rodadura, en baches, también técnicas para mantenimiento de las carreteras.

Las características de los agregados y material bituminoso, la determinación de humedad de compacto y contenido óptimo según su resistencia.

- Resistencia seca (Rs) ≥ 25 kg/cm2
- Resistencia húmeda (Rh) ≥ 20 kg/cm2
- Resistencia conservada Rc = (Rh/Rs) *100 ≥ 75%

El diseño MAF se efectúa con el método de Illinois que permite obtener la cantidad de emulsión.

Tabla 3:
Método para la mezcla de agregados (Emulsión asfáltica)

Propiedades de los Ensayos	Mínimo	Máximo
Estabilidad, N (lb) a 22.2° C (72°F) Mezclas para pavimentos	2224 (500)	-
Porcentaje de pérdida de estabilidad Después de saturación de vacíos e inmersión	-	50
Agregado para recubrimiento	50	-

Tabla 4:
Requerimiento para mezclas bituminosas en frío (densas)

Parámetros de diseño (A)	Ensayo	Especificación
Estabilidad Marshall (kN)	AASHTO T 245	
Mínimo a 22,2 ± 1ºC		2,22
Estabilidad retenida (%) (***)		50 min.

La función de la mezcla bituminosa en frío es que la superficie de rodadura sea segura, cómoda y económica. También de propalar las cargas vehiculares a la sub-rasante, que sean sostenidas por esta.

2.2.2. Propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas

Las propiedades son las siguientes:

- Estabilidad: La mezcla asfáltica es capaz de resistir desplazamientos y deformaciones ante cargas de tráfico. El pavimento mejorado es apto para tener una buena forma bajo presión de carga; un pavimento mal desarrollado presenta ondulaciones, ahuellamientos y fallas, indicando modificaciones en la mezcla.
- Impermeabilidad: Es una propiedad que es relacionada con los vacíos que se encuentran en el pavimento, lo cual se busca interferir con los vacíos en la mezcla relacionándose así con la impermeabilidad.
- Flexibilidad: Es la capacidad que tiene la mezcla en recuperar su forma ya sea por asentamientos de las demás capas.
- Trabajabilidad: Es donde la mezcla tiene la sencillez de ser manejada, colocándose y compactándose. Si no es sencilla de manejar, es probable que no se pueda compactar y colocar.

2.2.3. Emulsión asfáltica

La difusión de un sólido en forma de glóbulos minúsculos en agua que son estables en agentes emulsificante, que pueden ser resinas o ácidos grasos.

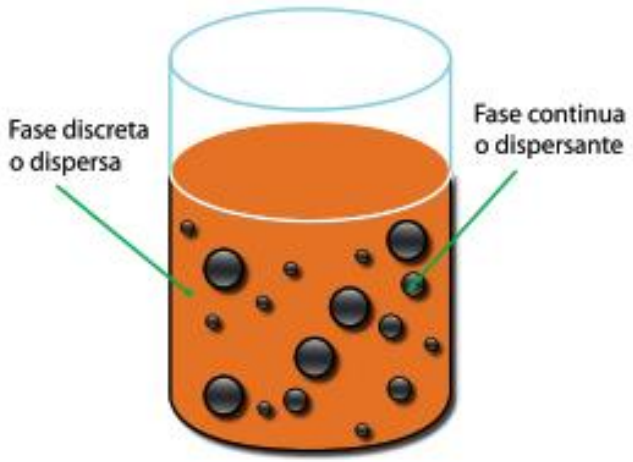


Figura 3: Diagrama de una emulsión asfáltica

Los glóbulos de asfalto están cargados con electricidad siendo positivos o negativos, presentándose como catiónicas o aniónicas.

Ocurre un rompimiento de la emulsión cuando dos fases se disocian de la fase acuosa, siendo provocado por una modificación en el equilibrio y donde el agua en la emulsión empieza a evaporarse, existiendo velocidad de rotura por distintos factores.

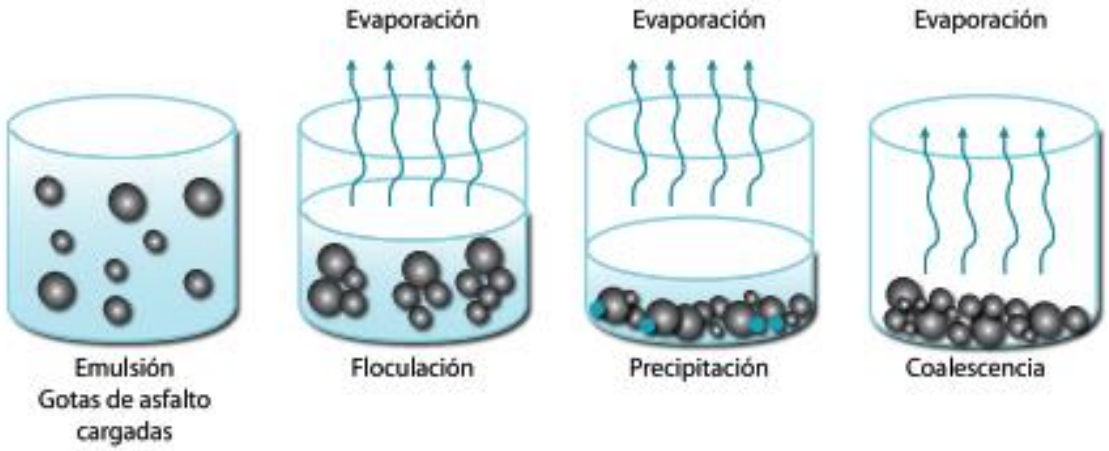


Figura 4: Fases de rotura en una emulsión asfáltica

2.2.4. Método para definir la emulsión asfáltica

El planteamiento de la mezcla bituminosa está establecido por el Instituto del Asfalto en el manual MS – 14, realizado por la Universidad de Illinois. Teniéndose como objetivo calcular la cantidad del asfalto residual que se requiere para resistir en la aplicación.

Dónde: $P = 0.05\ A + 0.1\ B + 0.5\ C \times 0.7$

P: porcentaje de emulsión asfáltica

A: porcentaje de agregado retenido en tamiz N° 8

B: porcentaje de agregado pasante en tamiz N° 8 y agregado retenido en tamiz N° 200

C: porcentaje de agregado pasante en tamiz N° 200

2.2.5. Unicel (Poliestireno expandido)

2.2.5.1. *Definición*

Creado por el científico Otis Ray McIntire en 1941en Estados Unidos. En la fabricación, el polímero poliestireno se combina con químicos al vapor obteniéndose 50 veces más su tamaño original.

El poliestireno expandido es un plástico espumado, compuesto principalmente de aire, es muy liviano y voluminoso, empleándose principalmente en la comercialización de alimentos, en fines industriales y su precio es bajo.

Es un sellador que cumple dos funciones básicas: unión y estanquidad (no permitir el paso de fluidos). Se sellan las juntas para aislar o para soportar los movimientos de contracción y dilatación de cualquier material; existen diferentes tipos según las necesidades a cubrir. (ANAPE, 2009)

Figura 5: *Producción del unicel (poliestireno expandido)*

2.2.5.2. *Propiedades*

Las propiedades hacen que sea un producto adecuado para el sector de la ingeniería civil. A su condición, se le suma su estabilidad, resistencia mecánica y cohesión que permite tener una estructura resistente.

- Resistencia a la tracción
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la flexión
- Resistencia al esfuerzo cortante
- Fluencia y relajación

Aparte de su bajo peso, la estructura de este material aporta a la resistencia a la compresión sin perder prestaciones con la humedad, idónea para su uso en infraestructuras de carreteras, ferrocarriles y puentes. (González Madariaga & Lloveras Macia, 2008)

2.2.5.3. *Impacto ambiental*

Los efectos del unicel sobre el medio ambiente son similares al plástico. Los desechos que se generan de este material son perjudiciales al no ser biodegradables, incorporándose a la basura plástica que contamina los océanos. Causando graves daños cuando se expone al ecosistema marino y contaminación del agua, generando problemas para los animales marinos. El poliestireno actúa como una esponja recogiendo contaminantes dañinos. Con frecuencia, el poliestireno es encontrado en los intestinos de los peces, produciendo bloqueos en ellos que llegan a ser letales. Ahora solo pensar en las causas que trae en grandes cantidades. Y no solo es malo para las especies marinas, sino también para las personas.

El reciclaje en grandes cantidades no se puede efectuar, ya que, debido a su procedimiento químico, no permite moldearlo otra vez, porque ya se ha expandido, haciendo falta bolitas de poliestireno virgen. (Perdomo, 2002)

Figura 6: Impacto ambiental del unicel (poliestireno expandido)

Un método de reciclaje es el térmico, que consiste en quemarlo, lo cual genera dióxido de carbono y vapor de agua, creando energía, pero se tiene desventajas en el transporte por su volumen.

2.2.6. Acetato de etilo

Líquido incoloro con aroma afrutado, conocido como acetato de etilo, que es fácilmente soluble en agua en condiciones normales de uso, el producto en su forma original no tiene otros efectos adversos para la salud o el medio ambiente.

Utilizado como solvente y utilizado en diversas industrias para la producción de barnices y pinturas, adhesivos y adhesivos y solventes. (Jorge, 2013).

2.3.COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN

Los métodos de correlación son usados en donde se quiere observar las similitudes de las informaciones entre variables. Entre estas correlaciones se tiene la correlación Spearman donde:

La correlación de Spearman es de medida no paramétrica que depende de dos variables donde es utilizada primordialmente para un análisis de datos. La correlación mide entre dos variables la dirección y fuerza de una asociación.

El coeficiente Spearman obtendrá valor de +1 y -1, teniéndose lo siguiente:

- 0 es cuando no se encuentra una asociación entre los rangos
- -1 es cuando existe una asociación perfecta negativa ente los rangos
- +1 es cuando existe una asociación perfecta positiva entre los rangos

Si la asociación es más cercana a 0, quiere decir que es débil en rango entre sí. Se debe clasificar antes de procesar los datos, identificando que, si se incrementa una de las variables, la otra seguirá una relación monótona.

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Agregado fino: Partículas pasantes por las mallas de abertura 5 mm, 2.5 mm y retenidas en 0.75 mm.

Agregado grueso: Partículas retenidas en el tamiz de abertura 5 mm, en hormigón y 2.5 mm en asfaltos.

Mezcla en frío: Mezcla asfáltica que en su aplicación es a temperatura ambiente.

Pavimento flexible: Un pavimento compuesto por capas de mezclas asfálticas que se apoyan sobre una base y sub- base.

Poros: Vacíos que se presentan en una partícula.

Tamizado: Procesamiento de separación según el tamaño de las partículas, mediante tamices.

Unicel: Es un material plástico espumado con diversos usos derivados del poliestireno expandido.

Emulsión: Es una mezcla de líquidos como el aceite y agua, un líquido es dispersado en el otro.

Desgaste: Es un proceso natural donde se tiene el desprendimiento de algunas partes, que si se presenta en exceso puede ser perjudicial y si está expuesta a cargas abrasivas.

Daño por humedad: Es cuando se divide el ligante del agregado por la existencia del agua.

Bitumen: Es una mezcla de sustancias con alta viscosidad, de color negro y una alta densidad.

Adherencia: Una atracción entre partículas diferentes.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Método de investigación

(Ruiz, 2008) observar que es una secuencia definida que se procede en una investigación para obtener las formas y procesos, desentrañando sus conexiones como también enfocar en sus conocimientos ya obtenidos para tener un buen fundamento demostrable y en las pruebas hechas tener una mejor comprobación y con técnicas en la aplicación.

El estudio comienza con la implementación de ensayos estandarizados para el diseño de la mezcla bituminosa en frío utilizada y la búsqueda del porcentaje óptimo del parámetro.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, el método será el científico**.**

3.2.DISEÑO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Diseño de investigación

Según (Ramon, 2000), el diseño experimental busca establecer una relación causa-efecto. Además, debe investigar cómo la variable independiente (causa) cambia la variable dependiente (efecto).

En la investigación, se analiza la mezcla bituminosa en frío demostrando las diferentes propiedades mecánicas que se tiene en la aplicación al combinar con el unicel y acetato de etilo.

Por tanto, la investigación tendrá un diseño cuasi-experimental.

3.2.2. Nivel de investigación

Según (Paneque, 1998), el tipo explicativo asume un problema bien definido que requiere el conocimiento de la relación causa-efecto. En este nivel, es necesaria la

formulación de hipótesis que, de una forma, expliquen las causas del problema o cuestiones relacionadas.

La investigación da a identificar los efectos de la combinación unicel con acetato de etilo en las mezclas bituminosas en frío e identificar sus cambios en las propiedades mecánicas.

Por lo detallado la investigación es de nivel explicativo.

3.2.3. Tipo de investigación

Según (Tam Malaga, Vera, & Oliveros Ramos, 2008), el trabajo de investigación aplicado designa una nueva tecnología en los conocimientos que se tienen durante la investigación estratégica para determinar si se puede aplicar para los propósitos definidos

La investigación a realizar es para evaluar el efecto del uso de poliestireno y acetato en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en frío.

Por ende, su tipo de investigación a presentarse será aplicada**.**

3.2.4. Orientación de la investigación

(Universidad Internacional del Ecuador, 2019) Ya habiéndose reformulado en torno al tema planteado, el investigador se encuentra predispuesto a determinar la factibilidad que efectuará. Se discurren posibilidades de índole práctica.

Por lo cual la orientación de la investigación será predictiva.

3.2.5. Enfoque cuantitativo

(Metodologia Cuantitativa, 2013) donde implica claridad en los elementos del problema de la investigación, que se debe saber dónde inicia y sus limitaciones, conociéndose el tipo de incidencia entre sus elementos.

En la investigación, se tiene una amplia claridad ante el problema de la contaminación con desechos tóxicos, determinados el inicio y los límites.

Por lo tanto, la investigación tendrá una orientacion cuantitativo.

3.2.6. Recolección de datos de la investigación

(Talavera, 2008) afirma que es prolectiva cuando al obtener información se realiza con la ocurrencia de la maniobra simultánea al resultado. Donde se planea lo experimental, donde se debe atribuir el cambio en el estado comparativo.

Debido a lo detallado anteriormente, la recolección de datos es prolectiva**.**

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La selección de la población y la muestra debe hacerse de acuerdo con criterios sistemáticos en beneficio del investigador.

3.3.1. Población

Todas las mezclas bituminosas en frío diseñadas en laboratorio con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – Perú.

3.3.2. Muestra

Todas las mezclas bituminosas en frío. En total, se realizarán 160 briquetas de muestra tentativa.

Tabla 5:
Muestra para la Investigación

ENSAYOS	**MAF 0.00%**	**MAF 0.50%**	**MAF 1.00%**	**MAF 1.50%**	**MAF 2.00%**	**MAF 2.50%**	**MAF 3.00%**	**MAF 3.50%**	**MAF 4.00%**	**MAF 4.50%**	**MAF 5.00%**
Resistencia a la deformación y parámetros volumétricos	20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Deformación de tracción retenida (TSR) por Lottman	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Desgaste por Cántabro	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

ENSAYOS	MAF 0.00%	MAF 0.50%	MAF 1.00%	MAF 1.50%	MAF 2.00%	MAF 2.50%	MAF 3.00%	MAF 3.50%	MAF 4.00%	MAF 4.50%	MAF 5.00%
Sub Total	**30**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**
TOTAL	**160**										

Nota: Fuente propia

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Técnicas de investigación

La presente investigación, se realizarán técnicas de observación directa, donde se observará los efectos cambiantes en sus propiedades mecánicas con ayuda de los ensayos de Estabilidad y Vacíos, Lottman y Cántabro de la mezcla bituminosa en frío convencional, combinada con unicel y acetato de etilo, extraídos de la cantera los agregados en la provincia de Huancayo

3.4.2. Instrumentos de investigación

Para la recolección y procesamiento de los datos de la investigación, se tomará las aplicaciones de software Excel y Word para el cálculo y redacción de nuestra investigación.

La investigación tendrá como instrumentos una ficha de recopilación de información por datos necesarios, los formatos para datos obtenidos de acuerdo a los ensayos a realizase como Estabilidad y Vacíos, Lottman y Cántabro, lo cual nos ayuda a ver el efecto en sus propiedades mecánicas.

- Análisis granulométrico por tamizado — MTC E-204
- Contenido de humedad — MTC E-108
- Límite líquido y límite plástico pasa N° 40 — MTC E-110, E-111
- Clasificación SUCS — ASTM D-2487
- Clasificación AASHTO — AASHTO M-145
- Porcentaje de partículas chatas y alargadas — ASTM D-4791

- Porcentaje con una y dos caras de fractura — MTC E-210
- Gravedad específica y absorción de los agregados — MTC E-205 y E-206
- Equivalente de arena — MTC E-114
- Abrasión máquina de los Ángeles — MTC E-207

Utilizando equipos y materiales que están normalizados para la realización de los ensayos en laboratorio como son los siguientes:

- Mallas de granulometría
- Bandejas
- Balanza
- Equipo de baño María
- Pedestal y martillo Marshall
- Prensa Marshall
- Prensa Lottman
- Tambor de Cántabro

3.4.3. Análisis de validez y confiabilidad del instrumento

La confiabilidad del cuestionario se refiere a la consistencia de los resultados obtenidos por las mismas personas cuando son encuestadas en el mismo cuestionario en diferentes momentos.

La eficacia de un instrumento de medida es útil cuando mide aquello para lo que está destinado. Tiene que ver con lo que mide el cuestionario y qué tan bien funciona. Para garantizar la efectividad y confiabilidad de la encuesta, nos guiamos por los estándares proporcionados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones como es el "MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES"

3.5.ASPECTOS ÉTICOS

De acuerdo a los principios establecidos en (ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN, 2013) se desarrollará de acuerdo a sus especificaciones definidas. Se tiene el (SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS, 2013).

Se cuenta con (MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES, 2016).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.RESULTADOS

Para obtener los resultados, debe realizar una prueba de laboratorio para obtener los datos y ver si está dentro de las especificaciones. Da a conocer las pruebas realizadas utilizando el Manual de Ensayos de Materiales y el Manual de Carreteras que forman bases para la investigación.

La obtención de los agregados para los ensayos debe cumplir con requerimientos, donde se realiza una inspección a la cantera tomándose una muestra de pilas o depósitos de la cantera y en distintos intervalos de tiempo.

Se recomienda que el muestreo de la grava y arena se realice cada 50 ton de producción, determinándose la cantidad sobre el tipo y cantidad de ensayos.

4.1.1. Diseño la MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con un rango (%) para el enriquecimiento de las propiedades mecánicas.

Para los controles y para asegurar buenos resultados, se examina la forma de las partículas, los tipos, cantidades de finos y gravedades específicas de los agregados.

4.1.1.1. *Ensayo granulométrico por tamizaje*

Los agregados proceden de la trituración de piedra que deben cumplir con las características de las especificaciones técnicas como la granulometría y la curva. Las clasificaciones de los agregados son finos (pasante #4) y gruesos (retenido #4). La granulometría determina la distribución de gradación de los áridos. El resultado es para ver la conformación del tamaño de las partículas y para la producción de mezclas, conociéndose la textura de la capa y para el modo de diseño de las mezclas bituminosas. El Manual de Carreteras se

especifica gradaciones para la mezcla, las cuales son 3 que dependerán de su espesor y tipo que tendrá la capa.

La investigación será de Tipo Rodadura con Espesor de 50-75; por lo tanto, su gradación es MDF – 2. Para el tamizado de los agregados finos como de arena natural y arena triturada, primero se realizó el lavado por la malla #200 para así determinar el porcentaje pasante #200, se realiza por un juego de tamices que son 3/8", #4, #8, #50, #200. Pesándose lo retenido en cada malla.

A) Arena natural

En la siguiente tabla 6 y figura 7, se muestra el ensayo granulométrico de la arena natural. Este ensayo se realizó con un peso representativo de 650 gr.

Tabla 6:
Estudio granulométrico (arena natural)

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARCIAL	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA
1/2"	12.700				100.0
3/8"	9.525	67.6	10.4	10.4	89.6
# 4	4.760	32.5	5.0	15.4	84.6
# 8	2.360	52.7	8.1	23.5	76.5
# 50	0.300	244.4	37.6	61.1	38.9
# 200	0.075	157.9	24.3	85.4	14.6
< # 200	FONDO	94.9	14.6	100.0	0.0
TOTAL		650.0			

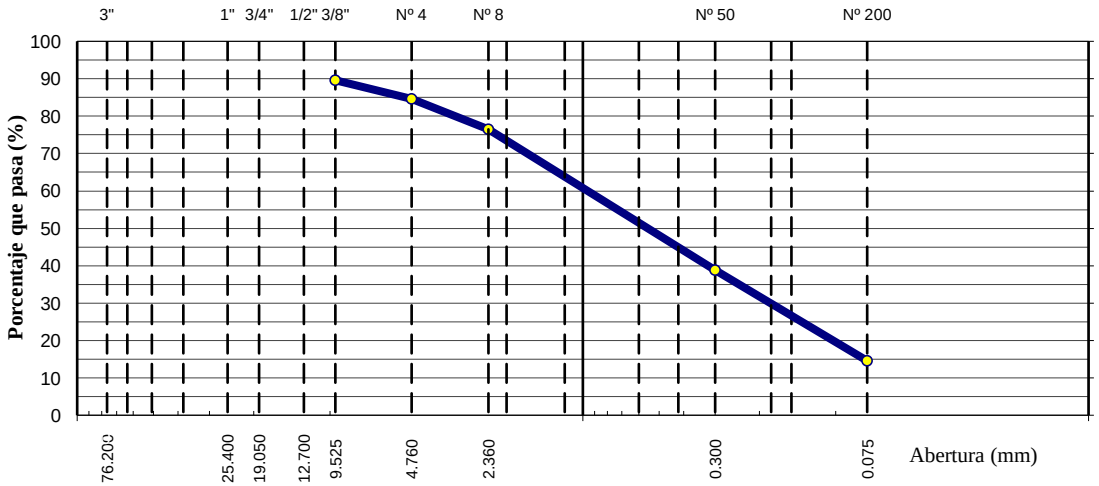


Figura 7: Curva granulométrica de la arena natural

B) Arena triturada

Para el caso de arena triturada, se analisa en la tabla 7 y figura 8. Este ensayo fue realizado con un peso representativo de 650 gramos, obteniendo así los pasantes detallándose en la tabla 6.

Tabla 7:
Estudio granulométrico (arena natural)

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARCIAL	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0
# 4	4.760	**31.9**	4.9	4.9	95.1
# 8	2.360	**125.4**	19.3	24.2	75.8
# 50	0.300	**302.2**	46.5	70.7	29.3
# 200	0.075	**124.1**	19.1	89.8	10.2
< # 200	FONDO	**66.4**	10.2	100.0	0.0
TOTAL		650.0			

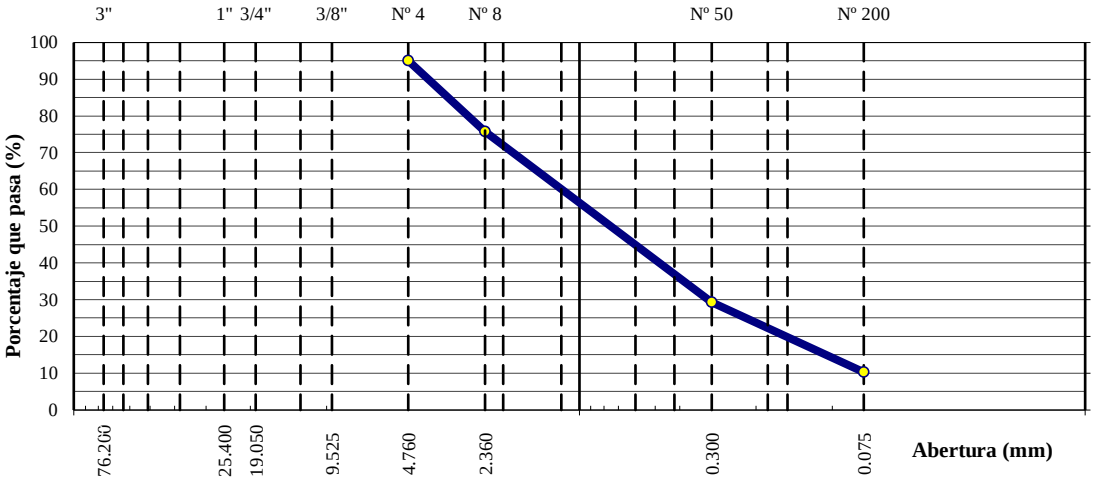


Figura 8: Curva granulométrica de la arena triturada

C) Cal hidratada

Para el tamizado de la cal hidratada, se realizó por un juego de tamices que son la #8, #50, #200. Pesándose lo retenido en cada tamiz. Mostrando en la tabla 8 y su curva granulométrica en la figura 9.

Tabla 8:
Estudio granulométrico (cal hidratada)

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARCIAL	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA
# 4	4.760		0.0	0.0	100.0
# 8	2.360	**2.4**	0.8	0.8	99.2
# 50	0.300	**33.3**	11.1	11.9	88.1
# 200	0.075	**43.8**	14.6	26.5	73.5
< # 200	FONDO	**220.5**	73.5	100.0	0.0
TOTAL		300.0			

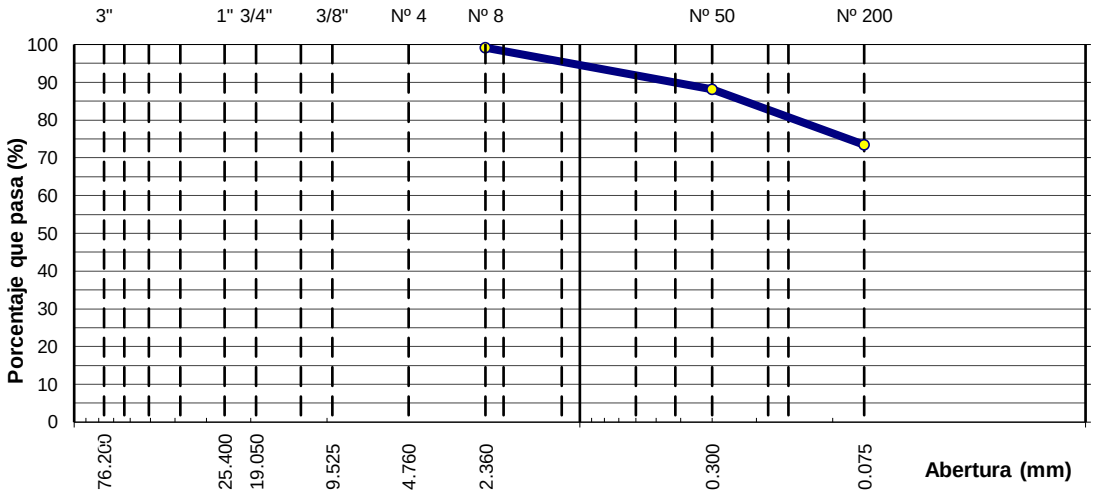


Figura 9: Curva granulométrica de la cal hidratada

D) Piedra triturada

Para el tamizado del agregado de piedra triturada, se tomó un peso de 5000 gramos, luego se realizó el tamizaje por un juego de tamices que son la 3/4", 1/2", 3/8", #4, #8, #50, #200. Se detalla en la tabla 9 y figura 10 el ensayo granulométrico por tamizaje del agregado grueso proveniente de piedra chancada.

Tabla 9:
Estudio granulométrico (piedra triturada)

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARCIAL	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA
1"	25.400				100.0
3/4"	19.050	1,165.0	23.3	23.3	76.7
1/2"	12.700	1,075.1	21.5	44.8	55.2
3/8"	9.525	680.1	13.6	58.4	41.6
# 4	4.760	1,445.0	28.9	87.3	12.7
# 8	2.360	299.8	6.0	93.3	6.7
# 50	0.300	334.8	6.7	100.0	0.0
< # 200	FONDO	0.3	0.0	100.0	0.0
TOTAL		5,000.0			

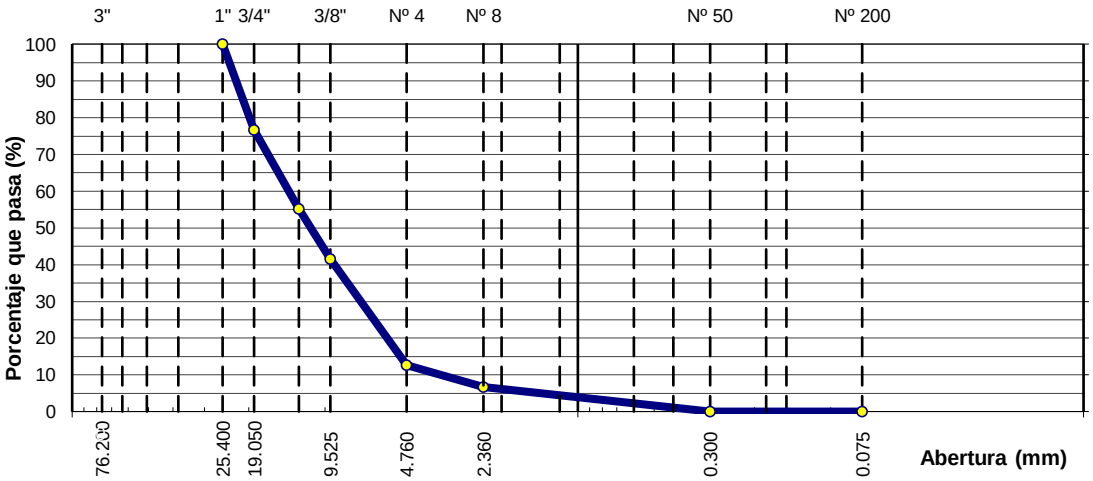


Figura 10: Curva granulométrica de la piedra triturada

4.1.1.2. *Combinación teórico – física*

En la combinación de agregados, se debe cumplir con todas las especificaciones de la gradación para ser apropiados en el diseño y de acuerdo a su empleo en ejecución.

A. Combinación teórica

La gradación y mezcla de los agregados para tener la granulometría ansiada encontrándose dentro de las especificaciones para MAF- 2, cumpliendo con los parámetros de diseño. Determinando las proporciones a emplear por el método de tanteos sucesivos, teniéndose como base la experiencia, ejecutándose en el programa de computadora Microsoft Excel y teniendo en cuenta el porcentaje pasante de la granulometría de los agregados.

Tabla 10:
Combinación teórica de agregados por el método de tanteos sucesivos

Tamices y aberturas (mm)		Agregados a intervenir			
		Grava Triturada 3/4"	Arena Triturada <1/4	Arena Natural < 3/8	Filler Cal Hidratada
		47.0%	38.0%	14.0%	1.0%
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.000	76.7	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.500	55.2	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.500	41.6	100.0	89.6	100.0
# 4	4.750	12.7	95.1	84.6	100.0
# 8	2.360	6.7	75.8	76.5	99.2
# 50	0.300	0.0	29.3	38.9	88.1
# 200	0.075	0.0	10.2	14.6	73.5

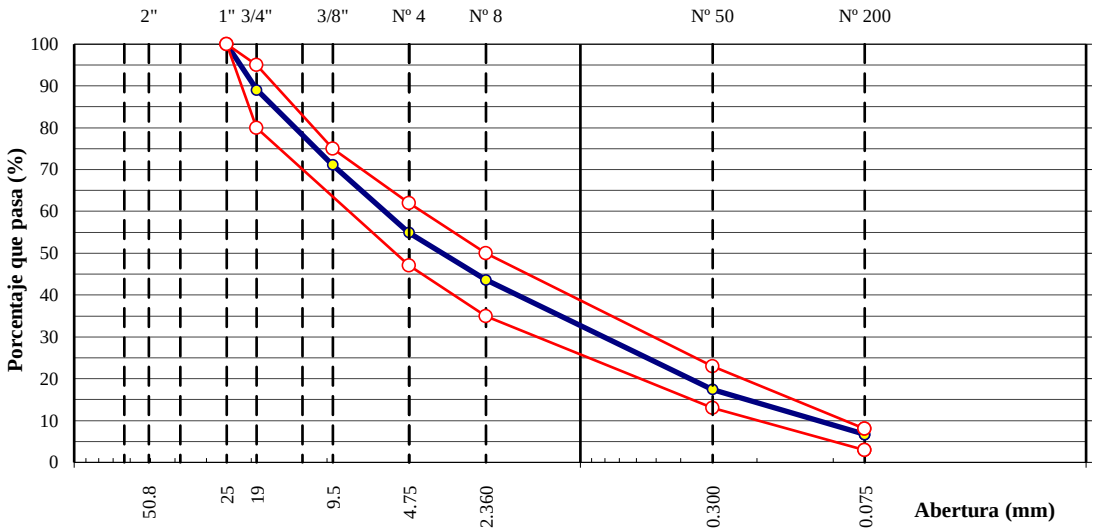


Figura 11: Curva granulométrica (combinación teórica)

B. Combinación física

Para la combinación real de los agregados, se hace de acuerdo con los % de agregados determinados en la combinación teórica. Con la combinación física o llamada combinación real, se busca observar si de manera real se consigue los porcentajes pasantes similares a la combinación teórica. En la tabla 11, se observa el estudio granulométrico de la combinación física. Para realizar este ensayo se tomó una muestra de 50 000 gramos.

Tabla 11:
Combinación física de agregados pétreos

TAMIZ	Abertura	PESO	PORCENTAJE			ESPECIFIC.
ASTM	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Que pasa	MAF - 2
1"	25.000				100.0	**100**
3/4"	19.000	5500.0	11.0	11.0	89.0	**80 - 95**
3/8"	9.500	9300.0	18.6	29.6	70.4	**60 - 75**
N° 4	4.750	7350.0	14.7	44.3	55.7	**47 - 62**
N° 8	2.360	162.7	12.0	56.3	43.7	**35 - 50**
N° 50	0.300	355.2	26.2	82.5	17.5	**13 - 23**
N° 200	0.075	146.4	10.8	93.3	6.7	**3 - 8**
< 200	-	90.8	6.7	100.0		

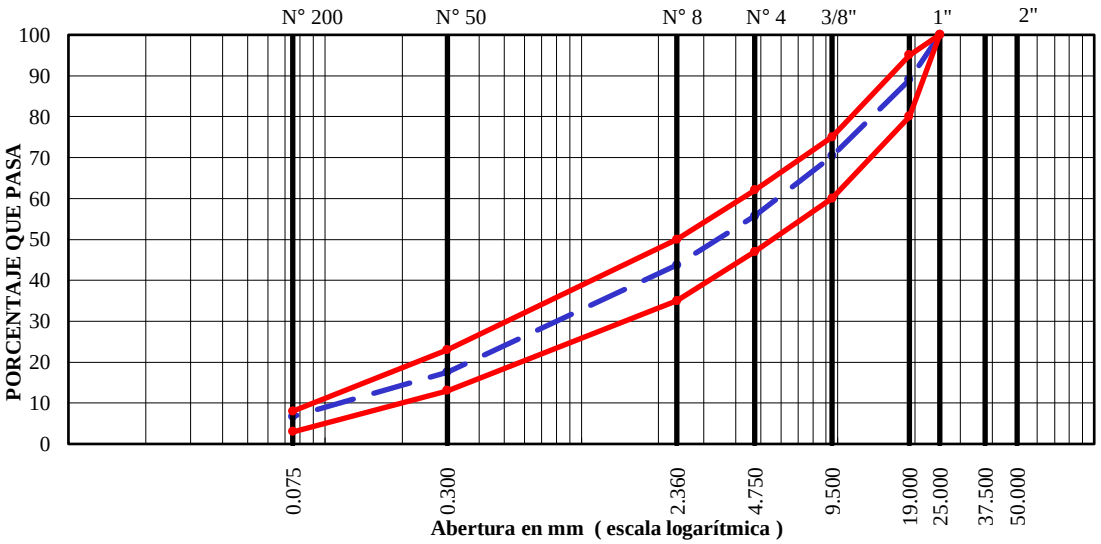


Figura 12: Representación gráfica de la combinación física de agregados pétreos

4.1.1.3. *Ensayos complementarios*

Luego de comprobar físicamente la combinación teórica, se procede a realizar unos análisis característicos del agregado combinado, obteniendo los resultados que se observan en la tabla 12.

Tabla 12:
Ensayos complementarios del agregado combinado

Ensayo	Resultado	Especificación Técnica
Equivalente de Arena	78.0 %	50% min.
Caras Fracturadas	88.7 / 78.4	85/70 min.
Chatas y Alargadas	4.3 %	10% max.

Ensayo		Resultado	Especificación Técnica
Abrasión los Ángeles		23.6 %	25% max.
P.e de la Grava		2.576 gr/c.c	--
P.e de la Arena		2.625 gr/c.c	--
Límites (malla #40)	L.L	16.6 %	I.P → No presenta (N.P.)
	L.P	N.P.	
	I.P	N.P.	
Límites (malla #200)	L.L	19.4 %	I.P → No presenta (N.P.)
	L.P	N.P.	
	I.P	N.P.	

4.1.1.4. *Emulsión*

La emulsión fue fabricada en el molino coloidal con la concentración de

- Agua: 40.5%
- Asfalto: 59.5%
- Peso específico: 1.003 gr/cm3

A. Porcentaje de emulsión por el Método Marshall Modificado

Empleada para hallar el porcentaje de emulsión en mezclas frías determinada por el Instituto del Asfalto en su manual, realizado en una investigación de la Universidad de Illinois, teniendo como objetivo determinar la cantidad adecuada que dé la resistencia y estabilidad en su aplicación. Se tiene la fórmula para hallar la cantidad aproximada de emulsión asfáltica.

P: % en peso emulsión

A: % retenido #8

B: % pasante #8 y retenido #200

C: % pasante #200

$$P = \ 0{,}05A + 0{,}1B + 0{,}5C \ * 0{,}7$$

Tabla 13:
Determinación de porcentaje de emulsión asfáltica

Tamices y aberturas (mm)		**Comb. Teórica**	**Especific.**		**PORCENTAJE DE EMULSIÓN**
			II		
Pulg.	mm.				
1"	25.000	100.0	100	100	$P = \ 0{,}05A + 0{,}1B + 0{,}5C \ * 0{,}7$
3/4"	19.000	89.0	80	95	
3/8"	9.500	71.1	60	75	
# 4	4.750	55.0	47	62	**A** = 56.3
# 8	2.360	43.7	35	50	**B** = 37.0
# 50	0.300	17.5	13	23	**C** = 6.7
# 200	0.075	6.7	3	8	**Contenido de Emulsión = 8.9 %**

4.1.1.5. *Humedad y emulsión óptima de la MAF*

El recubrimiento tiene que ver con la facilidad que tiene la emulsión en cubrir los agregados, sabiéndose que es afectado por el agua en el premezclado. Buscando hacer ensayo de recubrimiento con distintos porcentajes de agua.

a) Se tiene porcentajes de 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, se realiza el ensayo para cada porcentaje de humedad
b) En un recipiente se mezcla el agregado con el porcentaje de agua hasta conseguir un color homogéneo y se agrega el porcentaje de emulsión óptimo
c) El mezclado dura entre 1 minuto a 3 minutos manualmente.
d) Se observa cada ½ hora la mezcla, buscándose que cambie de marrón a negro
e) Teniéndose el cambio significa que se rompió la emulsión y se observa mejor el recubrimiento
f) Los mismos pasos se realizan para los siguientes porcentajes de humedad

g) Se descartan los que no están aptos y solo se trabaja con los porcentajes que cumplen con el recubrimiento de 75% min para empleo de mezclas asfáltica en frío como capa de rodadura

Tabla 14:
Recubrimiento en porcentaje de agua

		% DE RECUB.	ESPECIF. 75% min
% DE AGUA	2.0	45%	No cumple
	3.0	65%	No cumple
	4.0	75%	ok
	5.0	80%	ok
	6.0	80%	ok
	7.0	85%	ok
	8.0	90%	No cumple
	9.0	95%	No cumple
	10.0	100%	No cumple

Luego de determinar las humedades óptimas en la mezcla asfáltica, se realiza el ensayo Marshall para determinar la óptima humedad influyente en la mezcla asfáltica.

4.1.2. Variación en la resistencia a la deformación y parámetros volumétricos del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo)

4.1.2.1. *Mezcla bituminosa en frío convencional*

Una vez definido el % de emulsión de 8.9% según el método Marshall que se aplicará en la briqueta. En la elaboración de la briqueta, se necesita 1220 gramos aproximadamente, contándose con lo siguiente:

Agregado pétreo = 91.1% - 1111.4 gramos

Emulsión asfáltica = 8.9 % - 108.6 gramos

En la tabla 15, se observa las propiedades mecánicas (Estabilidad, PU, Vacíos de aire, VMA, Vacíos llenos de emulsión y Flujo) de la mezcla bituminosa convencional.

Tabla 15:
Datos Marshall con 4%, 5%, 6% y 7% de humedad

Humedad (%)	**4.0**	**5.0**	**6.0**	**7.0**
Peso Unitario (gr/c.c)	2.235	2.279	2.317	2.338
Vacíos de Aire (%)	6.8	5.5	4.1	3.4
Vacíos de Agregado Mineral (V.M.A.) (%)	21.9	20.3	19.0	18.3
Vacíos llenos de Emulsión Asfáltica (%)	69.0	73.1	78.3	81.4
Flujo (mm)	4.1	4.5	4.9	5.2
Estabilidad Corregida (kg)	986	1038	921	852

En la figura 13, se observa la curva de estabilidad vs humedad de la mezcla asfáltica. También se detalla la humedad óptima que es de 4.7%, ya que indica la estabilidad máxima de 1053 kg. Se señaló la óptima humedad en las figuras del 14 al 18.

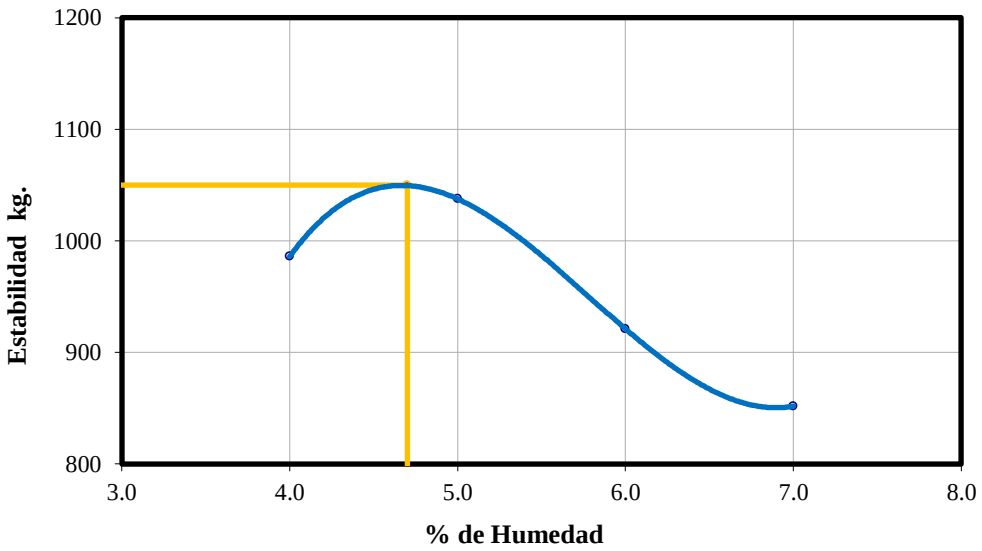


Figura 13: Gráfico de Humedad vs Estabilidad

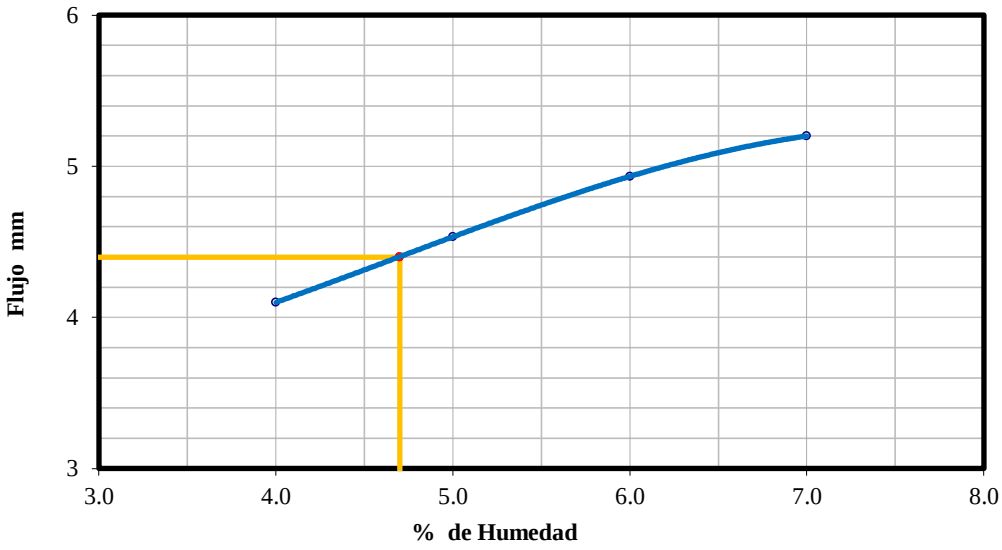


Figura 14: Gráfico de Humedad vs Flujo

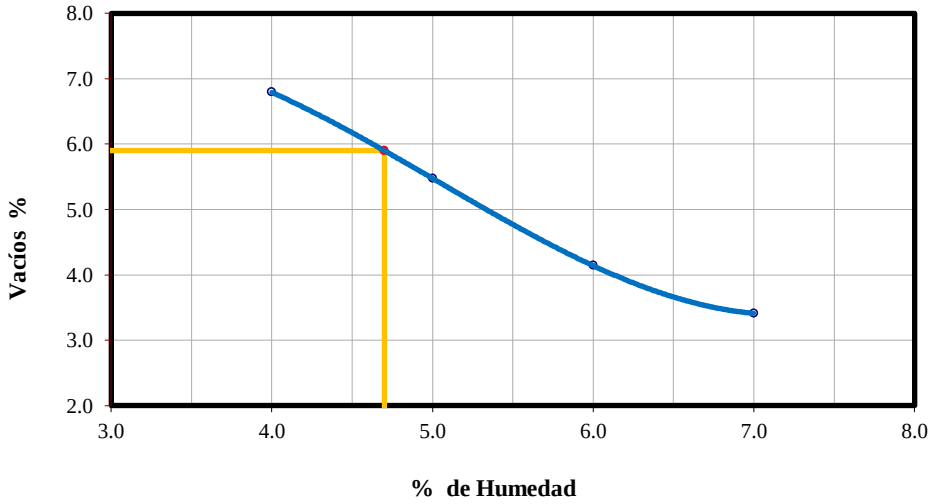


Figura 15: Gráfico de Humedad vs Vacíos de aire

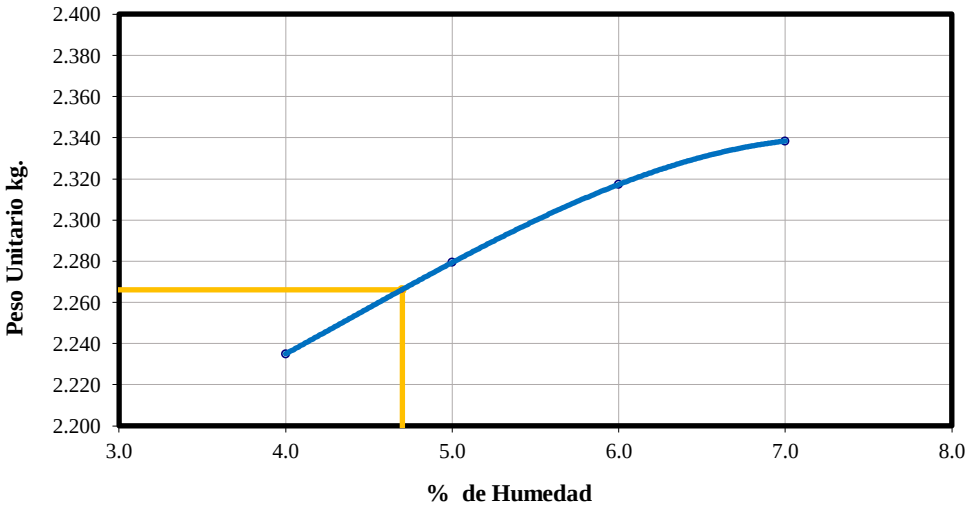


Figura 16: Gráfico de Humedad vs Peso Unitario

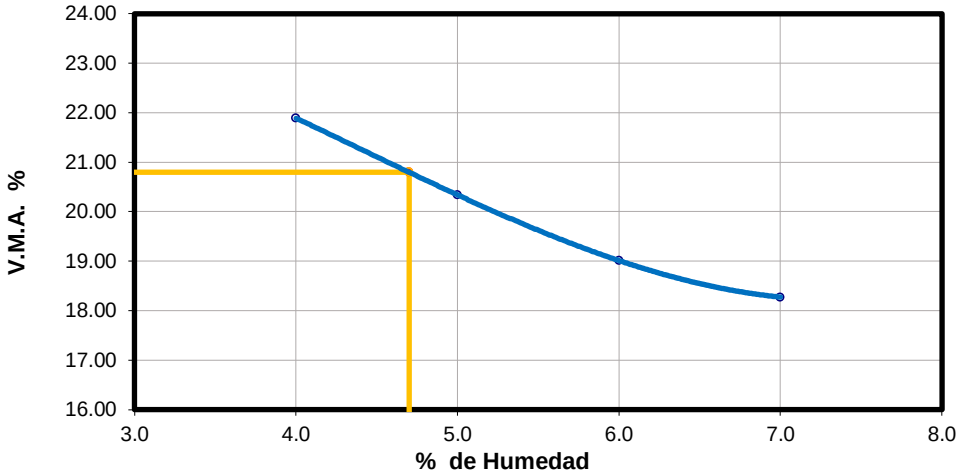


Figura 17: Gráfico de Humedad vs Vacíos de Agregado Mineral (VMA)

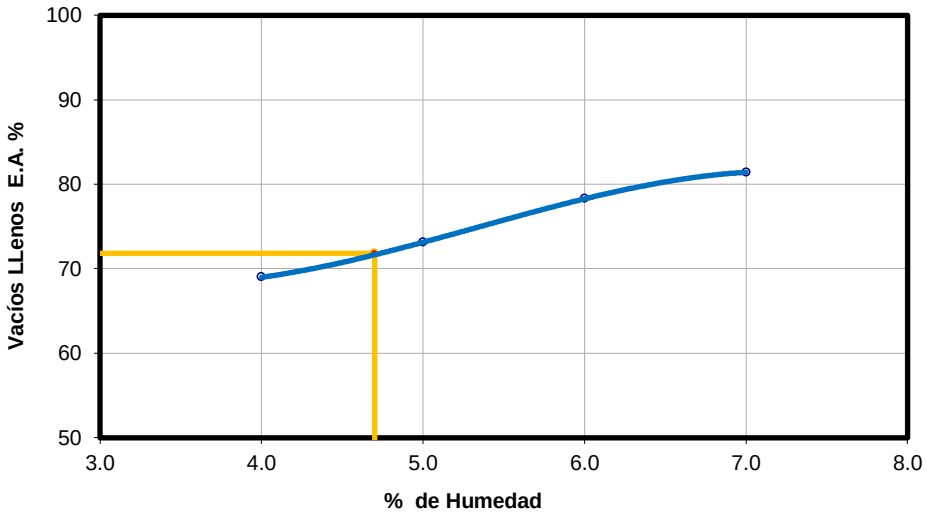


Figura 18: Gráfico de Humedad vs Vacíos Llenos de Emulsión Asfáltica

En la tabla 16, se observa la humedad optimo en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en frío.

Tabla 16:
Óptimo diseño convencional para la MAF

DESCRIPCIÓN	- 0.30%	ÓPTIMO %E.A.	+ 0.30%	ESPECIFIC.
Golpes por lado	75	75	75	**75**
Emulsión asfáltica	8.87	8.90	8.93	**(+/- 0.3%)**
Humedad	4.67	4.7	4.73	**(+/- 0.3%)**
Peso unitario	2.259	2.266	2.273	
Vacíos de aire	5.6	5.9	6.2	**2 - 8**
V.M.A.	20.5	20.8	21.1	
Vacíos de llenos de E.A.	71.3	71.6	71.9	
Flujo	4.10	4.40	4.70	
Estabilidad	1021	1053	1085	**Mín. 226.4**
Estabilidad / Flujo	2332	2404	2476	
Estabilidad Retenida	60	63	66	

4.1.2.2. *Mezcla bituminosa en frío modificada con adición PAÊ*

La dosificación empleada del PAÊ (unicel + acetato de etilo) fue de 20% del fluido acetato de etilo y 80% de poliestireno expandido. Este fluido presenta una consistencia espesa, de color blanco transparente, con un olor fuerte.

Se tiene descrito el % de emulsión de 8.9% según el método Marshall que se aplicará en la briqueta. En la elaboración de la briqueta, se necesita 1220 gramos aproximadamente, contándose con lo siguiente:

Agregado pétreo = 91.1% - 1111.4 gramos

Emulsión asfáltica = 8.9 % - 108.6 gramos

PAÊ = 0.5 %, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3%, 3.5%, 4%, 4.5%, 5% del peso de la emulsión asfáltica

En la tabla 17, se observa las propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 0.5% de PAÊ (unicel + acetato de etilo).

Tabla 17:
Propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 0.5% de PAÊ.

DESCRIPCIÓN		UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Emulsión asfáltica	%	8.9	8.9	8.9	**8.9**
2	Humedad	%	4.70	4.70	4.70	**4.70**
3	Poliestireno expandido - acetato de etilo (PAÊ)	%	0.50	0.50	0.50	**0.50**
4	Peso específico bulk de la briqueta	gr/c.c.	2.290	2.271	2.281	**2.281**
5	Peso específico máximo	gr/c.c	2.408	2.408	2.408	
6	Vacíos	%	4.9	5.7	5.3	**5.3**
7	Vacíos en Agregado Mineral - V.M.A	%	20.0	20.6	20.3	**20.3**
8	Vacíos llenos con Emulsión Asfaltica + PAÊ	%	75.4	72.3	73.9	**73.9**
9	Flujo	mm	4.0	4.5	4.3	**4.3**
10	Estabilidad corregida	kg	1057	1060	1058	**1058**
11	Estabilidad-flujo	kg/cm	2643	2355	2461	**2486**
12	Estabilidad retenida	%		65.9		

En la tabla 18, se observa las propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 1.0% de PAÊ (unicel + acetato de etilo).

Tabla 18:
Propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 1.0% de PAÊ.

DESCRIPCIÓN		UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Emulsión asfáltica	%	8.9	8.9	8.9	**8.9**
2	Humedad	%	4.70	4.70	4.70	**4.70**
3	Poliestireno expandido - acetato de etilo (PAÊ)	%	1.00	1.00	1.00	
4	Peso específico bulk de la briqueta	gr/c.c.	2.305	2.293	2.290	**2.296**
5	Peso específico máximo	gr/c.c	2.408	2.408	2.408	
6	Vacíos	%	4.3	4.8	4.9	**4.7**
7	Vacíos en Agregado Mineral - V.M.A	%	19.5	19.9	20.0	**19.8**
8	Vacíos llenos con Emulsión Asfáltica + PAÊ	%	77.9	75.8	75.4	**76.4**
9	Flujo	mm	3.9	4.2	4.3	**4.1**
10	Estabilidad corregida	kg	1063	1069	1071	**1068**
11	Estabilidad-flujo	kg/cm	2725	2545	2490	**2587**
12	Estabilidad retenida	%		68.7		

En la tabla 19, se observa las propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 1.5% de PAÊ (unicel + acetato de etilo).

Tabla 19:
Propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 1.5% de PAÊ.

DESCRIPCIÓN		UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Emulsión asfáltica	%	8.9	8.9	8.9	**8.9**
2	Humedad	%	4.70	4.70	4.70	**4.70**
3	Poliestireno expandido - acetato de etilo (PAÊ)	%	1.50	1.50	1.50	
4	Peso específico bulk de la briqueta	gr/c.c.	2.300	2.307	2.319	**2.308**
5	Peso específico máximo	gr/c.c	2.408	2.408	2.408	
6	Vacíos	%	4.5	4.2	3.7	**4.1**
7	Vacíos en Agregado Mineral - V.M.A	%	19.6	19.4	19.0	**19.3**
8	Vacíos llenos con Emulsión Asfáltica + PAÊ	%	77.0	78.3	80.4	**78.6**
9	Flujo	mm	4.3	3.7	3.3	**3.8**
10	Estabilidad corregida	kg	1084	1071	1110	**1088**
11	Estabilidad-flujo	kg/cm	2521	2894	3362	**2926**
12	Estabilidad retenida	%	71.6			

En la tabla 20, se observa las propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 2.0% de PAÊ (unicel + acetato de etilo).

Tabla 20:
Propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 2.0% de PAÊ.

DESCRIPCIÓN		UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Emulsión asfáltica	%	8.9	8.9	8.9	**8.9**
2	Humedad	%	4.70	4.70	4.70	**4.70**
3	Poliestireno expandido - acetato de etilo (PAÊ)	%	2.00	2.00	2.00	
4	Peso específico bulk de la briqueta	gr/c.c.	2.324	2.335	2.316	**2.325**
5	Peso específico máximo	gr/c.c	2.408	2.408	2.408	
6	Vacíos	%	3.5	3.0	3.8	**3.4**
7	Vacíos en Agregado Mineral - V.M.A	%	18.8	18.4	19.0	**18.7**
8	Vacíos llenos con Emulsión Asfáltica + PAÊ	%	81.4	83.5	80.0	**81.6**
9	Flujo	mm	3.6	2.9	4.1	**3.5**
10	Estabilidad corregida	kg	1105	1101	1104	**1103**
11	Estabilidad-flujo	kg/cm	3069	3797	2694	**3187**
12	Estabilidad retenida	%	74.6			

En la tabla 21, se observa las propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 2.5% de PAÊ (unicel + acetato de etilo).

Tabla 21:
Propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 2.5% de PAÊ.

DESCRIPCIÓN		UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Emulsión asfáltica	%	8.9	8.9	8.9	**8.9**
2	Humedad	%	4.70	4.70	4.70	**4.70**
3	Poliestireno expandido - acetato de etilo (PAÊ)	%	2.50	2.50	2.50	
4	Peso específico bulk de la briqueta	gr/c.c.	2.354	2.341	2.332	**2.342**
5	Peso específico máximo	gr/c.c	2.408	2.408	2.408	
6	Vacíos	%	2.3	2.8	3.2	**2.7**
7	Vacíos en Agregado Mineral - V.M.A	%	17.7	18.2	18.5	**18.1**
8	Vacíos llenos con Emulsión Asfáltica + PAÊ	%	87.3	84.6	82.9	**84.9**
9	Flujo	mm	3.0	3.3	3.4	**3.2**
10	Estabilidad corregida	kg	1128	1136	1142	**1135**
11	Estabilidad-flujo	kg/cm	3760	3442	3359	**3520**
12	Estabilidad retenida	%	77.6			

En la tabla 22, se observa las propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 3.0% de PAÊ (unicel + acetato de etilo).

Tabla 22:
Propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 3.0% de PAÊ.

DESCRIPCIÓN		UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Emulsión asfáltica	%	8.9	8.9	8.9	**8.9**
2	Humedad	%	4.70	4.70	4.70	
3	Poliestireno expandido - acetato de etilo (PAÊ)	%	3.00	3.00	3.00	
4	Peso específico bulk de la briqueta	gr/c.c.	2.354	2.367	2.357	**2.359**
5	Peso específico máximo	gr/c.c	2.408	2.408	2.408	
6	Vacíos	%	2.3	1.7	2.1	**2.0**
7	Vacíos en Agregado Mineral - V.M.A	%	17.7	17.3	17.6	**17.5**
8	Vacíos llenos con Emulsión Asfáltica + PAÊ	%	87.2	90.0	88.0	**88.4**
9	Flujo	mm	3.2	2.4	3.1	**2.9**
10	Estabilidad corregida	kg	1163	1152	1160	**1158**
11	Estabilidad-flujo	kg/cm	3634	4800	3742	**4059**
12	Estabilidad retenida	%	80.6			

En la tabla 23, se observa las propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 3.5% de PAÊ (unicel + acetato de etilo).

Tabla 23:
Propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 3.5% de PAÊ.

DESCRIPCIÓN		UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Emulsión asfáltica	%	8.9	8.9	8.9	**8.9**
2	Humedad	%	4.70	4.70	4.70	**4.70**
3	Poliestireno expandido - acetato de etilo (PAÊ)	%	3.50	3.50	3.50	
4	Peso específico bulk de la briqueta	gr/c.c.	2.379	2.367	2.362	**2.370**
5	Peso específico máximo	gr/c.c	2.408	2.408	2.408	
6	Vacíos	%	1.2	1.7	1.9	**1.6**
7	Vacíos en Agregado Mineral - V.M.A	%	16.8	17.3	17.4	**17.2**
8	Vacíos llenos con Emulsión Asfáltica + PAÊ	%	92.9	90.1	89.1	**90.7**
9	Flujo	mm	2.1	2.5	3.1	**2.6**
10	Estabilidad corregida	kg	1182	1187	1195	**1188**
11	Estabilidad-flujo	kg/cm	5627	4747	3855	**4743**
12	Estabilidad retenida	%			81.7	

En la tabla 24, se observa las propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 4.0% de PAÊ (unicel + acetato de etilo).

Tabla 24:
Propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 4.0% de PAÊ.

DESCRIPCIÓN		UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Emulsión asfáltica	%	8.9	8.9	8.9	**8.9**
2	Humedad	%	4.70	4.70	4.70	**4.70**
3	Poliestireno expandido - acetato de etilo (PAÊ)	%	4.00	4.00	4.00	
4	Peso específico bulk de la briqueta	gr/c.c.	2.379	2.381	2.387	**2.382**
5	Peso específico máximo	gr/c.c	2.408	2.408	2.408	
6	Vacíos	%	1.2	1.1	0.9	**1.1**
7	Vacíos en Agregado Mineral - V.M.A	%	16.9	16.8	16.6	**16.7**
8	Vacíos llenos con Emulsión Asfáltica + PAÊ	%	92.8	93.3	94.6	**93.5**
9	Flujo	mm	2.6	2.3	2.2	**2.4**
10	Estabilidad corregida	kg	1214	1213	1212	**1213**
11	Estabilidad-flujo	kg/cm	4670	5272	5511	**5151**
12	Estabilidad retenida	%			83.1	

En la tabla 25, se observa las propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 4.5% de PAÊ (unicel + acetato de etilo).

Tabla 25:
Propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 4.5% de PAÊ.

DESCRIPCIÓN		UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Emulsión asfáltica	%	8.9	8.9	8.9	**8.9**
2	Humedad	%	4.70	4.70	4.70	**4.70**
3	Poliestireno expandido - acetato de etilo (PAÊ)	%	4.50	4.50	4.50	
4	Peso específico bulk de la briqueta	gr/c.c.	2.391	2.391	2.387	**2.390**
5	Peso específico máximo	gr/c.c	2.408	2.408	2.408	
6	Vacíos	%	0.7	0.7	0.9	**0.8**
7	Vacíos en Agregado Mineral - V.M.A	%	16.4	16.4	16.6	**16.5**
8	Vacíos llenos con Emulsión Asfáltica + PAÊ	%	95.7	95.7	94.6	**95.4**
9	Flujo	mm	2.3	1.9	2.4	**2.2**
10	Estabilidad corregida	kg	1247	1245	1250	**1247**
11	Estabilidad-flujo	kg/cm	5422	6553	5209	**5728**
12	Estabilidad retenida	%	86.2			

En la tabla 26, se observa las propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 5.0% de PAÊ (unicel + acetato de etilo).

Tabla 26:
Propiedades mecánicas de la MAF modificada con adición de 5.0% de PAÊ.

DESCRIPCIÓN		UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Emulsión asfáltica	%	8.9	8.9	8.9	**8.9**
2	Humedad	%	4.70	4.70	4.70	**4.70**
3	Poliestireno expandido - acetato de etilo (PA$\hat{E}$)	%	5.00	5.00	5.00	
4	Peso específico bulk de la briqueta	gr/c.c.	2.403	2.396	2.396	**2.398**
5	Peso específico máximo	gr/c.c	2.408	2.408	2.408	
6	Vacíos	%	0.2	0.5	0.5	**0.4**
7	Vacíos en Agregado Mineral - V.M.A	%	16.0	16.3	16.3	**16.2**
8	Vacíos llenos con Emulsión Asfáltica + PA$\hat{E}$	%	98.8	96.8	96.9	**97.5**
9	Flujo	mm	1.2	2.4	2.3	**2.0**
10	Estabilidad corregida	kg	1269	1279	1277	**1275**
11	Estabilidad-flujo	kg/cm	10574	5329	5552	**7152**
12	Estabilidad retenida	%	88.8			

4.1.3. Variación porcentual en la deformación de tracción retenida (TSR) del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo).

La MAF modificada con adición de PAÊ (unicel + acetato de etilo) tiene menos vacíos de aire que la MAF convencional. Con el efecto de daño por humedad, se pretende verificar la resistencia a la humedad de la nueva propuesta de MAF. Para el ensayo de Lottman adaptado a la mezcla bituminosa en frío, se sumergió en agua a 60°C durante 24hrs y a temperatura ambiente durante 2hrs para luego ser ensayada a 25°C.

Determinado el óptimo diseño de la mezcla bituminosa en frío, se realiza el análisis de susceptibilidad frente a humedad por tracción indirecta con el ensayo Lottman. Esto se observa en la tabla 27, que presenta los datos del ensayo de Lottman de la mezcla bituminosa en frío convencional.

Tabla 27:
Tracción indirecta de la MAF convencional

CONDICIÓN DE SATURACIÓN A 24Hrs. Baño María 60ºc y 2Hrs. a T° Ambiente									
		SATURADO				SECO			
Carga de Tracción Indirecta	kg	290	294	288		524	512	509	
Resistencia Seca	kg/cm^2					5.3	5.1	5.1	**5.2**
Resistencia Humedad	kg/cm^2	2.9	3.0	3.0	**2.9**				
TSR	%	**56.7**							

En la tabla 28, se tiene los datos realizados en laboratorio ensayo de Lottman de la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ (unicel + acetato de etilo), observándose un mejoramiento de las propiedades MAF convencional.

Tabla 28:
Tracción indirecta de la MAF modificada con adición de PAÊ

% PAÊ	**Descripción**	**Und**	**Saturado**			**Seco**		
0.5%	Carga de Tracción Indirecta	kg	304	312	308	526	520	514
	Resistencia Seca	kg/cm^2	--			5.3	5.2	5.1
	Resistencia Humedad	kg/cm^2	3.0	3.1	3.2	--		
	TSR	%	**60.2**					
1.0%	Carga de Tracción Indirecta	kg	334	332	328	525	527	520
	Resistencia Seca	kg/cm^2	--			5.3	5.2	5.2

% PAÊ	Descripción	Und	Saturado			Seco		
	Resistencia Humedad	kg/cm^2	3.3	3.3	3.4	--		
	TSR	%	**64.3**					
1.5%	Carga de Tracción Indirecta	kg	355	359	353	530	534	527
	Resistencia Seca	kg/cm^2	--			5.3	5.2	5.3
	Resistencia Humedad	kg/cm^2	3.5	3.6	3.6	--		
	TSR	%	**67.8**					
2.0%	Carga de Tracción Indirecta	kg	366	368	373	534	536	534
	Resistencia Seca	kg/cm^2	--			5.3	5.3	5.3
	Resistencia Humedad	kg/cm^2	3.7	3.7	3.7	--		
	TSR	%	**70.1**					
2.5%	Carga de Tracción Indirecta	kg	398	388	395	537	542	534
	Resistencia Seca	kg/cm^2	--			5.3	5.3	5.2
	Resistencia Humedad	kg/cm^2	4.0	3.9	3.9	--		
	TSR	%	**74.3**					
3.0%	Carga de Tracción Indirecta	kg	428	425	424	540	548	547
	Resistencia Seca	kg/cm^2	--			5.3	5.4	5.5
	Resistencia Humedad	kg/cm^2	4.3	4.2	4.2	--		
	TSR	%	**78.7**					
3.5%	Carga de Tracción Indirecta	kg	431	430	433	542	550	551
	Resistencia Seca	kg/cm^2	--			5.3	5.4	5.4
	Resistencia Humedad	kg/cm^2	4.3	4.3	4.3	--		
	TSR	%	**80.1**					
4.0%	Carga de Tracción Indirecta	kg	431	455	458	547	551	554
	Resistencia Seca	kg/cm^2	--			5.4	5.4	5.4
	Resistencia Humedad	kg/cm^2	4.3	4.5	4.5	--		
	TSR	%	**82.4**					
4.5%	Carga de Tracción Indirecta	kg	441	465	476	557	554	560
	Resistencia Seca	kg/cm^2	--			5.4	5.4	5.5
	Resistencia Humedad	kg/cm^2	4.3	4.6	4.7	--		
	TSR	%	**83.2**					
5.0%	Carga de Tracción Indirecta	kg	467	474	481	560	572	567
	Resistencia Seca	kg/cm^2	--			5.5	5.6	5.5
	Resistencia Humedad	kg/cm^2	4.6	4.7	4.7	--		
	TSR	%	**84.0**					

4.1.4. Variación porcentual en el desgaste por el método de Cántabro del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo).

Determinado el óptimo diseño de la mezcla bituminosa en frío, se realiza el análisis del desgaste por el método de Cántabro. Esto se observa en la tabla 29.

Este ensayo determina la resistencia de la muestra compactada ante el desgaste, siendo sometida en el equipo de Cántabro en el tambor a una cantidad de vueltas expuestas de 100, 200 y 300, se determina el porcentaje de desgaste que se presenta.

Tabla 29:
Ensayo de desgaste por el método de Cántabro para la mezcla bituminosa en frío convencional

Nº Probetas			**01**	**02**	**03**	**04**
I	Peso Inicial	gr	1213.6	1219.5	1209.4	1210.8
J	Peso 100 vueltas	gr	1115.5	1122.8	1112.6	1115.9
K	Peso 200 vueltas	gr	1081.1	1085.4	1075.4	1075.6
L	Peso 300 vueltas	gr	1043.7	1050.8	1035.1	1040.3
M	100 vueltas	%	8.1	7.9	8.0	7.8
N	200 vueltas	%	10.9	11.0	11.1	11.2
O	300 vueltas	%	14.0	13.8	14.4	14.1
Desgaste por método de Cántabro		**%**	**14.1%**			

En la tabla 30, se observa dónde la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ (unicel + acetato de etilo) busca que el desgaste generado por el equipo de los Ángeles sea menor, ya que la adición pretende dar mayor adherencia entre agregado y emulsión asfáltica.

Tabla 30:
Ensayo de desgaste por el método de Cántabro para la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ

% PAÊ	**Und**	**Desgaste por método de Cántabro**
0.5%	%	**13.7**
1.0%	%	**12.5**
1.5%	%	**11.6**
2.0%	%	**10.2**
2.5%	%	**8.6**
3.0%	%	**8.1**

3.5%	%	**7.7**
4.0%	%	**7.6**
4.5%	%	**7.2**
5.0%	%	**6.7**

4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

El análisis estadístico se dará por bloques al azar, donde se aleatorizan de manera independiente los tratamientos dentro de cada bloque. En la investigación, se tienen once niveles, que son las variaciones de porcentajes de adición PAE, distribuidos en tres bloques

4.2.1. Hipótesis específica 01

Hipótesis alterna 01: Se tiene variación en la resistencia a la deformación y parámetros volumétricos del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.

Hipótesis nula 01: No se tiene variación en la resistencia a la deformación y parámetros volumétricos del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.

Teniendo planteadas las hipótesis, se realizó el estudio de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo.

Se presentan por cada propiedad que son estabilidad, estabilidad retenida, flujo, V. aire, V. agregado mineral, V. llenos de emulsión asfáltica y P. unitario, lo cual se observa en las siguientes tablas.

a) ESTABILIDAD

Tabla 31:
Datos para análisis de varianza – PAÊ y Estabilidad (kg)

		BLOQUES		
	% PAÊ	1	2	3
TRATAMIENTO	0.00	1052.0	1059.0	1048.0
	0.50	1057.0	1060.0	1058.0
	1.00	1063.0	1069.0	1071.0
	1.50	1084.0	1071.0	1110.0
	2.00	1105.0	1101.0	1104.0
	2.50	1128.0	1136.0	1142.0
	3.00	1163.0	1152.0	1160.0
	3.50	1182.0	1187.0	1195.0
	4.00	1214.0	1213.0	1212.0
	4.50	1247.0	1245.0	1250.0
	5.00	1269.0	1279.0	1277.0

Si "F", obtenido en el análisis de varianza, es mayor al valor crítico de F se expulsa la hipótesis nula; de lo contrario, se aceptaría la hipótesis nula. La tabla 32, se demuestra los resultados del análisis de varianza obtenidos.

Tabla 32:
Análisis de varianza - PAÊ y Estabilidad (kg)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	Fc	Probabilidad	Valor crítico para F (Ft)
Adición PAE	183042.6667	10	18304.2667	364.3409	2.308 E-20	2.3479
Bloque	213.8788	2	106.9394	2.1286	0.1452	3.4928
Error	1004.7879	20	50.2394			
Total	184261.3333	32				

De la tabla de análisis de varianza se obtuvo que Fc = 364.3409 y Ft = 2.3479, se observa que Fc es mas que Ft, por lo que no se acepta la hipótesis nula y se infiere que los porcentajes de adición PAE influyen de manera significativa y diferente en la estabilidad obtenida en los diferentes bloques analizados.

Respecto a los bloques, en la tabla de análisis de varianza se obtuvo que Fc = 2.1286 y Ft = 3.4928, se tiene que Fc es menor que Ft, así que se acepta la hipótesis nula y se estudia que no existe diferencia significativa entre las medias de los

bloques a un nivel de significancia de 0.05. Por lo que se infiere que la estabilidad en cada bloque no es diferente con adiciones PAE.

- Análisis por SPSS

  En la tabla 33, se puede observar que el análisis de bloques al azar realizado por SPSS presenta valores de "F" para el análisis de la estabilidad respecto a la adición PAE, y esta tiene una significancia menor a 0.05 (de 2.51 x 10-21), por lo que se niega la hipótesis nula, y respecto al análisis de los bloques la significancia es de 0.144, mayor a 0.05, por lo que se afirma la hipótesis nula, coincidiendo con lo obtenido al realizar el análisis en hojas de Excel.

Tabla 33:
Prueba en SPSS - Estabilidad (kg)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Estabilidad (kg)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	183898,727[a]	12	15324,894	378,619	,000
Intersección	43199728,76	1	43199728,76	1067298,831	,000
AdicionPAE	183725,576	10	18372,558	453,915	,000
Bloque	173,152	2	86,576	2,139	,144
Error	809,515	20	40,476		
Total	43384437,00	33			
Total corregido	184708,242	32			

a. R al cuadrado = ,996 (R al cuadrado ajustada = ,993)

- Pruebas post hoc por Duncan

  Se obtuvieron las pruebas post hoc por Duncan para el porcentaje de adición PAE, debido a que en el análisis de varianzas para la adición PAE se rechaza la hipótesis nula. En la tabla 34, se muestra los resultados de significancia logrado para las comparaciones múltiples de porcentaje de

adición PAE, donde se observarán en qué porcentajes se presentan las diferencias entre medias.

Tabla 34:
Comparaciones múltiples de adición PAE - Estabilidad (kg)

Estabilidad (kg)

Duncan[a,b]

Adición de PAE (%)	N	Subconjunto									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.00%	3	1053,0									
0.50%	3	1058,3	1058,3								
1.00%	3		1067,7								
1.50%	3			1086,3							
2.00%	3				1103,3						
2.50%	3					1135,3					
3.00%	3						1158				
3.50%	3							1188,0			
4.00%	3								1213,0		
4.50%	3									1247,3	
5.00%	3										1275,0
Sig.		,317	,087	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = 40,476.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

b. Alfa = 0.05.

- Pruebas post hoc por Tukey

  Se realizarán pruebas post hoc por Tukey para los bloques, debido a que en el análisis de varianza para los bloques se aprueba la hipótesis nula. En la tabla 35, se presentan los resultados de significancia obtenidos para las comparaciones múltiples de los bloques.

Tabla 35:
Comparaciones múltiples de bloques - Estabilidad (kg)

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Estabilidad (kg)

HSD Tukey

(I) Bloque	(J) Bloque	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Bloque 1	Bloque 2	-,727	2,7128	,961	-7,591	6,136
	Bloque 3	-5,182	2,7128	,162	-12,045	1,681
Bloque 2	Bloque 1	,727	2,7128	,961	-6,136	7,591
	Bloque 3	-4,455	2,7128	,252	-11,318	2,409
Bloque 3	Bloque 1	5,182	2,7128	,162	-1,681	12,045
	Bloque 2	4,455	2,7128	,252	-2,409	11,318

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 40.476.

b) FLUJO

Tabla 36:
Datos para análisis de varianza – PAÊ y Flujo (mm)

		BLOQUES		
	% PAE	1	2	3
TRATAMIENTO	0.00	4.0	4.5	4.7
	0.50	4.0	4.5	4.3
	1.00	3.9	4.2	4.3
	1.50	4.3	3.7	3.3
	2.00	3.6	2.9	4.1
	2.50	3.0	3.3	3.4
	3.00	3.2	2.4	3.1
	3.50	2.1	2.5	3.1
	4.00	2.6	2.3	2.2
	4.50	2.3	1.9	2.4
	5.00	1.2	2.4	2.3

Si “F”, obtenido en el análisis de varianza, es mayor al valor crítico de F se niega la hipótesis nula; de lo contrario, se aceptaría la hipótesis nula. En la tabla 37, se muestra los resultados del análisis de varianza obtenidos.

Tabla 37:
Análisis de varianza - Flujo (mm)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	Fc	Probabilidad	Valor crítico para F (Ft)
Adición PAE	22.7618	10	2.2762	13.7496	6.6884 E-07	2.3479
Bloque	0.4824	2	0.2412	1.4571	0.25660	3.4928
Error	3.3109	20	0.1655			
Total	26.5552	32				

De la tabla de análisis de varianza se obtuvo que Fc = 13.7496 y Ft = 2.3479, se observa que Fc es más que Ft, por lo que se niega la hipótesis nula y se infiere que los porcentajes de adición PAE influyen de manera significativa y diferente en el flujo obtenido en los diferentes bloques analizados.

Respecto a los bloques, en la tabla de análisis de varianza se obtuvo que Fc = 1.4571 y Ft = 3.4928, se tiene que Fc es menor que Ft, así que se acepta la hipótesis nula y se analisa que no existe diferencia significativa entre las medias de los bloques a un nivel de significancia de 0.05. Por lo que se infiere que el flujo en cada bloque no es diferente con adiciones PAE.

- Análisis por SPSS

  La tabla 38, presenta que el análisis de bloques al azar realizado por SPSS presenta valores de "F" para el análisis del flujo respecto a la adición PAE, y esta tiene una significancia menor a 0.05 (de 7.57 x 10-8), por lo que se niega la hipótesis nula, y respecto al análisis de los bloques la significancia es de 0.075, mayor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis nula, coincidiendo con lo obtenido al realizar el análisis en hojas de Excel.

Tabla 38:
Prueba en SPSS - Flujo (mm)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Flujo (mm)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	24,636[a]	12	2,053	15,317	,000
Intersección	345,644	1	345,644	2578,847	,000
AdicionPAE	23,843	10	2,384	17,789	,000
Bloque	,793	2	,396	2,957	,075
Error	2,681	20	,134		
Total	372,960	33			
Total corregido	27,316	32			

a. R al cuadrado = ,902 (R al cuadrado ajustada = ,843)

- Pruebas post hoc por Duncan

  Se obtuvieron las pruebas post hoc por Duncan para el porcentaje de adición PAE, debido a que en el análisis de varianzas para la adición PAE se rechaza la hipótesis nula. En la tabla 39, se indican los resultados de significancia encontrados para las comparaciones múltiples de porcentaje de adición PAE, donde se observará en qué porcentajes se presentan las diferencias entre medias.

Tabla 39:
Comparaciones múltiples de adición PAE - Flujo (mm)

Flujo (mm)

Duncan[a,b]

Adición de PAE (%)	N	Subconjunto 1	2	3	4	5
5.00%	3	1,967				
4.50%	3	2,200				
4.00%	3	2,367	2,367			
3.50%	3	2,567	2,567			
3.00%	3		2,900	2,900		
2.50%	3			3,233		
2.00%	3			3,533	3,533	
1.50%	3				4,033	4,033
1.00%	3				4,133	4,133
0.50%	3					4,267
0.00%	3					4,400
Sig.		,079	,106	,057	,071	,274

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = ,134.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

b. Alfa = 0.05.

- Pruebas post hoc por Tukey

  Se realizarán pruebas post hoc por Tukey para los bloques, debido a que en el análisis de varianza para los bloques se aprueba la hipótesis nula. En la tabla 40, se presentan los resultados de significancia conseguida para las comparaciones múltiples de los bloques.

Tabla 40:
Comparaciones múltiples de bloques - Flujo (mm)

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Flujo (mm)
HSD Tukey

(I) Bloque	(J) Bloque	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Bloque 1	Bloque 2	-,036	,1561	,971	-,431	,359
	Bloque 3	-,345	,1561	,093	-,740	,049
Bloque 2	Bloque 1	,036	,1561	,971	-,359	,431
	Bloque 3	-,309	,1561	,143	-,704	,086
Bloque 3	Bloque 1	,345	,1561	,093	-,049	,740
	Bloque 2	,309	,1561	,143	-,086	,704

Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = .134.

4.2.2. Hipótesis específica 02

Hipótesis alterna 02: Se tiene variación porcentual en la deformación de tracción retenida (TSR) del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.

Hipótesis nula 02: No se tiene variación porcentual en la deformación de tracción retenida (TSR) del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo –2021.

Teniendo planteadas las hipótesis, se aleatorizan de manera independiente los tratamientos dentro de cada bloque. En la investigación, se tienen once niveles, que son las variaciones de porcentajes de adición PAE, distribuidos en tres bloques. Del unicel con acetato de etilo con tracción indirecta retenida (TSR), lo cual se observa en las siguientes tablas.

Se realizó el análisis de varianza de 2 factores con 1 muestra por grupo.

Tabla 41:
Datos para análisis de varianza – PAÊ y tracción indirecta retenida (TSR)

		BLOQUES	BLOQUES	BLOQUES
	% PAE	1	2	3
TRATAMIENTO	**0.00**	56.7	55.6	58.4
	0.50	60.2	60.8	63.2
	1.00	64.3	67.5	61.1
	1.50	67.8	68.5	65.1
	2.00	70.1	68.0	70.8
	2.50	74.3	70.6	74.3
	3.00	78.7	76.3	81.8
	3.50	80.1	76.9	80.9
	4.00	82.4	84.9	81.6
	4.50	83.2	83.2	87.4
	5.00	84.0	79.8	80.6

Si "F", obtenido en el análisis de varianza, es mayor al valor crítico de F se niega la hipótesis nula; de lo contrario, se admite la hipótesis nula. En la tabla 42, se demuestra el producto del análisis de varianza obtenidos.

Tabla 42:
Análisis de varianza - TSR (%)

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*Fc*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F (Ft)*
Adición PAE	2684.1000	10	268.4100	57.8980	1.5243 E-12	2.3479
Bloque	8.4018	2	4.2009	0.9062	0.4200	3.4928
Error	92.7182	20	4.6359			
Total	2785.22	32				

De la tabla de análisis de varianza se obtuvo que Fc = 57.8980 y Ft = 2.3479, se observa que Fc es mas que Ft, por lo que se niega la hipótesis nula y se infiere que los porcentajes de adición PAE influyen de manera significativa y diferente en la tensión indirecta retenida obtenida en los diferentes bloques analizados.

Respecto a los bloques, en la tabla de análisis de varianza se obtuvo que Fc = 0.9062 y Ft = 3.4928, se tiene que Fc es menor que Ft, así que se acepta la hipótesis

nula y se obtiene que no existe diferencia significativa entre las medias de los bloques a un nivel de significancia de 0.05. Por lo que se infiere que la tensión indirecta retenida en cada bloque no es diferente con adiciones PAE.

- Análisis por SPSS

  La tabla 43, se puede percibir que el método de bloques al azar realizado por SPSS presenta valores de "F" para el análisis de la tensión indirecta retenida respecto a la adición PAE, y esta tiene una significancia menor a 0.05 (de 6.81 x 10-13), por lo que se niega la hipótesis nula, y respecto al análisis de los bloques la significancia es de 0.172, mayor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis nula, coincidiendo con lo obtenido al realizar el análisis en hojas de Excel.

Tabla 43:
Prueba en SPSS - TSR (%)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Tensión indirecta retenida (%)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2646,556[a]	12	220,546	52,807	,000
Intersección	175244,335	1	175244,335	41960,072	,000
AdicionPAE	2630,485	10	263,049	62,984	,000
Bloque	16,071	2	8,035	1,924	,172
Error	83,529	20	4,176		
Total	177974,420	33			
Total corregido	2730,085	32			

a. R al cuadrado = ,969 (R al cuadrado ajustada = ,951)

- Pruebas post hoc por Duncan

  Se obtuvieron las pruebas post hoc por Duncan para el porcentaje de adición PAE, debido a que en el análisis de varianzas para la adición PAE se rechaza la hipótesis nula. La tabla 44, se contempla los resultados de significancia conseguidos para las comparaciones múltiples de porcentaje

de adición PAE, donde se observará en qué porcentajes se presentan las diferencias entre medias.

Tabla 44:
Comparaciones múltiples de adición PAE - TSR (%)

Tensión indirecta retenida (%)

Duncan[a,b]

Adición de PAE (%)	N	Subconjunto 1	2	3	4	5	6
0.00%	3	56,900					
0.50%	3		61,400				
1.00%	3		64,300				
1.50%	3			69,033			
2.00%	3			69,633	69,633		
2.50%	3				73,067		
3.00%	3					78,933	
3.50%	3					79,300	
5.00%	3					81,467	81,467
4.00%	3						82,967
4.50%	3						84,600
Sig.		1,000	,098	,723	,053	,166	,090

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = 4,176.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

b. Alfa = 0.05.

- Pruebas post hoc por Tukey

Se realizarán pruebas post hoc por Tukey para los bloques, debido a que en el análisis de varianza para los bloques se admite la hipótesis nula. La tabla 45, se presentan los productos de significancia obtenidos para las comparaciones múltiples de los bloques.

Tabla 45:
Comparaciones múltiples de bloques - TSR (%)

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Tensión indirecta retenida (%)
HSD Tukey

(I) Bloque	(J) Bloque	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Bloque 1	Bloque 2	,882	,8714	,578	-1,323	3,086
	Bloque 3	-,827	,8714	,616	-3,032	1,377
Bloque 2	Bloque 1	-,882	,8714	,578	-3,086	1,323
	Bloque 3	-1,709	,8714	,148	-3,914	,496
Bloque 3	Bloque 1	,827	,8714	,616	-1,377	3,032
	Bloque 2	1,709	,8714	,148	-,496	3,914

Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = 4.176.

4.2.3. Hipótesis específica 03

Hipótesis alterna 03: Se tiene variación porcentual en el desgaste por el método de Cántabro del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.

Hipótesis nula 03: No se tiene variación porcentual en el desgaste por el método de Cántabro del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021

Teniendo planteadas las hipótesis, se realizó el análisis de varianza de 2 factores con 1 muestra por grupo.

Del desgaste por el método de Cántabro, el cual se observa en la siguiente tabla.

Tabla 46:
Datos para análisis de varianza – PAÊ y Desgaste por el método de Cántabro

		BLOQUES	BLOQUES	BLOQUES
	% PAE	1	2	3
TRATAMIENTO	**0.00**	14.1	14.5	13.4
	0.50	13.7	13.6	13.6
	1.00	12.5	12.6	13.1
	1.50	11.6	11.7	11.7
	2.00	10.2	10.2	10.1
	2.50	8.6	8.6	9.0
	3.00	8.1	8.5	8.0
	3.50	7.7	7.5	7.5
	4.00	7.6	7.9	7.5
	4.50	7.2	7.1	7.6
	5.00	6.7	6.8	6.9

Si "F", obtenido en el análisis de varianza, es mayor al valor crítico de F se niega la hipótesis nula; de lo contrario, se admite la hipótesis nula. En la tabla 47, se muestra los productos del análisis de varianza obtenidos.

Tabla 47:
Análisis de varianza - Desgaste (%)

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*Fc*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F (Ft)*
Adición PAE	219.0121	10	21.9012	331.6843	5.8598 E-20	2.3479
Bloque	0.0461	2	0.0230	0.3488	0.7098	3.4928
Error	1.3206	20	0.0660			
Total	220.3788	32				

De la tabla de análisis de varianza se obtuvo que Fc = 331.6843 y Ft = 2.3479, se observa que Fc es mas que Ft, por lo que se niega la hipótesis nula y se infiere que los porcentajes de adición PAE influyen de manera significativa y diferente en el desgaste obtenido en los diferentes bloques analizados.

Respecto a los bloques, en la tabla de análisis de varianza se obtuvo que Fc = 0.3488 y Ft = 3.4928, se tiene que Fc es menor que Ft, así que se acepta la hipótesis nula y se contempla que no existe diferencia significativa entre las medias de los

bloques a un nivel de significancia de 0.05. Por lo cual se infiere que el desgaste en cada bloque no es diferente con adiciones PAE.

- Análisis por SPSS

  La tabla 48, se contempla que el análisis de bloques al azar realizado por SPSS presenta valores de "F" para el análisis del desgaste respecto a la adición PAE, y esta tiene una significancia menor a 0.05 (de 1.02 x 10-16), por lo que se niega la hipótesis nula, y respecto al análisis de los bloques la significancia es de 0.462, mayor a 0.05, por lo que se admite la hipótesis nula, coincidiendo con lo obtenido al realizar el análisis en hojas de Excel.

Tabla 48:
Prueba en SPSS - Desgaste (%)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Desgaste (%)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	214,229[a]	12	17,852	130,022	,000
Intersección	3177,165	1	3177,165	23139,801	,000
AdicionPAE	214,008	10	21,401	155,866	,000
Bloque	,221	2	,110	,803	,462
Error	2,746	20	,137		
Total	3394,140	33			
Total corregido	216,975	32			

a. R al cuadrado = ,987 (R al cuadrado ajustada = ,980)

- Pruebas post hoc por Duncan

  Se obtuvieron las pruebas post hoc por Duncan para el porcentaje de adición PAE, debido a que en el análisis de varianzas para la adición PAE se rechaza la hipótesis nula. La tabla 49, se tiene los resultados de significancia conseguido para las comparaciones múltiples de porcentaje

de adición PAE, donde se observará en qué porcentajes se presentan las diferencias entre medias.

Tabla 49:
Comparaciones múltiples de adición PAE - Desgaste (%)

Desgaste (%)

Duncan[a,b]

Adición de PAE (%)	N	Subconjunto 1	2	3	4	5	6	7	8
5.00%	3	6,800							
4.50%	3	7,300	7,300						
3.50%	3		7,567	7,567					
4.00%	3		7,667	7,667					
3.00%	3			8,200	8,200				
2.50%	3				8,733				
2.00%	3					10,167			
1.50%	3						11,133		
1.00%	3							12,733	
0.50%	3								13,633
0.00%	3								14,000
Sig.		,114	,265	,060	,093	1,000	1,000	1,000	,240

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = ,137.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

b. Alfa = 0.05.

- Pruebas post hoc por Tukey

  Se realizarán pruebas post hoc por Tukey para los bloques, debido a que en el análisis de varianza para los bloques se admite la hipótesis nula. La tabla 50, se presentan el producto de significancia obtenidos para las comparaciones múltiples de los bloques.

Tabla 50:
Comparaciones múltiples de bloques - Desgaste (%)

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Desgaste (%)
HSD Tukey

(I) Bloque	(J) Bloque	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Bloque 1	Bloque 2	-,091	,1580	,835	-,491	,309
	Bloque 3	,109	,1580	,772	-,291	,509
Bloque 2	Bloque 1	,091	,1580	,835	-,309	,491
	Bloque 3	,200	,1580	,430	-,200	,600
Bloque 3	Bloque 1	-,109	,1580	,772	-,509	,291
	Bloque 2	-,200	,1580	,430	-,600	,200

Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = .137.

4.3.DISCUSIÓN

4.3.1. Diseño la MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con un rango (%) para el enriquecimiento de las propiedades mecánicas.

Se diseñó la MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con un rango de 0.5% al 5% para el enriquecimiento de sus propiedades mecánicas, pero cumpliéndose las especificaciones técnicas asentadas en él (MANUAL DE CARRETERAS, 2013) , (SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS, 2013) y (MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES, 2016).

Se tiene las especificaciones como el mínimo de estabilidad, el mínimo de TSR y los porcentajes de vacíos donde se obtuvo que las estabilidades según su porcentaje de PAÊ todas ellas cumplen con lo especificado, así también el mínimo de TSR según su porcentaje de PAÊ todos cumpliendo con lo

especificado y, por último, se tiene los vacíos donde solo de 0.5% al 3% de adición de PAÊ cumplen con lo especificado y de 3.5% al 5% de adición de PAÊ no cumplen con lo especificado.

Teniendo como resultado la tabla 51, donde se contempla que el rango óptimo porcentual de la MAF modificada con adición de PAÊ es de 0.5% hasta 3% de PAÊ de la mezcla bituminosa en frío convencional.

Tabla 51:
Rango óptimo en la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ

		Estabilidad	Flujo	Vacíos	Estb/Fluj	Peso Unitario	VMA	Vacíos llenos de EA	Estab. Retenida	TSR	Desgaste	**Cumple**
Especificaciones Técnicas		**Mín 226.4**		**2%-8%**						**Mín 50%**		
% DE PAÊ	**0.5**	1058	4.28	5.33	2503	2.28	20.3	73.7	65.3	60.2	13.4	Ok
	1.0	1070	4.07	4.72	2681	2.29	19.8	76.1	68.5	63.8	12.4	Ok
	1.5	1086	3.82	4.07	2904	2.31	19.3	78.9	71.8	67.5	11.3	Ok
	2.0	1107	3.53	3.40	3188	2.33	18.7	81.9	74.9	71.2	10.2	Ok
	2.5	1131	3.22	2.75	3547	2.34	18.1	84.9	77.6	74.6	9.2	Ok
	3.0	1158	2.91	2.14	39.95	2.36	17.6	88.0	79.9	77.7	8.4	Ok
	3.5	1187	2.61	1.58	4548	2.37	17.2	90.8	81.8	80.3	7.6	No cumple
	4.0	1217	2.35	1.09	5219	2.38	16.7	93.4	83.7	82.3	7.1	No cumple
	4.5	1246	2.14	0.71	6025	2.39	16.4	95.6	85.8	83.5	6.9	No cumple
	5.0	1275	2.0	0.45	6978	2.4	16.2	97.4	88.8	83.9	7.0	No cumple

Nota: Fuente propia

Los resultados obtenidos de estabilidad, flujo, vacíos, estabilidad/flujo, peso unitario, VMA, vacíos llenos de EA, estabilidad retenida, TSR y desgaste que cumplieron con sus especificaciones se determinó el rango de 0.5% al 3% de adición de PAÊ en la mezcla bituminosa en frío modificada, presentando que

este rango es el adecuado para su empleo en futuros diseños de mezcla bituminosa en frío sin exceder del rango mencionado, ya que está evaluado en ensayos normalizados y cumpliendo con las especificaciones.

A diferencia de (Cabeza, 2018) donde en las mezclas bituminosas en frío se aplicó los siguientes residuos: grano de caucho, escoria de acero, fabricándose con dosificaciones distintas para caucho de 0.25, 0.50 y 0.75% para escoria de acero de 1 y 3% reemplazando la masa de los áridos. Obteniendo que con caucho es susceptible a temperatura y el de escoria de acero con un contenido elevado de 0.75% por el método giratorio de compactación para un 3.2% de emulsión en caucho son mayor en la mezcla, pero disminuye a mayor cantidad de caucho, también se permite la disminución de un 50% de deformación.

Con el análisis estadístico por bloques al azar donde se aleatorizan de manera independiente los tratamientos dentro de cada bloque. Se analiza, determina y justifica la adición del PAE en las mezclas bituminosas en frío, cumpliéndose con la validación de los datos, por lo cual se comprende que el PAE influye de manera positiva a la MAF obteniendo como óptimo al 1.5% de adición de PAE.

4.3.2. Variación en la resistencia a la deformación y parámetros volumétricos del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo).

La resistencia a la deformación y parámetros volumétricos del diseño de la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ se muestra en las siguientes figuras:

Para la estabilidad, se obtuvo que en la figura 19 se observa el incremento de la estabilidad al incrementar la adición de PAÊ así aceptándose de 0% a 5% de

adición, además se presenta la ecuación de la curva tendencia elaborada con un R2 de 0.9926 que indica 99.26% de confianza de la curva.

$$y = -1.1455x^3 + 13.753x^2 + 4.2949x + 1052.6$$

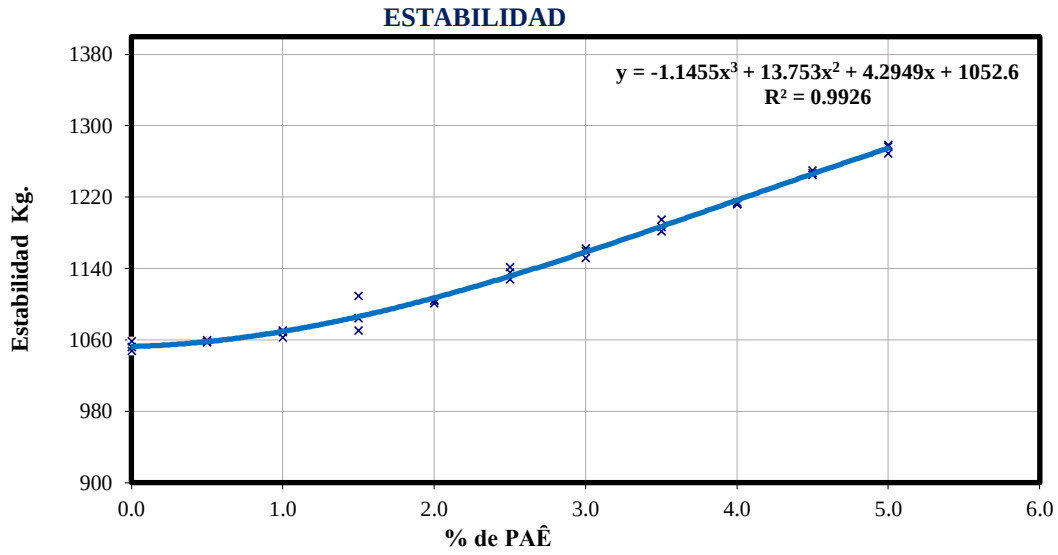


Figura 19: Gráfico resumen de estabilidad vs PAÊ

Para el flujo se obtuvo que en la figura 20 se observa la reducción del flujo al incrementar la adición de PAÊ (unicel + acetato de etilo) así aceptándose de 0% a 5% de adición, además se presenta la ecuación de la curva tendencia elaborada con un R^2 de 0.8556 que indica 85.56% de confianza de la curva.

$$y = 0.0229x^3 - 0.1737x^2 - 0.1855x + 4.4091$$

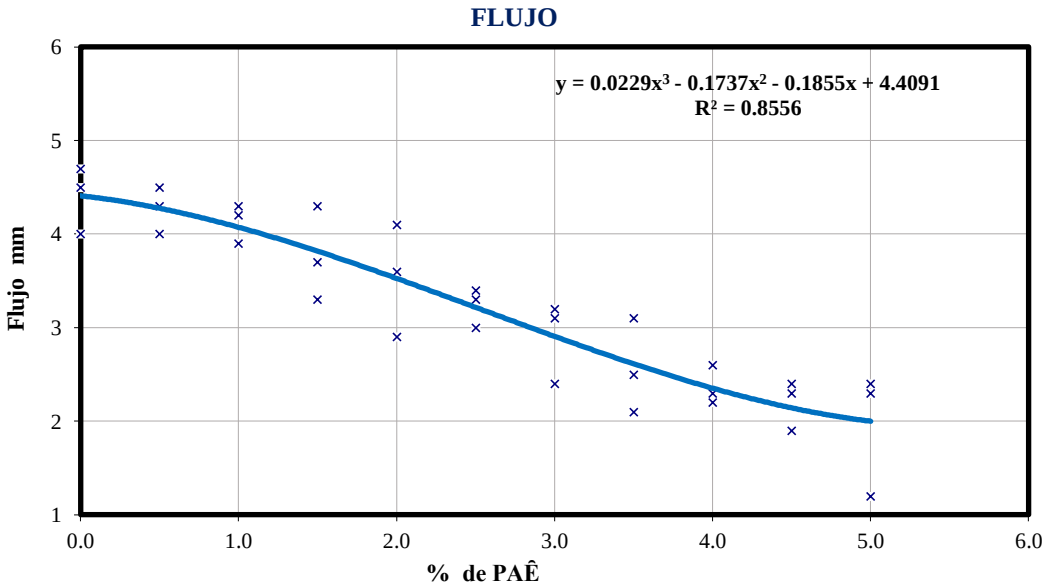


Figura 20: Gráfico resumen de flujo vs PAÊ

Para los vacíos de aire se obtuvo que en la figura 21 se observa la reducción de los vacíos de aire al incrementar la adición de PAÊ así aceptándose de 0% a 3.12% de adición, además se presenta la ecuación de la curva tendencia elaborada con un R^2 de 0.9787 que indica 97.87% de confianza de la curva.

$$y = 0.0296x^3 - 0.1551x^2 - 1.0545x + 5.8967$$

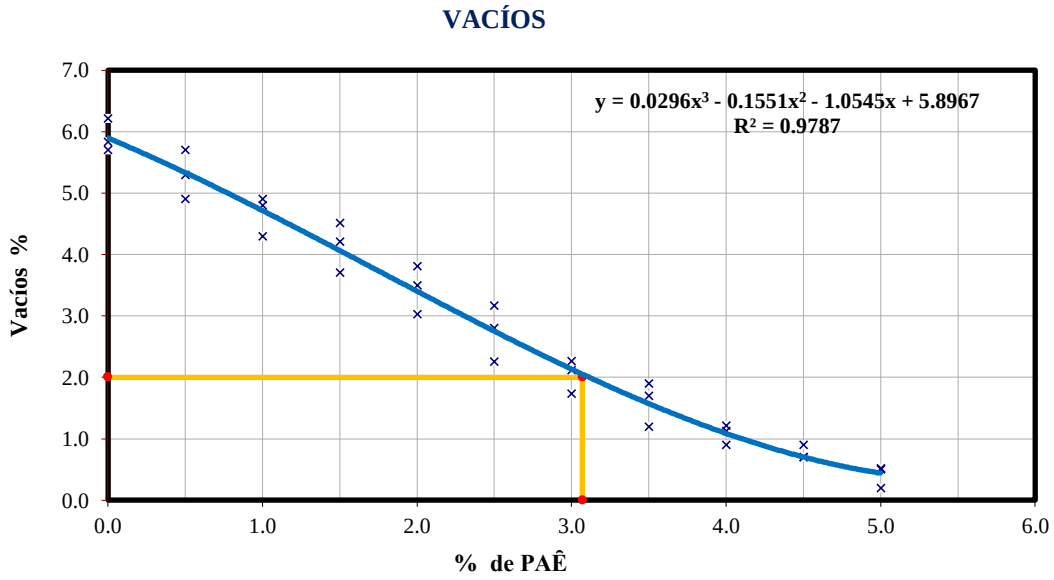


Figura 21: Gráfico resumen de vacíos de aire vs PAÊ

Para la estabilidad/flujo se obtuvo que en la figura 22 se observa el incremento de la estabilidad /flujo al incrementar la adición de PAÊ así aceptándose de 0% a 3.0% de adición, además se presenta la ecuación de la curva tendencia elaborada con un R^2 de 0.7526 que indica 75.26% de confianza de la curva.

$$y = 19.508x^3 + 32.999x^2 + 271.56x + 2356.7$$

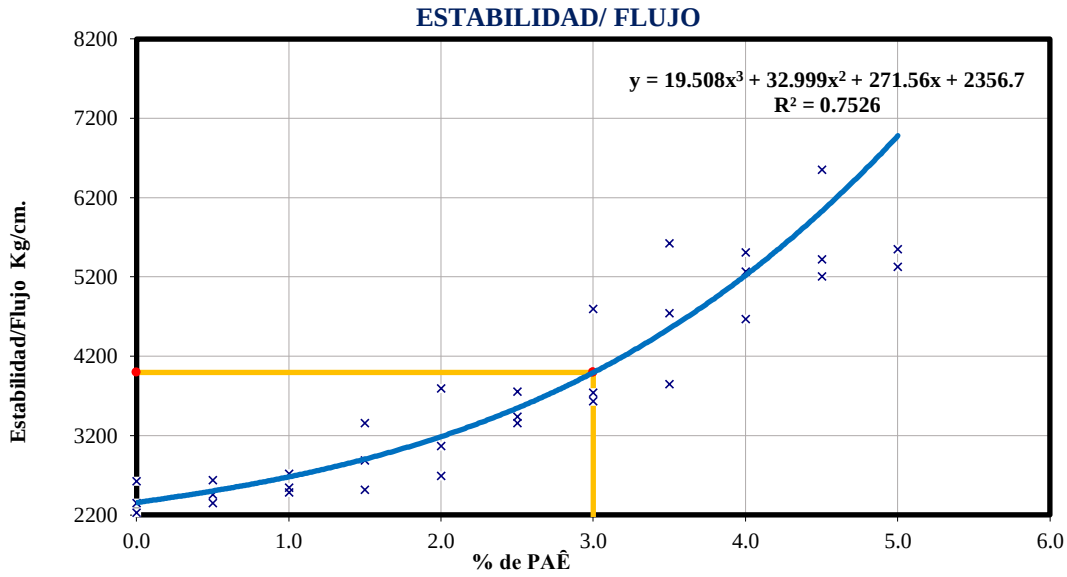


Figura 22: Gráfico resumen de Estabilidad/flujo vs PAÊ

Para el peso unitario se obtuvo que en la figura 23 se observa el incremento del peso unitario al incrementar la adición de PAÊ así aceptándose de 0% a 3.0% de adición, además se presenta la ecuación de la curva tendencia elaborada con un R^2 de 0.9787 que indica 97.87% de confianza de la curva.

$$y = -0.0007x^3 + 0.0037x^2 + 0.0254x + 2.2662$$

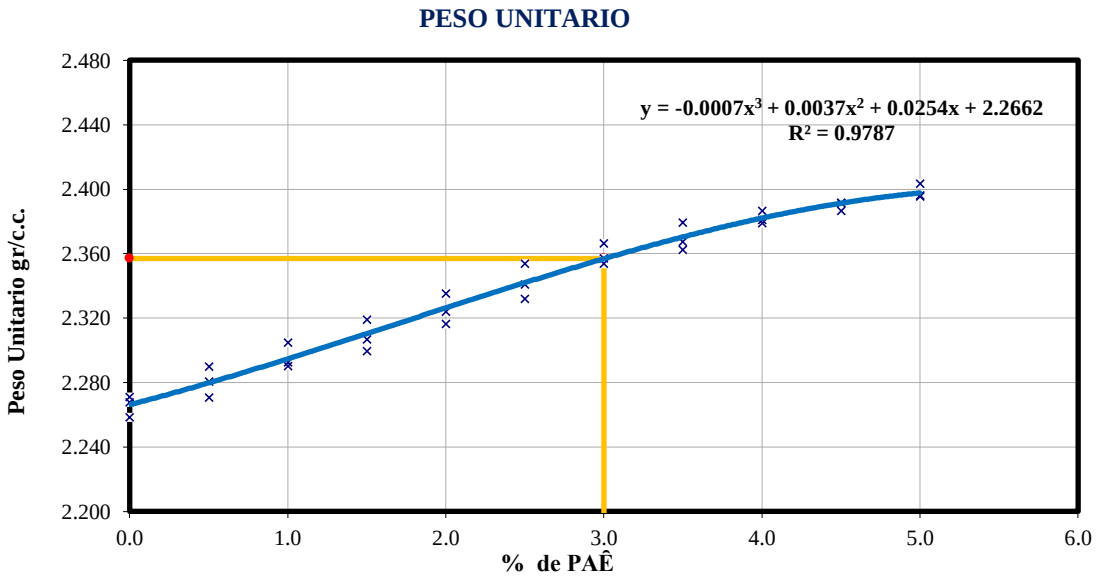


Figura 23: Gráfico resumen de Peso Unitario vs PAÊ

Para los V. de agregado mineral VMA, se obtuvo en la figura 24 donde se observa la reducción de los V. de agregado mineral VMA al incrementar la adición de PAÊ así

aceptándose de 0% a 3.0% de adición, además se presenta la ecuación de la curva tendencia elaborada con un R^2 de 0.9787 que indica 97.87% de confianza de la curva.

$$y = 0.0249x^3 - 0.1306x^2 - 0.8876x + 20.796$$

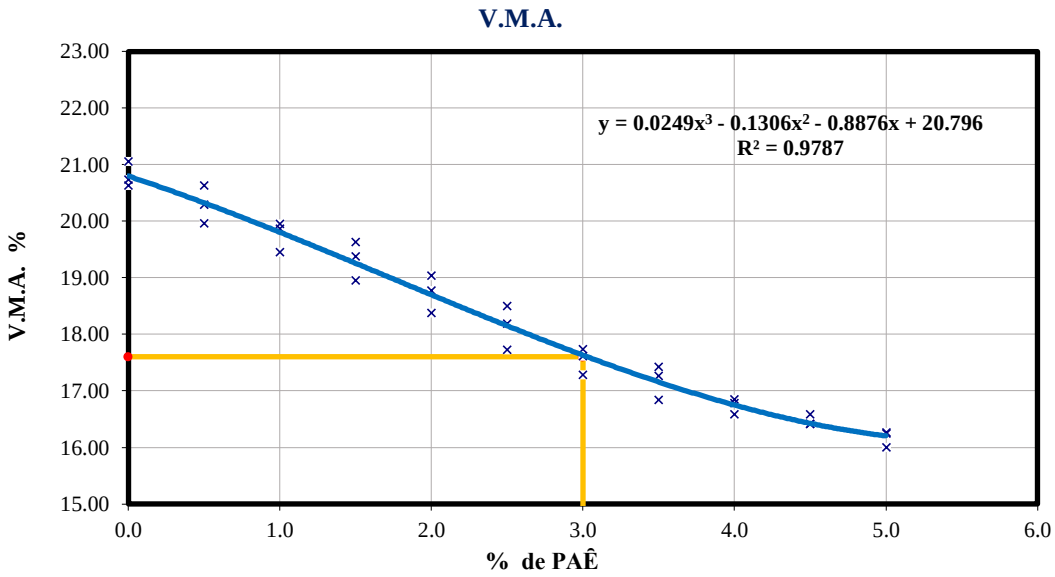


Figura 24: Gráfico resumen de VMA vs PAÊ

Para los vacíos llenos de E.A, se obtuvo que en la figura 25 se observa el incremento de los vacíos llenos de E.A al incrementar la adición de PAÊ así aceptándose de 0% a 3.0% de adición, además se presenta la ecuación de la curva tendencia elaborada con un R^2 de 0.9795 que indica 97.95% de confianza de la curva.

$$y = -0.1595x^3 + 1.133x^2 + 3.4509x + 71.712$$

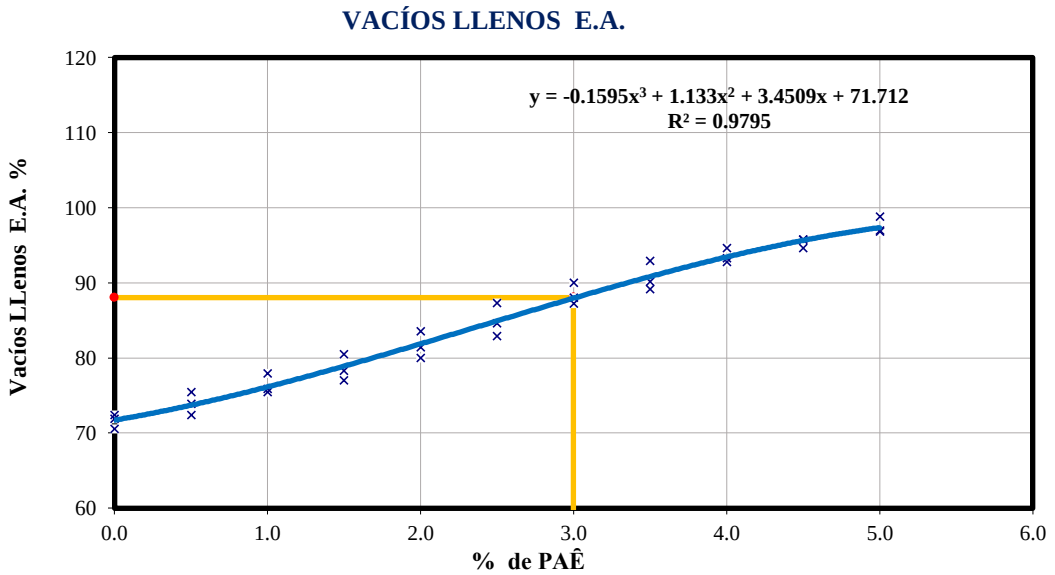


Figura 25: Gráfico resumen de Vacíos llenos de E.A vs PAÊ

Para la estabilidad retenida, se obtuvo que en la figura 26 se observa el incremento de estabilidad retenida al incrementar la adición de PAÊ así aceptándose de 0% a 3.0% de adición, además se presenta la ecuación de la curva tendencia elaborada con un R^2 de 0.9984 que indica 99.84% de confianza de la curva.

$$y = 0.0939x^4 - 0.8938x^3 + 2.2999x^2 + 4.3356x + 62.707$$

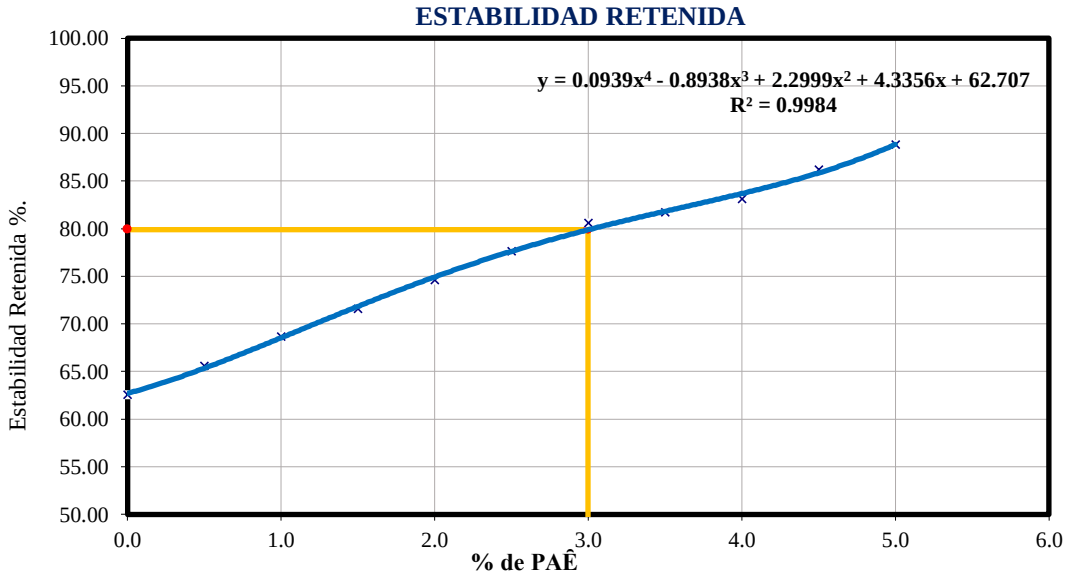


Figura 26: Gráfico resumen de Estabilidad retenida vs PAÊ

Especificándose la variación en la resistencia a su deformación y parámetros volumétricos, se obtuvieron todas las curvas de cada resistencia a la deformación y parámetros volumétricos versus el porcentaje de adición de PAÊ.

Tabla 52:
Resistencia (deformación y parámetros volumétricos) vs % de PAÊ

	% de PAÊ									
	0.5	**1.0**	**1.5**	**2.0**	**2.5**	**3.0**	**3.5**	**4.0**	**4.5**	**5.0**
Estabilidad	1058	1070	1086	1107	1131	1158	1187	1217	1246	1275
Flujo	4.28	4.07	3.82	3.53	3.22	2.91	2.61	2.35	2.14	2.00
Vacíos	5.33	4.72	4.07	3.40	2.75	2.14	1.58	1.09	0.71	0.45
Estb/Fluj	2503	2681	2904	3188	3547	3995	4548	5219	6025	6978

Peso Unitario	2.28	2.29	2.31	2.33	2.34	2.36	2.37	2.38	2.39	2.40
VMA	20.3	19.8	19.3	18.7	18.1	17.6	17.2	16.7	16.4	16.2
Vacíos llenos de EA	73.7	76.1	78.9	81.9	84.9	88.0	90.8	93.4	95.6	97.4
Estabilidad Retenida	65.3	68.5	71.8	74.9	77.6	79.9	81.8	83.7	85.8	88.8
Acertado	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO

Donde empezando por la estabilidad se tiene una aceptación de 0.5% al 5% de adición de PAÊ, en el flujo es aceptado de 0.5% al 5% de adición de PAÊ, en los vacíos se tiene de 0.5% al 5% de adición de PAÊ, pero según las especificaciones se tiene como resultado aceptable de 0.5 % a 3% siendo solo eso los porcentajes aceptados y por lo cual a continuación tendrá que tomarse a partir de ese rango eliminando los demás porcentajes de 3% al 5% teniéndolos como no apto para su empleo y así influenciando en las demás propiedades de Estabilidad/Flujo, Peso Unitario, VMA, Vacíos llenos de EA y Estabilidad Retenida que se puede ver en la tabla 52.

De la misma manera, en la tesis de (Perez Acosta & Warsberg Yussif, 2018), donde se realizó un análisis del su conducta mecánica de la MAF con un reemplazo de material cambio de policloruro de vinilo con las mismas cantidades, mediante los ensayos realizados en laboratorio de pavimentos. Obteniendo que la mezcla requiere gran cantidad de asfalto proveniente de emulsión, ya que tiene una baja penetración a una temperatura ambiente sin alcanzar niveles de cohesión y la adición, teniéndose problemas en resistencia y compactación comparadas con mezclas en caliente. Teniéndose que la mezcla

obtiene un % óptimo de asfalto de 7%, con estabilidad entre 5% y 15% mejorando la mezcla, el flujo no es favorable para la mezcla.

Mediante estos resultados en la investigación planteada se aporta a las personas aptas y de conocimiento para sus fines correspondiente ante la aplicación de nuevos diseños para así mejorar la mezcla bituminosa en frío y la capacidad del interesado.

4.3.1. Variación porcentual en la deformación de tracción retenida (TSR) del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo).

La deformación de tracción retenida (TSR) del diseño de la MAF modificada con adición de PAÊ se muestra en las siguientes figuras:

Para la tensión indirecta retenida TSR se obtuvo que en la figura 27 se observa el incremento de la tensión indirecta retenida TSR al incrementar la adición de PAÊ así aceptándose de 0% a 3.0% de adición, además se presenta la ecuación de la curva tendencia elaborada con un R^2 de 0.9971 que indica 99.71% de confianza de la curva.

$$\mathbf{y = -0.1873x^3 + 0.7266x^2 + 6.457x + 56.828}$$

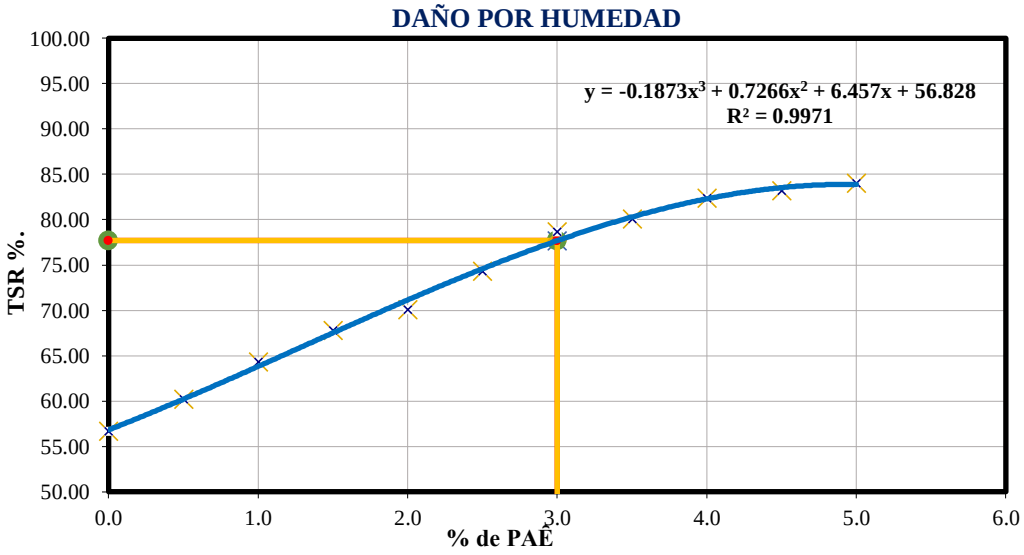


Figura 27: Grafico resumen de TSR vs PAÊ

Determinando la variación porcentual de la deformación de tracción retenida se obtuvo la curva de TSR versus la adición del porcentaje de PAÊ donde se tiene como antecedente la aceptación de 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5% y 3% de adición de PAÊ siendo solo eso los porcentajes aceptados y por lo cual a continuación tendrá que tomarse a partir de ese rango eliminando los demás porcentajes de 3%, 3.5%, 4%, 4.5% y 5% de adición de PAÊ teniéndolos como no apto para su empleo se contempla en la tabla 53.

Tabla 53:
Deformación de tracción retenida vs % de PAÊ

	% de PAÊ									
	0.5	**1.0**	**1.5**	**2.0**	**2.5**	**3.0**	**3.5**	**4.0**	**4.5**	**5.0**
TSR	60.2	63.8	67.5	71.2	74.6	77.7	80.3	82.3	83.5	83.9
Aceptado	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO

A diferencia de (Lopez Montero & Miro, 2017), donde al conocer la consecuencia de la humedad en las mezclas asfálticas en el momento del diseño de pavimentos durables, teniéndose que el daño por humedad que se presenta en las mezclas por partes del cohesivo y el adhesivo provocando en los pavimentos infiltraciones de agua ya sea de manera líquida o de vapor. Teniéndose como un mecanismo que tiende a producir el desenvolvimiento de los áridos, desprendimientos, la emulsificante y una presión en los poros. Existiendo factores que se dan por humedad siendo directamente con las propiedades de los agregados y los factores exteriores.

4.3.1. Variación porcentual en el desgaste por el método de Cántabro del diseño MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo).

Para el desgaste, se obtuvo que en la figura 28 se observa la reducción del desgaste por método de Cántabro al incrementar la adición de PAÊ así aceptándose de 0% a 3.0% de adición, además se presenta la ecuación de la curva tendencia elaborada con un R^2 de 0.985 que indica 98.5% de confianza de la curva.

$$\mathbf{y = 0.0682x^3 - 0.2748x^2 - 1.8013x + 14.381}$$

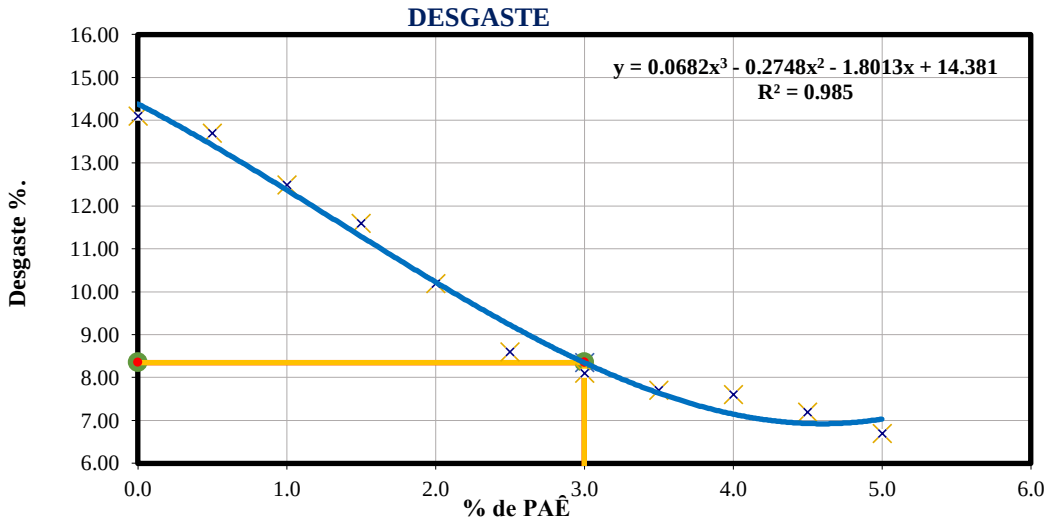


Figura 28: Gráfico resumen de Desgaste vs PAÊ

Determinando la variación porcentual del desgaste por el método de Cántabro, se obtuvo la curva de desgaste versus la adición del porcentaje de PAÊ donde se tiene como antecedente la aceptación de 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5% y 3% de adición de PAÊ siendo solo eso los porcentajes aceptados y por lo cual a continuación tendrá que tomarse a partir de ese rango eliminando los demás porcentajes de 3%, 3.5%, 4%, 4.5% y 5% de adición de PAÊ teniéndolos como no apto para su empleo. Se puede observar en la tabla 54.

Tabla 54:
Desgaste vs % de PAÊ

	% de PAÊ									
	0.5	**1.0**	**1.5**	**2.0**	**2.5**	**3.0**	**3.5**	**4.0**	**4.5**	**5.0**
Desgaste	13.4	12.4	11.3	10.2	9.20	8.40	7.60	7.10	6.90	7.00
Aceptado	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO

A diferencia de (Fernandez Larrauri, 2012), donde se muestra que las MAF recicladas con emulsiones asfálticas catiónicas, siendo la mejor alternativa para una rehabilitación de pavimentos. Obteniendo el diseño de la mezcla reciclada con la evaluación y análisis obteniéndose una estabilidad de 960 Ib y con vacíos de 3% al 6%, con ahorros de 59.000 soles por km. Donde la calidad del material Tipo I es de 70% y 30% de RAP y agregado virgen; y para el Tipo II es de 50% y 50% de RAP y agregado virgen. En el caso Tipo I con 9.5% de emulsión asfáltica se tiene mejores valores de estabilidad respecto al Tipo II con 10.4% de emulsión asfáltica.

4.4. ANÁLISIS DE COSTO

Luego de determinar el rango óptimo de la adición de unicel con acetato de etilo, se procede a realizar un análisis de costos teniendo en cuenta la dosificación básica del diseño base y diseño con adición de PAÊ que se contempla en la tabla 55.

Tabla 55:
Dosificación base y modificada MAF

Materiales	**Base**	**Modificado**
Piedra chancada	42.8%	42.8%
Arena chancada	34.6%	34.6%

Arena natural	12.8%	12.8%
Cal	0.9%	0.9%
Emulsión	8.9%	8.9%
PAÊ	0.0%	0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3%

Teniendo en cuanta la dosificación base y modificada, se procedió a realizar el gasto de la producción en planta de MAF, teniendo como resultado la tabla 43, donde se contempla que la MAF modificada con PAÊ tiene un mayor gasto de producción por metro cúbico, con un incremento de 0.58% (0.5% de PAÊ) hasta 3.62% (3% de PAÊ) del costo de la MAF convencional.

Tabla 56:
Costo de producción en planta por metro cúbico (m3)

Mezcla Bituminosa en Frío	**COSTO x M3**	**DIFERENCIA**	
		SOLES	**%**
Base	S/. 514.80	--	--
+ 0.50% PAÊ	S/. 517.81	S/. 3.00	0.58%
+ 1.00% PAÊ	S/. 520.81	S/. 6.01	1.17%
+ 1.50% PAÊ	S/. 523.22	S/. 8.41	1.63%
+ 2.00% PAÊ	S/. 526.62	S/. 11.82	2.30%
+ 2.50% PAÊ	S/. 530.03	S/. 15.22	2.96%
+ 3.00% PAÊ	S/. 533.43	S/. 18.63	3.62%

CONCLUSIONES

- Se diseñó la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con un rango (%) para el enriquecimiento de sus propiedades mecánicas con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo, obteniéndose el óptimo de 1.5% de adición de PAÊ, donde sus propiedades mecánicas tienen los siguientes resultados: incremento para la estabilidad un 10.01% de la estabilidad base, se redujo para el flujo un 34.09% del flujo base, se redujo para los vacíos de aire un 65.54% de los vacíos de aire base, se incrementó para la estabilidad /flujo un 68.81% de la estabilidad /flujo base, se incrementó para el peso unitario un 4.12% del peso unitario base, se redujo para los vacíos de agregado mineral VMA un 15.68% de los vacíos de agregado mineral VMA base, se incrementó para los vacíos llenos de E.A un 23.49% de los vacíos llenos de E.A base, se incrementó para la estabilidad retenida un 28.77% de la estabilidad retenida base, se incrementó para la tensión indirecta retenida TSR un 38.80% de la tensión indirecta retenida TSR base, se redujo para el desgaste por método de Cántabro un 42.55% del desgaste por método de Cántabro base.
- Se tiene variación en la resistencia a la deformación y parámetros volumétricos del diseño de MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo, se obtuvo que para la estabilidad se aumentó de 1048 kg hasta 1279 kg, para la estabilidad retenida de 62.58% a 88.81%, para el flujo descendió de 4.7 mm hasta 1.2 mm, para el Peso unitario incrementó de 2.259 gr/cc a 2.403 gr/cc, para los Vacíos de aire disminuyó de 6.2% hasta 0.2%, para los Vacíos agregado mineral de 21.1% a 16.0%, para los Vacíos llenos de Emulsión Asfáltica incrementó de 70.5% hasta 98.8% y para la relación Estabilidad/flujo de 2230 Kg/cm a 10574 kg/cm.

- Se tiene variación porcentual en la deformación de tracción retenida (TSR) del diseño de MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo, se obtuvo que al incrementar el PAÊ la deformación de tracción indirecta retenida (TSR) cambia, evidenciando como resultado que desde un 56.70% como MAF convencional hasta un 84.00% de MAF modificado con un 5% de PAÊ.
- Se tiene variación porcentual en el desgaste por el método de Cántabro del diseño de MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo, se obtuvo una disminución de 14.10% como MAF convencional a 6.70% de MAF modificado con 5% de PAÊ.

Al añadir el PAÊ mejora sus propiedades de la mezcla, pero con un incremento en el costo en la producción teniendo lo siguiente: con 0.5% de PAÊ se incrementó 0.58% del costo respecto al costo de la MAF convencional, con 1% de PAÊ se incrementó 1.17% del costo respecto al costo de la MAF convencional, con 1.5% de PAÊ se incrementó 1.63% del costo respecto al costo de la MAF convencional, con 2% de PAÊ se incrementó 2.30% del costo respecto al costo de la MAF convencional, con 2.5% de PAÊ se incrementó 2.96% del costo respecto al costo de la MAF convencional, con 3% de PAÊ se incrementó 3.62% del costo respecto al costo de la MAF convencional.

RECOMENDACIONES

- En la elaboración del PAÊ, se recomienda que el poliestireno expandido se limpie antes de su combinación con el acetato de etilo y que al momento de mezclar se use una pala de madera para evitar daño a otros objetos y si requiere limpiar manchas no deseadas que lo haga con el acetato de etilo, su propio material limpiará manchas no deseadas.

  La emulsión dependerá mucho de la empresa que la fabrica, variando sus porcentajes de agua, asfalto y su peso específico; influirá el clima, también las condiciones que se presenten en la zona.

  Para el contenido de humedad, se determinó mediante la visualización, pero según experiencia de los técnicos en laboratorio se encuentra en el rango de 3% a 8% de humedad, tomándose entre estos datos tienen una mejor trabajabilidad de nuestra muestra. Por tal hecho, se recomienda hacer un estudio para determinar el % óptimo de humedad de acuerdo a su aplicación para que se tenga una exactitud y no presentar altibajos en la mezcla.

- Ante la elaboración del ensayo de daño por humedad, se observó que se puede realizar una investigación para obtener una relación entre la estabilidad retenida y el daño por humedad, ya que en el país de Venezuela y otros países se basan en esta relación determinando si se encuentra apto en el ensayo daño por humedad solo con los datos de estabilidad retenida.

  Observándose el comportamiento del PAÊ en las mezclas bituminosa en frío, se recomienda investigar más para poder añadir el PAÊ la base o sub- base, también en fabricación de ladrillos, en forma de capa protectora para pavimentos rígidos o añadido en su mezclado, contando con alta impermeabilidad puede ser empleado

como barniz para exteriores donde está expuesto al agua para evitar daños a la estructura.

- Al emplearse esta técnica nueva de construcción de pavimentos en otras provincias, se recomienda que se realice estudios de control de calidad a los materiales que se emplearán y que cumplan con sus especificaciones, ya que puede haber cambios en sus propiedades.

  Teniendo las propiedades de las mezclas bituminosas en frío, se sabe que se tiene que mejorar para su mejor rendimiento en su vida útil y que la aplicación de esta mezcla reduce la contaminación evitando exposición de gases tóxicos al aire. Por lo tanto, se recomienda buscar agentes que mejoren sus propiedades mecánicas y así también que esos agentes sean materiales que no perjudiquen el medio ambiente para reducir la contaminación y mejor las MAF.

  Ya que las MAF se aplican a temperatura ambiente se recomienda tener equipos con más energía de compactación en comparación con las mezclas en caliente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcon, S. I. (2017). *Recupeacion del Poliestireno Expandido (EPS) con Aceite Esencial de Naranja.* Lima: Universidad Cesar Vallejo.

ANAPE. (20 de Febrero de 2009). *Asociación Nacional de Poliestireno Expandido*. Obtenido de Asociación Nacional de Poliestireno Expandido: www.anape.es/index.php?accion=producto&subaccion=proceso-de-fabricacion

Arriola Lara, E. A., & Velasquez Martell, F. E. (2013). *Evaluacion Tecnica de Alternativas de Reciclaje de Poliestireno Expandido.* San Salvador: Universidad de El Salvador.

Barreiro, P. V. (2015). *Diseño del Proceso de Reciclaje de Poliestireno Expandido por el Metodo de Disolucion - Precipitacion.* Quito: Escuela Politecnica Nacional.

Cabeza, A. C. (2018). *Mezcla Asfaltica en Frio 100% Recicladas con Adicion de Residuos Solidos.*

Cajas Ramírez, V. X., & Iglesias Ramírez, A. G. (2010). *Utilizacion de Escorias Siderúrgicas para el Mejoramiento de Mezclas Asfálticas en Frio.* Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Chilcon Carrera, J. C., & Ramírez Gálvez, K. R. (2018). *Elaboracion de una Mezcla Asfáltica en Frío Almacenable para la Reparacion de Pavimentos en el Departamento de Lambayeque.* Pimentel, Peru: Universidad Señor de Sipán.

Choudhary, R., Mondal, A., & Kaulgud, H. (2012). *Uso de mezclas frías para la construcción de carreteras rurales.* USA: International Journal of Computer Applications.

Direccion de Vialidad Ministerio de Obras Publicas. (2014). *Manual de Carreteras Volumen N° 5 Especificaciones Tecnicas Generales de Construccion Volumen N° 5.* Chile: Gobierno de Chile.

Fernandez Larrauri, V. C. (2012). *Reciclado en Frío de Pavimentos Flexibles, con el Uso de Emulsiones Asfalticas Catiónicas.* Lima, Peru: Universidad Nacional de Ingenieria.

Franco, F. R. (2016). *Comparativo ente Mezclas Asfalticas con Diluido y Emulsion.* Piura.

Gonzales Madariaga, F., & Lloveras Macia , J. (2018). *Mezclas de Residuos de Poliestieno Expandido para su Uso en la Construccion.* Mexico.

González Madariaga, F., & Lloveras Macia, J. (2008). *Mezclas de residuos de poliestireno expandido(EPS) conglomerados con yeso o escayola parasu uso en la construcción* . Mexico: Universidad de Guadalajara.

Grupo ISOTEX. (2011). El Uso de Poliestireno Expandido en Obras de Ingenieria Civil. *Solución Constructiva*, 56-60.

Ibañez Aguilera, H. E. (2003). *Uso de Emulsiones en Pavimentos Asfálticos, Asfaltos Calientes y Frios.* Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.

Jorge, G. I. (2013). *Recuperación de acetato de etilo de corrientes procedentes de la industria de barnices, pinturas y tintas mediante pervaporación.* Valencia: Universitat Politecnica de Valencia.

Lopez Montero, T., & Miro, R. (2017). *El daño por humedad en las mezclas asfalticas.* Madrid.

MANUAL DE CARRETERAS - ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCION. (2013).

MANUAL DE CARRETERAS - SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS. (2013).

MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES. (2016).

Manual Técnico para Diseño de Carreteras. (2008). *Manual de Ensayos de Suelos y Materiales* Asfalto.* Bolivia: Administradora Boliviana de Carreteras .

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para la Contruccion".* Lima: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Ospino Carbonell, R., Tinoco Bueno, C., & Crespo Tovar, D. (2017). *Análisis de daño por causa del envejecimiento y auscultación en estructuras de pavimentos flexibles.* Colombia : Universidad Cooperativa de Colombia sede Santa Marta.

Paneque, R. J. (1998). *Metodologia de la Investigacion.* La Habana: Ciencias Medicas.

Paz, A. B. (2017). *Evaluacion de Susceptibilidad al Daño por Humedad de Mezclas Asfalticas Utilizando Ensayo de Traccion Indirecta.* Chile.

Perdomo, G. (2002). Plasticos y Medio Ambiente. *Iberoamericana Polímeros Perdomo*, 7.

Perez Acosta , S., & Warsberg Yussif, L. (2018). *Comportamiento de una Mezcla Asfaltica en Frio Adicionada con Particulas de Policloruro de Vinilo.* Bogota.

Ramirez, D. V. (2017). *Mezclas Asfalticas en Frio y su Evaluacion del Daño por Humedad Utilizando Filler Comercial.* Lima.

Ramon, G. (2000). *Diseños Experimentales.* Colombia.

Ramos García, B. L., & Muñiz Pérez, C. I. (2013). *Propuesta de Diseño de Mezcla Asfáltica en Frío de Graduación Densa como Alternativa para el Mantenimiento de Pavimentos Flexibles.* Managua, Nicaragua: Universidad Centroamericana.

Ramos, J. S. (2020). *Efecto del poliestireno expandido en las propiedades fisicas y mecanicas de la unidad de albañileria de concreto en la ciudad de huancayo.* Huancayo: Universidad Continental.

Romanelli. (03 de 03 de 2021). *Los Principales Problemas Encontrados en los Pavimentos de Carretera*. Obtenido de Los Principales Problemas Encontrados en los Pavimentos de Carretera: https://www.romanelli.com.br/es/noticias/quais-sao-os-principais-problemas-encontrados-nos-pavimentos-rodoviarios-

Ruiz, R. (2008). *El Metodo Cientifico y sus Etapas.* Mexico: Primera Edicion.

Talavera, J. O. (2008). Diseños de Investigacion. *Temas de la Actulidad* , 53-58.

Tam Malaga, J., Vera, G., & Oliveros Ramos, R. (2008). *Metodos y Estrategias de Investigacion Cientifica.*

Universidad de Costa Rica. (2013). Metodologia Cuantitativa. *Revista de Ciencias Sociales*, 25-34.

Universidad Internacional del Ecuador. (2019). *Metodologia para la investigacion.* Guayaquil: UIDE.

Villa Chaman, V. M. (2007). *Reciclado IN SITU en Frío de Pavimentos Empleando Emulsiones Asfálticas - Aplicacion: Colegio FAP Manuel Polo Jiménez, Urb. San Gabino - Santiago de Surco.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSION	METODO
GENERAL					
¿Cómo diseñar la MAF modificada con adición de PAË (unicel con acetato de etilo) con un rango (%) para el enriquecimiento de las propiedades mecánicas con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021?	Diseñar la MAF modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con un rango (%) para el enriquecimiento de las propiedades mecánicas con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.	Se diseñó la mezcla bituminosa en frío modificada con adición de PAÊ (unicel con acetato de etilo) con un rango (%) para el enriquecimiento de sus propiedades mecánicas con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.	**VARIABLES DE ESTUDIO** **V1:** Unicel con acetato de etilo (PAÊ) **V2:** Propiedades mecánicas de la Mezcla Asfáltica en Frío	**D1:** Consistencia del fluido **D2:** Nivel de adherencia **D3:** Susceptibilidad a la humedad **D1:** Resistencia a la deformación y parámetros volumétricos **D2:** Deformación de tracción **D3:** Desgaste	**Método:** Científico **Tipo:** Aplicada. **Nivel:** Explicativo **Diseño:** Cuasi - Experimental **Población y muestra** **Población:** Cantera de Matahuasi en la provincia de Huancayo – Perú. **Muestra:** 198 briquetas de muestra tentativa
ESPECIFICOS					
¿Problemas específicos ¿Cuánta es la variación en la resistencia a la deformación y parámetros volumétricos del diseño de la MAF modificada con adición de PAË (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021? ¿Cuánta es la variación porcentual en la deformación de tracción retenida (TSR) del diseño de la MAF modificada con adición de PAË (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021? ¿Cuánta es la variación porcentual en el desgaste por el método de Cántabro del diseño de la MAF modificada con adición de PAË (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021?	Especificar la variación en la resistencia a la deformación y parámetros volumétricos del diseño MAF modificada con adición de PAË (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021. Determinar la variación porcentual en la deformación de tracción retenida (TSR) del diseño MAF modificada con adición de PAË (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021. Identificar la variación porcentual en el desgaste por el método de Cántabro del diseño MAF modificada con adición de PAË (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.	Se tiene variación en la resistencia a la deformación y parámetros volumétricos del diseño MAF modificada con adición de PAË (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021. Se tiene variación porcentual en la deformación de tracción retenida (TSR) del diseño MAF modificada con adición de PAË (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021. Se tiene variación porcentual en el desgaste por el método de Cántabro del diseño MAF modificada con adición de PAË (unicel con acetato de etilo) con agregados de la cantera Matahuasi en la provincia de Huancayo – 2021.			

FICHA TÉCNICA

CHEMIMAX
QUIMICOS ASFALTOS Y PINTURAS

HOJA TÉCNICA DE PRODUCTO

EMULSIÓN ASFÁLTICA

DESCRIPCIÓN

Emulsión de cemento asfáltico, agua y una pequeña cantidad de agente emulsificante. Las pequeñas gotas de asfalto emulsificado son catiónicas (carga positiva).

VENTAJAS

Las emulsiones de rotura lenta pueden ser utilizadas cuando se requiere una estabilidad adicional de la mezcla ó una mayor ligazón.

APLICACIÓN

Recomendada para la preparación de lechadas asfálticas (slurry seal), preparación de mezclas en frió, ya sea en planta ó en sitio.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ENSAYOS		METODO		EMULSIÓN CSS-1P	
Ensayos sobre la emulsión		ASTM	MTC	Mínimo	Máximo
Viscosidad Saybolt Furol a 25°C, ssf		D 244	E 403	20	100
Contenido de agua, % volumen		D 244	E 402	—	40.5
Destilasión	- Contenido de asfalto residual. %	D 244	E 401	59.5	—
	- Contenido de disolventes, %	D 244	E 401	—	0
Sedimentación a los 7 días, %		D 244	E 404	—	5
Mezcla con cemento, %		D 244	E 410	—	2
Prueba del tamiz N° 20. %		D 244	E 405	—	0.1
Carga de particula		D 244	E 407	Positiva	
Ensayos sobre el residuo de emulsión		ASTM	MTC	Mínimo	Máximo
Penetración, 25°C, 100 g, 5s, dmm		D 5	E 304	100	150
Punto da ablandamiento, °C		D 36	E 307	45	—
Ductilidad, 5°C, 5 cm/min, cm		D 113	E 306	10	—
Recuperación Elástica Torsional, 25°C, %		NTL 329*	—	12	—

CHEMIMAX
QUIMICOS ASFALTOS Y PINTURAS

PRESENTACIÓN

Tarro: 3.5 kg.
Tarro: 18.0 kg.
Tambor: 200 kg.

MEDIDAS DE SEGURIDAD

Utilizar guantes de caucho y gafas de protección para su aplicación.
Mantengase fuera del alcance de los niños.
Consultar hoja de seguridad del producto.

ALMACENAMIENTO

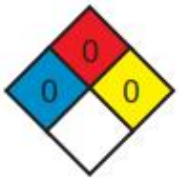
Almacene la emulsión entre 10°C y 60°C. No permita que la emulsión asfáltica se congele. Esto produce la rotura la emulsión, separando el asfalto del agua.
No permita que la emulsión asfáltica sea calentada por encima de los 85°C.
Las temperaturas elevadas evaporan el agua, modificando las caracteristicas de la emulsión asfáltica.
No permita que la temperatura de la superficie de calentamiento exceda los 100°C, de suceder esto, se producirá la rotura prematura de la emulsión sobre aquella.
No use aire a presión para agitar la emulsión.
Puede causar la rotura de la emulsión. El exceso de mezclado y de bombeo debe evitarse.

Las indicaciones que anteceden están basadas en ensayos que consideramos seguros y son correctas de acuerdo a nuestra experiencia. Sin embargo, no pudiendo controlar las condiciones de aplicación, no nos responsabilizamos por daños, perjuicios o pérdidas ocasionadas por el uso inadecuado de los productos.
Aconsejamos al usuario determinar previamente si éstos son apropiados para el uso particular propuesto. Nos reservamos el derecho a efectuar cambios a fin de adaptar nuestros productos a tecnologia de punta.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGRO

El producto no es una sustancia inflamable.

- Salud : 0
- Inflamabilidad : 0
- Reactividad : 0



Chemical Max S.A.
Mz. A Lt. 7 Asociación fortaleza
Puente Piedra - Lima
Telf.: (0511) 714-9993
Perú
www.asfaltoschemimax.com

Volver **Ficha Técnica**

PRODUCTO	CAL HIDRATADA INDUSTRIAL TIPO S-1
VERSION	01 / 2000
ESPECIFICACION TECNICA	CHI - S1

COMPOSICION QUÍMICA

Residuo insoluble en HCl : (R.I)	1,00	%	Máximo
Cationes precipitables por amoniaco : (NH_3)(R_2O_3)	0,50	%	Máximo
Oxido de Calcio : (CaO)	72,00	%	Mínimo
Oxido de Magnesio : (MgO)	0,50	%	Máximo
Pérdida a 105 C°	1,00	%	Máximo
Pérdida a 600 C°	22,00	%	Máximo
Pérdida por calcinación a 1000 C°	3,00	%	Máximo
Oxido de calcio activo : (CaO)	**68,00**	%	**Mínimo**
Hidróxido de calcio : $Ca(OH)_2$	89,82	%	Mínimo

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Y FÍSICAS

Retenido Malla N° 200 um	5,00	%	Máximo
Densidad aparente	600	kg/m³	-
Peso Especifico	2.3	g/cm³	-

EMPAQUE

Envases	Bolsa de papel Krafft 2 pliegos 80 Gr.
Tipo	Tubo con valvula
Capacidad	23 Kg. aprox.

MODALIDADES DE ENTREGA

Big Bag

Palletizada

Tolva

Volver a Inicio

Copyright © 2000-2001 FGH S.A. Todos los derechos Reservados

CERTIFICADOS

Geosciences	REGISTRO DE CONTROL CONTROL DE CALIDAD **ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO** (MTC E204)	Fecha: 01/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Arena (agregado fino) **Agregado para Asfalto:** Arena Zarandeada

Ubicación de la Muestra: Matahuasi

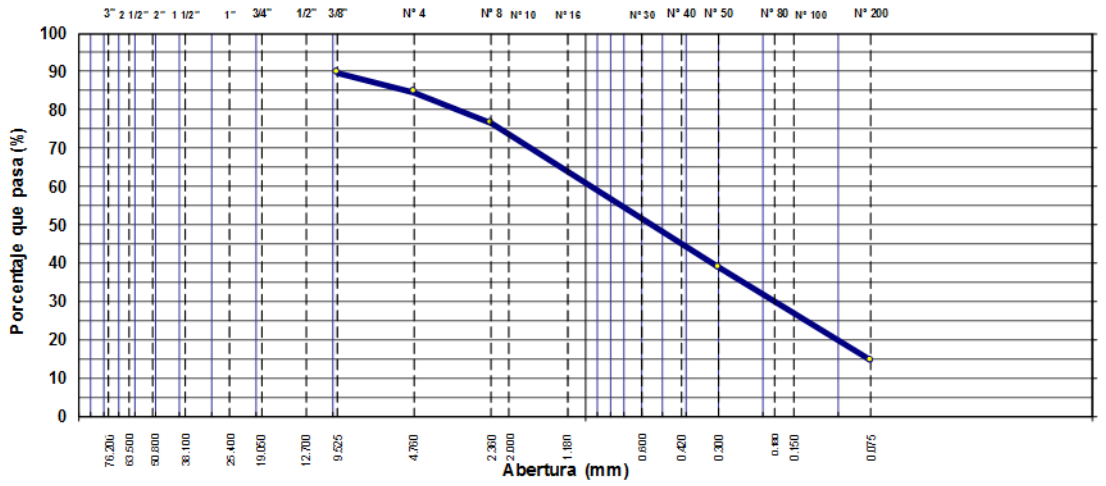
Tamaño Máximo: 3/8"

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN
7"	177.800					
6"	152.400					
5"	127.000					
4"	101.600					
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700				100.0	
3/8"	9.525	**67.6**	10.4	10.4	89.6	
# 4	4.760	**32.5**	5.0	15.4	84.6	
# 8	2.360	**52.7**	8.1	23.5	76.5	
# 10	2.000					
# 16	1.180					
# 30	0.600					
# 40	0.420					
# 50	0.300	**244.4**	37.6	61.1	38.9	
# 80	0.180					
# 100	0.150					
# 200	0.075	**157.9**	24.3	85.4	14.6	
< # 200	FONDO	**94.9**	14.6	100.0	0.0	
FINO		650.0				
TOTAL		650.0				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
PESO TOTAL	=	650.0	gr	
PESO LAVADO	=	555.1	gr	
PESO FINO	=	650.0	gr	
% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad	
Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	N°200	
	650.0	555.1	**14.6**	
% Grava	=	0.0	%	
%Arena	=	70.0	%	
% Fino	=	14.6	%	
OBSERVACIONES:				

CURVA GRANULOMÉTRICA



ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	REGISTRO DE CONTROL CONTROL DE CALIDAD **ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO** (MTC E204)	Fecha: 01/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Arena (agregado fino) **Agregado para Asfalto:** Arena Chancada

Ubicación de la Muestra: Matahuasi

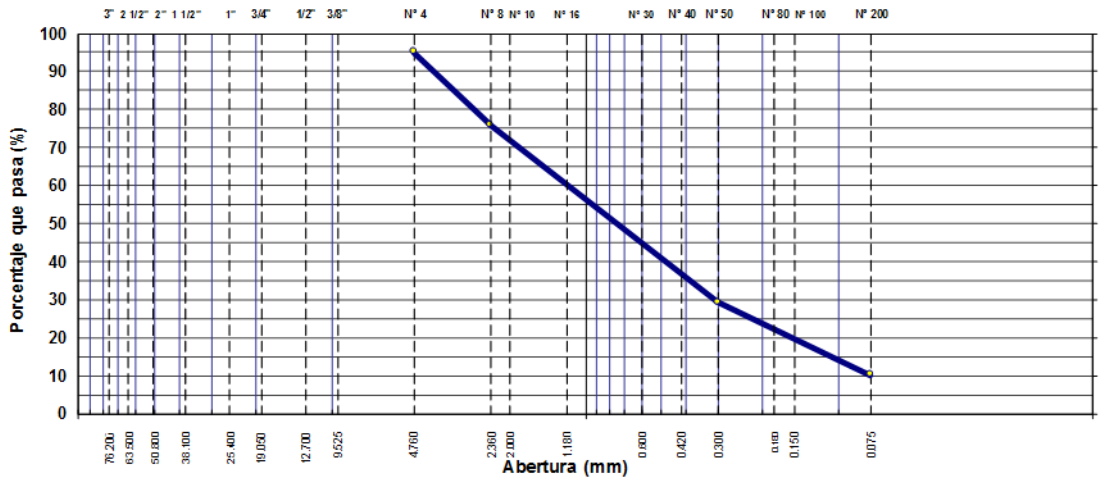
Tamaño Máximo: # 4

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q' PASA	ESPECIFICACIÓN
7"	177.800		0.0	0.0	100.0	
6"	152.400		0.0	0.0	100.0	
5"	127.000		0.0	0.0	100.0	
4"	101.600		0.0	0.0	100.0	
3"	76.200		0.0	0.0	100.0	
2 1/2"	63.500		0.0	0.0	100.0	
2"	50.800		0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0	
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.050		0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.700		0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0	
# 4	4.760	31.9	4.9	4.9	95.1	
# 8	2.360	125.4	19.3	24.2	75.8	
# 10	2.000		0.0	24.2	75.8	
# 16	1.180		0.0	24.2	75.8	
# 30	0.600		0.0	24.2	75.8	
# 40	0.420		0.0	24.2	75.8	
# 50	0.300	302.2	46.5	70.7	29.3	
# 80	0.180		0.0	70.7	29.3	
# 100	0.150		0.0	70.7	29.3	
# 200	0.075	124.1	19.1	89.8	10.2	
< # 200	FONDO	66.4	10.2	100.0	0.0	
FINO		618.1				
TOTAL		650.0				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
PESO TOTAL	=	650.0	gr	
PESO LAVADO	=	583.6	gr	
PESO FINO	=	618.1	gr	
% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	%Humedad	
Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	200%	
	650.0	583.6	10.2	
% Grava	= 0.0	%		
%Arena	= 84.9	%		
% Fino	= 10.2	%		
MÓDULO DE FINURA	=	2.19	%	
EQUIV. DE ARENA	=	63.0	%	
GRAVEDAD ESPECÍFICA:				
P.E. Bulk (Base Seca)	=	2.528	gr/cm³	
P.E. Bulk (Base Saturad	=	2.558	gr/cm³	
P.E. Aparente (Base Se	=	2.606	gr/cm³	
Absorción	=	1.19	%	
OBSERVACIONES:				

CURVA GRANULOMÉTRICA



ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	REGISTRO DE CONTROL CONTROL DE CALIDAD ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E204)	Fecha: 01/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE: Heredia Flores Rosario	**UBICACIÓN:** Huancayo

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Agregado grueso **Agregado para Asfalto:** Piedra chancada

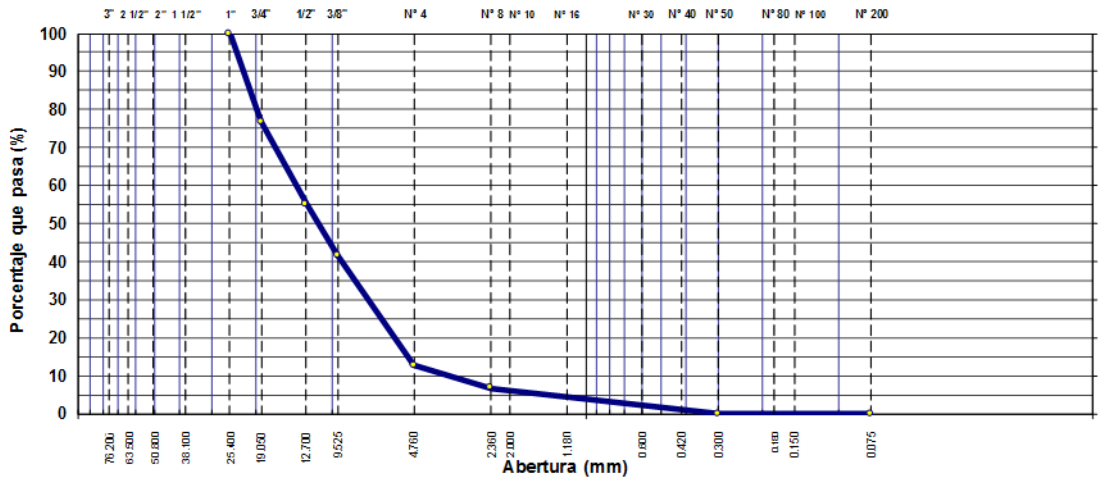
Ubicación de la Muestra: Matahuasi

Tamaño Máximo: 3/4"

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
7"	177.800						PESO TOTAL = 5,000.0 gr
6"	152.400						
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400				100.0		
3/4"	19.050	**1,165.0**	23.3	23.3	76.7		
1/2"	12.700	**1,075.1**	21.5	44.8	55.2		
3/8"	9.525	**680.1**	13.6	58.4	41.6		
# 4	4.760	**1,445.0**	28.9	87.3	12.7		
# 8	2.360	**299.8**	6.0	93.3	6.7		
# 10	2.000						
# 16	1.180						
# 30	0.600						
# 40	0.420						
# 50	0.300	**334.8**	6.7	100.0	0.0		OBSERVACIONES:
# 80	0.180						
# 100	0.150						
# 200	0.075						
< # 200	FONDO	**0.3**	0.0	100.0	0.0		
FINO		634.8					
TOTAL		5,000.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA



ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD **ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO** (MTC E204)	Fecha : 01/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario — **UBICACIÓN:** Huancayo

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Filler Mineral — **Agregado para Asfalto:** Cal Hidratada

Ubicación de la Muestra: -------

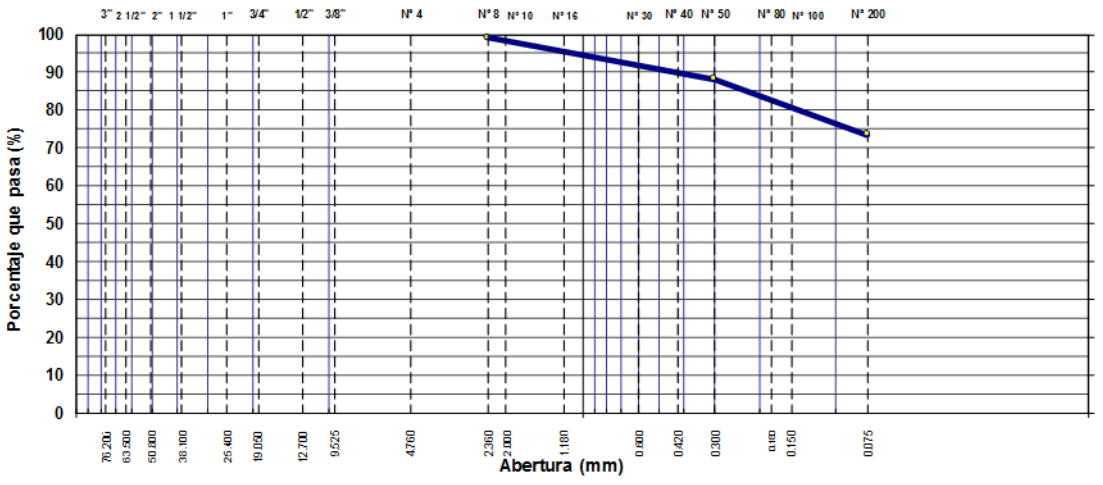
Tamaño Máximo: # 8

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN
7"	177.800					
6"	152.400					
5"	127.000					
4"	101.600					
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
# 4	4.760				100.0	
# 8	2.360	2.4	0.8	0.8	99.2	
# 10	2.000				[illegible]	
# 16	1.180					
# 30	0.600					
# 40	0.420				[illegible]	
# 50	0.300	33.3	11.1	11.9	88.1	
# 80	0.180					
# 100	0.150					
# 200	0.075	43.8	14.6	26.5	73.5	
<# 200	FONDO	220.5	73.5	100.0	0.0	
FINO		300.0				
TOTAL		300.0				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
PESO TOTAL	=	300.0	gr	
PESO LAVADO	=	79.5	gr	
PESO FINO	=	300.0	gr	
% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad	
Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	200%	
	300.0	79.5	**73.51**	
% Grava	= 0.0	%		
% Arena	= 26.5	%		
% Fino	= 73.5	%		

CURVA GRANULOMÉTRICA



ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	REGISTRO DE CONTROL CONTROL DE CALIDAD COMBINACIÓN DE AGREGADOS	FECHA: 02/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo		
CLIENTE:	Heredia Flores Rosario	**UBICACION:**	Huancayo

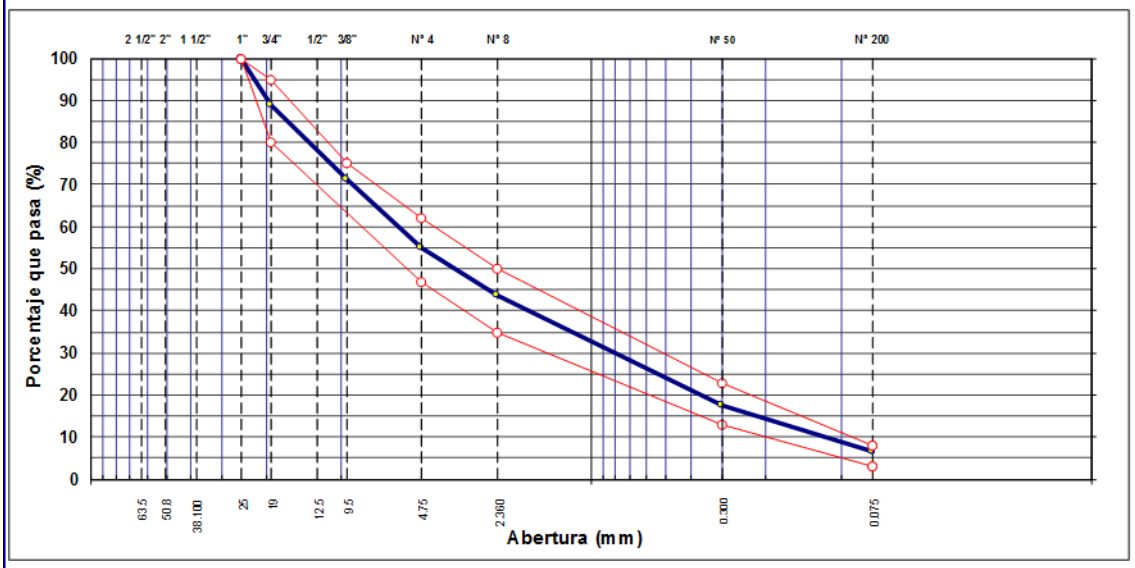
DATOS DE LA MUESTRA

COMBINACIÓN DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO
DISEÑO MAF - RHF - HUANCAYO

Fecha : 02-mar-21

Gradación Superpave	
Tamaño máximo:	1"

Tamices y aberturas (mm)		agregados a intervenir					Mezcla MAF-2			Chequeo
		Grava Triturada 3/4"	Arena Triturada <1/4	Arena Natural< 3/8	Arena Opcional	Filler Cal Hidratada	Comb. Teórica	Especific.		
		47.0%	38.0%	14.0%	0.0%	1.0%		MAF-02		
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100	ok
3/4"	19.000	76.7	100.0	100.0	100.0	100.0	89.0	80	95	ok
1/2"	12.500	55.2	100.0	100.0	100.0	100.0	78.9			
3/8"	9.500	41.6	100.0	89.6	100.0	100.0	71.1	60	75	ok
# 4	4.750	12.7	95.1	84.6	100.0	100.0	55.0	47	62	ok
# 8	2.360	6.7	75.8	76.5	100.0	99.2	43.7	35	50	ok
# 50	0.300	0.0	29.3	38.9	100.0	88.1	17.5	13	23	ok
# 200	0.075	0.0	10.2	14.6	100.0	73.5	6.7	3	8	ok



ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD **ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO** (MTC E204)	FECHA: 02/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

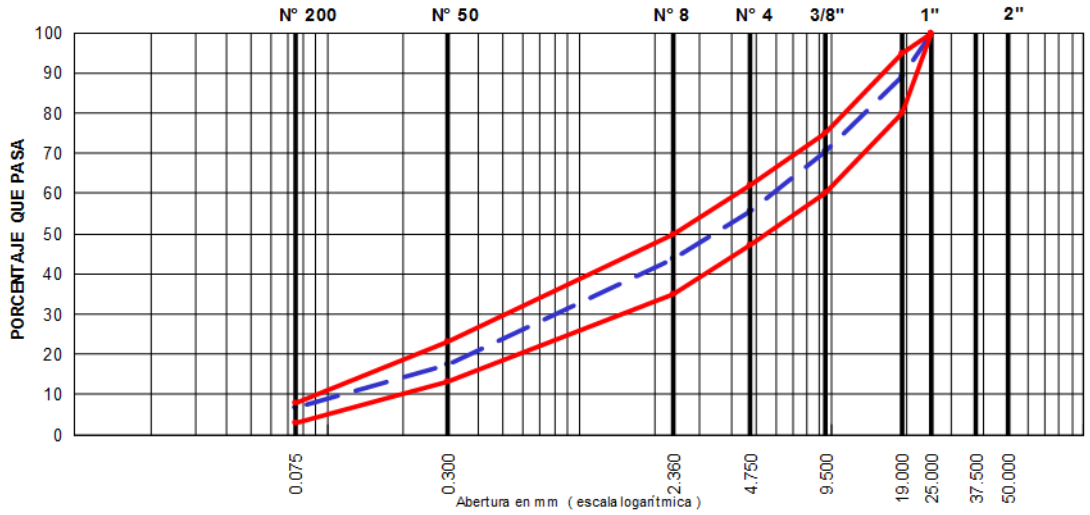
CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

COMBINACIÓN FÍSICA

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE retenido	PORCENTAJE acumulado	PORCENTAJE que pasa	ESPECIFIC. MAF - 2
3"						
2 1/2"						
2"	50.000					
1 1/2"	37.500					
1"	25.000				100.0	**100**
3/4"	19.000	5500.0	11.0	11.0	89.0	**80 - 95**
3/8"	9.500	9300.0	18.6	29.6	70.4	**60 - 75**
N° 4	4.750	7350.0	14.7	44.3	55.7	**47 - 62**
N° 8	2.360	162.7	12.0	56.3	43.7	**35 - 50**
N° 50	0.300	355.2	26.2	82.5	17.5	**13 - 23**
N° 200	0.075	146.4	10.8	93.3	6.7	**3 - 8**
< 200	-	90.8	6.7	100.0		

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
TAMAÑO MÁXIMO	**1"**	
UBICACIÓN :	Huancayo	
PESO INICIAL	**50000.0**	gr
Peso de fracción	**755.2**	gr
PROPORCIONES		%
Arena Natural < 3/8"	**14.0**	%
Arena Tritrurada 3/16"	**38.0**	%
Grava Triturada 3/4"-3/16"	**47.0**	%
Filler	**1.0**	%
Total	**100.0**	%
OBS.- Filler incluido		
Humedad de Mezcla (%)		

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

GeoscienceS	**REGISTRO DE CONTROL**	CII SGC 9 0001-11
	CONTROL DE CALIDAD	
	EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E114)	FECHA: 02/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE: Heredia Flores Rosario	**UBICACIÓN:** Huancayo

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:		Matahuasi
Material:		Combinacion Fisica de Agregados Finos

MUESTRA		**IDENTIFICACIÓN**			
		1	**2**	**3**	
Hora de entrada a saturación		23:15	23:17	23:19	
Hora de salida de saturación (más 10')		23:25	23:27	23:29	
Hora de entrada a decantación		23:27	23:29	23:31	
Hora de salida de decantación (más 20')		23:47	23:49	23:51	
Altura máxima de material fino	cm	5.34	5.26	5.58	
Altura máxima de la arena	cm	4.08	4.17	4.27	
Equivalente de arena	%	77.0	80.0	77.0	
Equivalente de arena promedio	**%**	78.0			
Resultado equivalente de arena	**%**	**78**			

Observaciones:

ELABORADO POR:	**REVISADO POR:**	**APROBADO POR:**
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD	
	DETERMINACION DE CARAS FRACTURADAS (MTC E210)	FECHA: 03/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE: Heredia Flores Rosario	**UBICACIÓN:** Huancayo

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi
Material:	Grava Triturada para MAF

CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO POR MALLAS (A) (gr)	1 CARA FRACTURADA (B) (gr)	% POR MALLAS (C) = (B/A)*100 (%)	PORCENTAJE POR MALLAS (D) (%)	(E) = (C)*(D) (%)	(E)/(D)
PASA TAMIZ	**RETENIDO EN TAMIZ**						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"	5500.0	**6770.0**	123.1	**11.0**	**1354.0**	
3/4"	3/8"	9300.0	**6360.0**	68.4	**18.6**	**1272.0**	
TOTAL		**14800.0**	**13130.0**		**29.6**	**2626.0**	**88.7**

CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO POR MALLAS (A) (gr)	2 CARAS FRACTURADAS (B) (gr)	% POR MALLAS (C) = (B/A)*100 (%)	PORCENTAJE POR MALLAS (D) (%)	(E) = (C)*(D) (%)	(E)/(D)
PASA TAMIZ	**RETENIDO EN TAMIZ**						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"	5500.0	**5860.0**	106.5	**11.0**	**1172.0**	
3/4"	3/8"	9300.0	**5740.0**	61.7	**18.6**	**1148.0**	
TOTAL		**14800.0**	**11600.0**		**29.6**	**2320.0**	**78.4**

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	**REVISADO POR:**	**APROBADO POR:**
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD	
	DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (NORMA ASTM D-4791)	**FECHA:** 03/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario — **UBICACIÓN:** Huancayo

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi
Material:	Grava Triturada para MAF

TAMIZ	Peso por mallas (A) (gr)	Peso chatas y alargadas (B) (gr)	Porcentaje (C)=(B)/(A)*100 (%)	Gradación Original (D) (%)	Correción (E)=(C)*(D) (%)	(E)/(D) (%)
2" - 1 1/2"						
1 1/2" - 1"						
1" - 3/4"	**5500**	**280.0**	**5.1**	**11.0**	**56.0**	
3/4" - 3/8"	**9300**	**350.0**	**3.8**	**18.6**	**70.0**	
Peso Total (gr.)	**0**	**630.0**		**29.6**	**126.0**	**4.3**

Observaciones:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE ABRASION

MAQUINA DE LOS ANGELES - (MTC E207)

FECHA: 03/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera: Matahuasi | **Ubicación:** Huancayo

Material: Grava Triturada Para MAF

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"				
1" - 3/4"		1250.0		
3/4" - 3/8"		1250.0		
3/8" - 1/4"		1250.0		
1/4" - Nº 4		1250.0		
Nº 4 - Nº 8				
Peso Total		**5000.0**		
(%) Retenido en la malla Nº 12		3820.0		
(%) Que pasa en la malla Nº 12		1180.0		
Nº de esferas		11		
Peso de las esferas (gr)		4584 ± 25		
% Desgaste		**23.6%**		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	REGISTRO DE CONTROL		
	CONTROL DE CALIDAD		
	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORSION DE LOS AGREGADOS (MTC E205/MTC E206)	FECHA:	04/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Grava Triturada Para MAF		

AGREGADO GRUESO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1211.3	1212.1	1207.8	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	746.6	748.2	741.2	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm^3)	464.7	463.9	466.6	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1198.5	1200.5	1194.7	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm^3)	451.9	452.3	453.5	**PROMEDIO**
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.579	2.588	2.560	2.576
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.607	2.613	2.589	2.603
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.652	2.654	2.635	2.647
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.07	0.97	1.10	**1.05**

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL**		
	CONTROL DE CALIDAD		
	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORSION DE LOS AGREGADOS (MTC E205/MTC E206)	**FECHA:**	04/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: **Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Finos Para MAF		

GRAVEDAD ESPECÍFICA - AGREGADO FINO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	500.0	500.0		
B	Peso frasco + agua (gr)	617.6	615.4		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	1117.6	1115.4		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	929	928.5		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	188.6	186.9		
F	Peso de material seco en estufa (105ºC) (gr)	492.3	493.5		
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	180.9	180.4		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.610	2.640		2.625
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.651	2.675		2.663
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.721	2.736		2.728
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.6	1.3		**1.4**

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sandoval Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	REGISTRO DE CONTROL CONTROL DE CALIDAD LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110, MTC E111)	CIP SGC - 0001-12 Fecha: 04/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario

DATOS DE LA MUESTRA

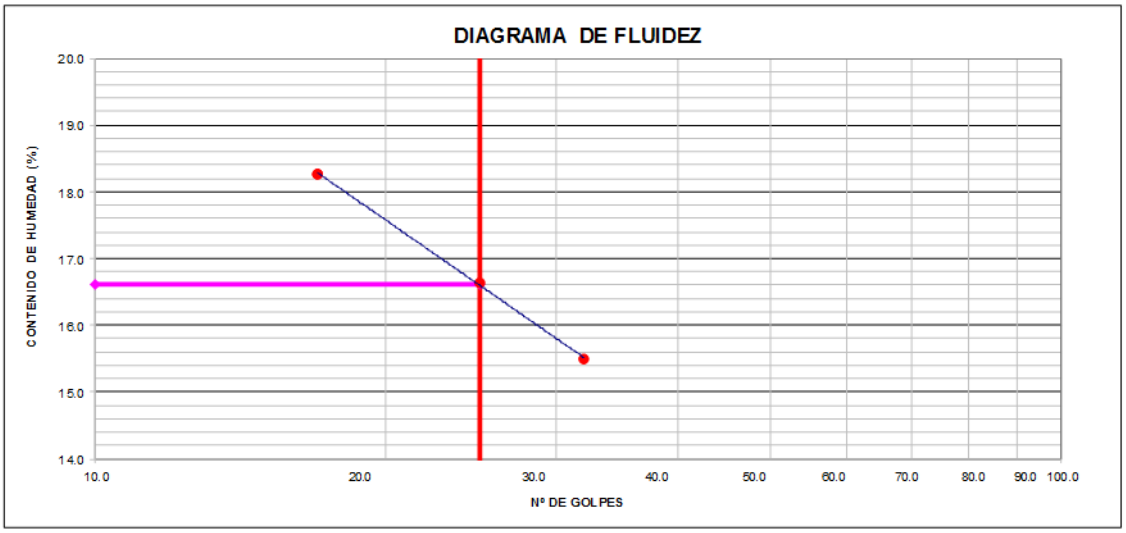
Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Finos Para MAF		

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA Nº 40)

Nº TARRO	1	2	3	
TARRO + SUELO HÚMEDO	37.41	35.92	36.18	
TARRO + SUELO SECO	34.07	32.62	32.56	
AGUA	3.34	3.30	3.62	
PESO DEL TARRO	12.52	12.78	12.75	
PESO DEL SUELO SECO	21.55	19.84	19.81	
% DE HUMEDAD	15.50	16.63	18.27	
Nº DE GOLPES	32	25	17	

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA Nº 40)

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	16.60
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	REGISTRO DE CONTROL CONTROL DE CALIDAD LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110, MTC E111)	CH-SGC-F-0001-12 Fecha: 04/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezda Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario

DATOS DE LA MUESTRA

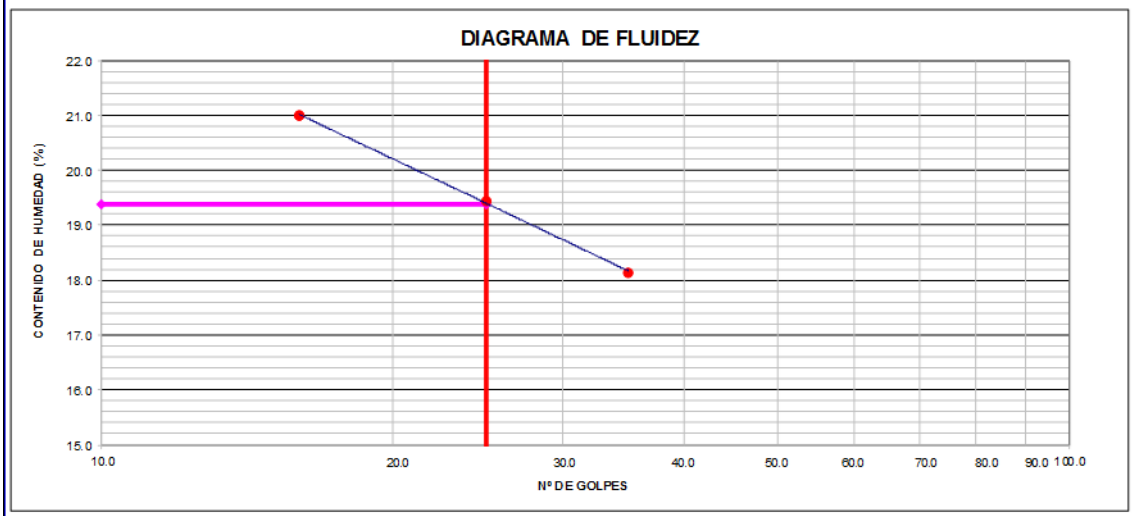
Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Finos Para MAF		

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA Nº 200)

Nº TARRO	4	5	6	
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.91	39.62	37.09	
TARRO + SUELO SECO	33.62	35.68	33.27	
AGUA	3.29	3.94	3.82	
PESO DEL TARRO	15.48	15.42	15.08	
PESO DEL SUELO SECO	18.14	20.26	18.19	
% DE HUMEDAD	18.14	19.45	21.00	
Nº DE GOLPES	35	25	16	

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA Nº 200)

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	19.4
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD	
	METODO MARSHALL MODIFICADO / MS - 14	FECHA: 05/03/2021

NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

DATOS DE LA MUESTRA

CALCULO TEORICO DE OPTIMO % EMULSION ASFALTICA
METODO MARSHALL MODIFICADO / MS - 14

Fecha 05-mar-21

Gradación mortero asfaltico	
Tamaño máximo:	1"

Tamices y aberturas (mm)		Comb. Teórica	Especific.	
			II	
1 1/2"	37.500	100.0		
1"	25.000	100.0	100	100
3/4"	19.000	89.0	80	95
3/8"	9.500	71.1	60	75
# 4	4.750	55.0	47	62
# 8	2.360	43.7	35	50
# 50	0.300	17.5	13	23
# 200	0.075	6.7	3	8

DATOS BASICOS

Peso Especifico del Asfalto	=	1.003	gr/cm3
Concentracion de Emulsion	Agua =	40.5	%
	Asfalto =	59.5	%

PORCENTAJE DE EMULSION

$$P = 0{,}05A + 0{,}1B + 0{,}5C \ * 0{,}7$$

A = 56.3
B = 37.0
C = 6.7

Contenido de Emulsion = 8.9 %

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD **RECUBRIMIENTO DE EMULSION ASFALTICA**	**FECHA:** 08/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera: Matahuasi **UBICACION:** HUANCAYO

Material: Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall

	N° DE BRIQUETAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	EMULSION ASFALTICA	%	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
2	AGUA	%	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
3	PESO DEL AGREGADO	gr	500	500	500	500	500	500	500	500	500
4	PESO DEL AGUA	gr	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00
5	PESO DE LA EMULSION	gr	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
6	TIEMPO DE MEZCLA	min	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00

		% DE RECUB.	ESPECIF. 75% min
% DE AGUA	2.0	45%	No cumple
	3.0	65%	No cumple
	4.0	75%	ok
	5.0	80%	ok
	6.0	80%	ok
	7.0	85%	ok
	8.0	90%	No cumple
	9.0	95%	No cumple
	10.0	100%	No cumple

NOTA: Los porcentajes 2% y 3% no son aceptables porque no cumplen con las especificaciones tecnicas de 75% min para capa de rodadura

Los porcentajes 8%, 9% y 10% no son aceptables porque aunque se encuentren dentro de las especificaciones, tambientienen exceso de agua

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD **ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO** (MTC E204)	**FECHA:** 08/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

Diseño (Emulsion. 8.9 % - W 4%)

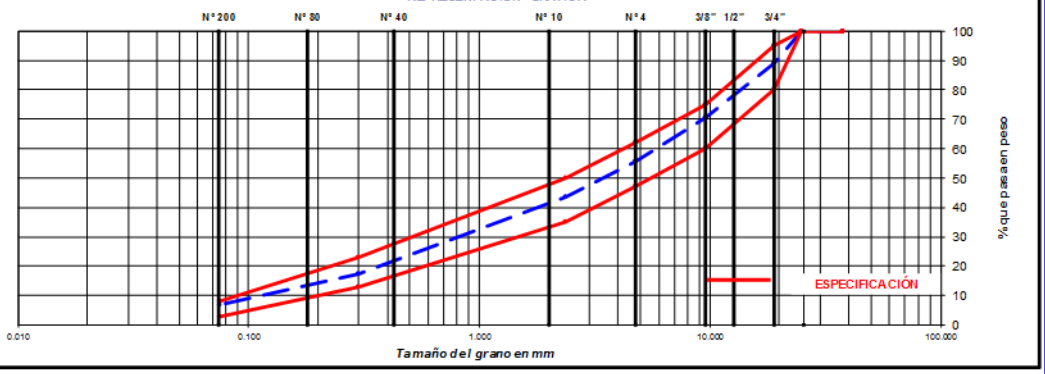
ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 50	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		37.500	25.000	19	9.500	4.750	2.360	0.3	0.075	
PESO RETENIDO	gr.			5500.0	9300.0	7350.0	162.7	355.2	146.4	90.9
RETENIDO PARCIAL	%		0.0	11.0	18.6	14.7	12.0	26.2	10.8	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%		0.0	11.0	29.6	44.3	56.3	82.5	93.3	100.0
PASA	%	100.0	100.0	89.0	70.4	55.7	43.7	17.5	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	100	80 - 95	60 - 75	47 - 62	35 - 50	13 - 23	3 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										
TRAMO ASFALTADO				*MetrosLineales:*						

LAVADO ASFÁLTICO

Peso Mat. S/Lavar	gr.	
Peso Mat. Lavado	gr.	
Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
Peso de Asfalto	gr.	
Peso inicial de Filtro	gr.	
Peso final de Filtro	gr.	
Peso de Filler	gr.	
FRACCIÓN	%	755.2
PESO TOTAL	gr.	50000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	EMULSION DE LA MEZCLA	%	8.9	8.9	8.9	8.9	
2	HUMEDAD DE LA MEZCLA	%	4.0	4.0	4.0	4.0	
3	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	26.97	26.97	26.97		
4	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	63.22	63.22	63.22		
5	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
6	PESO ESPECÍFICO DE LA EMULSION ASFALTICA		1.003	1.003	1.003		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.576	2.576	2.576		
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.625	2.625	2.625		
9	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		2.300	2.300	2.300		
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1214.8	1211.8	1218.4		
11	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1221.4	1218.5	1225.8		
12	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	679.5	676.2	679.1		
13	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	541.9	542.3	546.7		
14	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
15	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
16	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	541.9	542.3	546.7		
17	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.242	2.235	2.229	2.235	
18	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.398	2.398	2.398		
19	VACÍOS (17-16)*100/17	%	6.5	6.8	7.1	6.8	2% - 8%
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.607	2.607	2.607		
21	V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	21.7	21.9	22.1	21.9	
22	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	69.9	68.9	68.1	69.0	
23	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.775	2.775	2.775		
24	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	2.33	2.33	2.33		
25	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.78	6.78	6.78		
26	FLUJO	mm	4.4	4.0	3.9	4.1	
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1033.3	1051.6	1095.7		
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	0.93	0.93	0.93		
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	961	978	1019	986	Min. 226.4
30	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	2184	2445	2613	2414	

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD **ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO** (MTC E204)	**FECHA:** 08/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezda Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

Diseño (Emulsion. 8.9 % - W 5%)

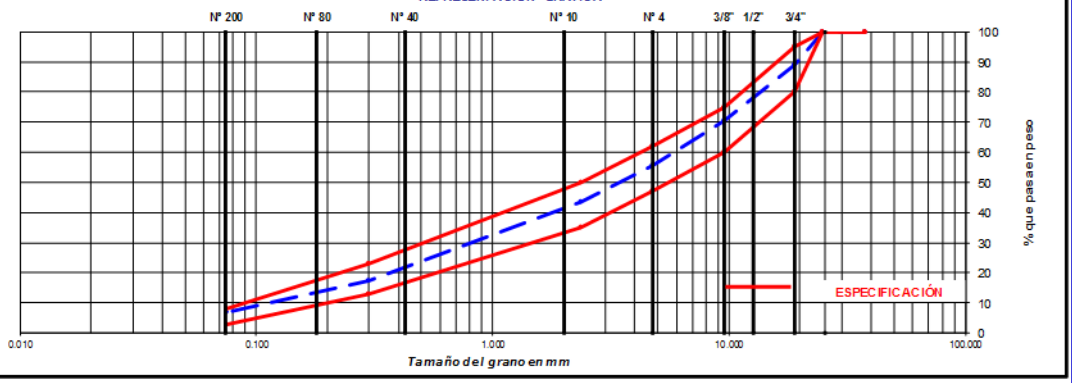
ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 50	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		37.500	25.000	19	9.500	4.750	2.360	0.3	0.075	
PESO RETENIDO	gr.			5500.0	9300.0	7350.0	162.7	355.2	146.4	90.9
RETENIDO PARCIAL	%		0.0	11.0	18.6	14.7	12.0	26.2	10.8	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%		0.0	11.0	29.6	44.3	56.3	82.5	93.3	100.0
PASA	%	100.0	100.0	89.0	70.4	55.7	43.7	17.5	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	100	80 - 95	60 - 75	47 - 62	35 - 50	13 - 23	3 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										
TRAMO ASFALTADO				*Metros Lineales:*						

LAVADO ASFÁLTICO

Peso Mat. S/Lavar	gr.	
Peso Mat. Lavado	gr.	
Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
Peso de Asfalto	gr.	
Peso inicial de Filtro	gr.	
Peso final de Filtro	gr.	
Peso de Filler	gr.	
FRACCIÓN	%	755.2
PESO TOTAL	gr.	50000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	EMULSION DE LA MEZCLA	%	8.9	8.9	8.9	8.9	
2	HUMEDAD DE LA MEZCLA	%	5.0	5.0	5.0	5.0	
3	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	26.97	26.97	26.97		
4	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	63.22	63.22	63.22		
5	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
6	PESO ESPECÍFICO DE LA EMULSION ASFALTICA		1.003	1.003	1.003		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.576	2.576	2.576		
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.625	2.625	2.625		
9	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		2.300	2.300	2.300		
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1217.5	1208.6	1206.9		
11	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1222.7	1213.1	1211.8		
12	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	692.3	678.7	682.7		
13	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	530.4	534.4	529.1		
14	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
15	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
16	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	c.c.	530.4	534.4	529.1		
17	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.295	2.262	2.281	2.279	
18	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.411	2.411	2.411		
19	VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.8	6.2	5.4	5.5	2% - 8%
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.607	2.607	2.607		
21	V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	19.8	21.0	20.3	20.3	
22	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	75.7	70.4	73.3	73.1	
23	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.795	2.795	2.795		
24	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	2.59	2.59	2.59		
25	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.54	6.54	6.54		
26	FLUJO	mm	3.9	5.1	4.6	4.5	
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1073.9	1088.5	1080.1		
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	0.96	0.96	0.96		
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1031	1045	1037	1038	Min. 226.4
30	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	2643	2049	2254	2316	

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E204)

FECHA: 09/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezda Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

Diseño (Emulsion. 8.9 % - W 6%)

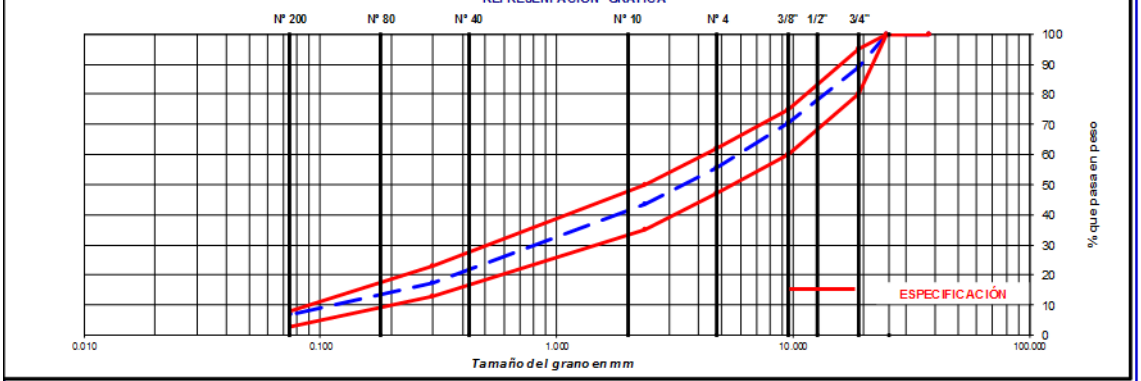
ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 50	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		37.500	25.000	19	9.500	4.750	2.360	0.3	0.075	
PESO RETENIDO	gr.			5500.0	9300.0	7350.0	162.7	355.2	146.4	90.9
RETENIDO PARCIAL	%		0.0	11.0	18.6	14.7	12.0	26.2	10.8	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%		0.0	11.0	29.6	44.3	56.3	82.5	93.3	100.0
PASA	%	100.0	100.0	89.0	70.4	55.7	43.7	17.5	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	100	80 - 95	60 - 75	47 - 62	35 - 50	13 - 23	3 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										
TRAMO ASFALTADO					*Metros Lineales:*					

LAVADO ASFÁLTICO

Peso Mat. S/Lavar	gr.	
Peso Mat. Lavado	gr.	
Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
Peso de Asfalto	gr.	
Peso inicial de Filtro	gr.	
Peso final de Filtro	gr.	
Peso de Filler	gr.	
FRACCIÓN	%	755.2
PESO TOTAL	gr.	50000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	EMULSION DE LA MEZCLA	%	8.9	8.9	8.9	8.9	
2	HUMEDAD DE LA MEZCLA	%	6.0	6.0	6.0	6.0	
3	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	26.97	26.97	26.97		
4	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	63.22	63.22	63.22		
5	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
6	PESO ESPECÍFICO DE LA EMULSION ASFALTICA		1.003	1.003	1.003		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.576	2.576	2.576		
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.625	2.625	2.625		
9	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		2.300	2.300	2.300		
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1218.2	1211.6	1206.8		
11	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1222.4	1215.9	1210.4		
12	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	693.6	692.7	693.0		
13	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	528.8	523.2	517.4		
14	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
15	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
16	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	528.8	523.2	517.4		
17	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.304	2.316	2.332	2.317	
18	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.417	2.417	2.417		
19	VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.7	4.2	3.5	4.1	2% - 8%
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.607	2.607	2.607		
21	V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	19.5	19.1	18.5	19.0	
22	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	75.9	77.9	81.0	78.3	
23	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.804	2.804	2.804		
24	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	2.70	2.70	2.70		
25	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.44	6.44	6.44		
26	FLUJO	mm	5.3	4.9	4.6	4.9	
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	962.8	960.4	917.1		
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	0.96	0.96	1.00		
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	924	922	917	921	Min. 226.4
30	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	1744	1882	1994	1873	

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E204)

FECHA: 09/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezda Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

Diseño (Emulsion. 8.9 % - W 7%)

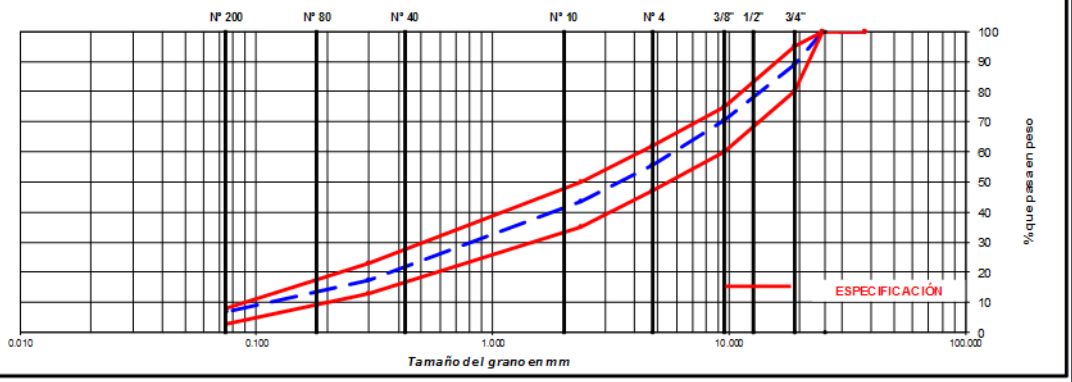
ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 50	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		37.500	25.000	19	9.500	4.750	2.360	0.3	0.075	
PESO RETENIDO	gr.			5500.0	9300.0	7350.0	162.7	355.2	146.4	90.9
RETENIDO PARCIAL	%		0.0	11.0	18.6	14.7	12.0	26.2	10.8	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%		0.0	11.0	29.6	44.3	56.3	82.5	93.3	100.0
PASA	%	100.0	100.0	89.0	70.4	55.7	43.7	17.5	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	100	80 - 95	60 - 75	47 - 62	35 - 50	13 - 23	3 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										
TRAMO ASFALTADO				*Metros Lineales:*						

LAVADO ASFÁLTICO

Peso Mat. S/Lavar	gr.	
Peso Mat. Lavado	gr.	
Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
Peso de Asfalto	gr.	
Peso inicial de Filtro	gr.	
Peso final de Filtro	gr.	
Peso de Filler	gr.	
FRACCIÓN	%	755.2
PESO TOTAL	gr.	50000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	EMULSION DE LA MEZCLA	%	8.9	8.9	8.9	8.9	
2	HUMEDAD DE LA MEZCLA	%	7.0	7.0	7.0	7.0	
3	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	26.97	26.97	26.97		
4	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	63.22	63.22	63.22		
5	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
6	PESO ESPECÍFICO DE LA EMULSION ASFALTICA		1.003	1.003	1.003		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.576	2.576	2.576		
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.625	2.625	2.625		
9	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		2.300	2.300	2.300		
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1218.3	1212.8	1208.6		
11	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1221.9	1215.6	1211.8		
12	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	697.1	696.4	699.2		
13	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	524.8	519.2	512.6		
14	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
15	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
16	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	c.c.	524.8	519.2	512.6		
17	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.321	2.336	2.358	2.338	
18	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.421	2.421	2.421		
19	VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.1	3.5	2.6	3.4	2% - 8%
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.607	2.607	2.607		
21	V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	18.9	18.4	17.6	18.3	
22	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	78.2	80.9	85.2	81.4	
23	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.809	2.809	2.809		
24	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	2.77	2.77	2.77		
25	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.38	6.38	6.38		
26	FLUJO	mm	5.8	5.3	4.5	5.2	
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	900.6	854.2	836.8		
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	0.96	1.00	1.00		
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	865	854	837	852	Min. 226.4
30	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	1491	1612	1860	1654	

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD **ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO** (MTC E204)	**FECHA:** 09/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezda Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

Diseño (Emulsion. 8.9 % - W 4.7%)

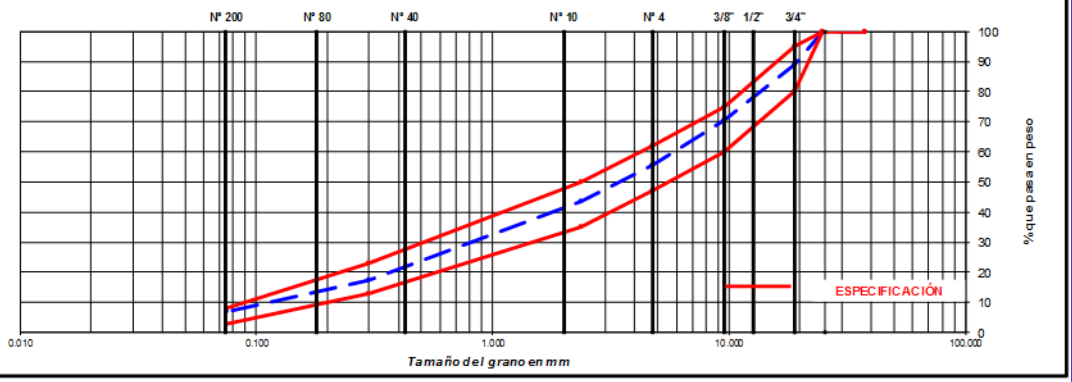
ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 50	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		37.500	25.000	19	9.500	4.750	2.360	0.3	0.075	
PESO RETENIDO	gr.			5500.0	9300.0	7350.0	162.7	355.2	146.4	90.9
RETENIDO PARCIAL	%		0.0	11.0	18.6	14.7	12.0	26.2	10.8	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%		0.0	11.0	29.6	44.3	56.3	82.5	93.3	100.0
PASA	%	100.0	100.0	89.0	70.4	55.7	43.7	17.5	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	100	80 - 95	60 - 75	47 - 62	35 - 50	13 - 23	3 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										
TRAMO ASFALTADO				*Metros Lineales:*						

LAVADO ASFÁLTICO

Peso Mat. S/Lavar	gr.	
Peso Mat. Lavado	gr.	
Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
Peso de Asfalto	gr.	
Peso inicial de Filtro	gr.	
Peso final de Filtro	gr.	
Peso de Filler	gr.	
FRACCIÓN	%	755.2
PESO TOTAL	gr.	50000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	EMULSION DE LA MEZCLA	%	8.9	8.9	8.9	8.9	
2	HUMEDAD	%	4.70	4.70	4.70		
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	26.97	26.97	26.97		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	63.22	63.22	63.22		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
5	PESO ESPECÍFICO DE LA EMULSION ASFALTICA		1.003	1.003	1.003		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.576	2.576	2.576		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.625	2.625	2.625		
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		2.300	2.300	2.300		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1213.8	1219.2	1208.1		
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1219.4	1225.7	1214.3		
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	684.9	685.9	681.6		
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	534.5	539.8	532.7		
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	534.5	539.8	532.7		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	**2.271**	**2.259**	**2.268**	**2.266**	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		**2.408**	**2.408**	**2.408**		
18	VACÍOS (17-16)*100/17	%	**5.7**	**6.2**	**5.8**	**5.9**	**2% - 8%**
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.607	2.607	2.607		
20	V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	**20.6**	**21.1**	**20.7**	**20.8**	
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	**72.4**	**70.5**	**71.9**	**71.6**	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.790	2.790	2.790		
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	2.53	2.53	2.53		
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.59	6.59	6.59		
25	FLUJO	mm	**4.0**	**4.5**	**4.7**	**4.4**	
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1095.8	1138.7	1091.6		
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	0.96	0.93	0.96		
28	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	**1052**	**1059**	**1048**	**1053**	**Min. 226.4**
29	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	**2630**	**2353**	**2230**	**2404**	

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Steven A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD **ESTABILIDAD RETENIDA E ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS**	FECHA: 10/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezda Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario

DATOS DE LA MUESTRA

Ubicación: Huancayo

Cantera: Matahuasi

Material: Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall

ESTABILIDAD RETENIDA

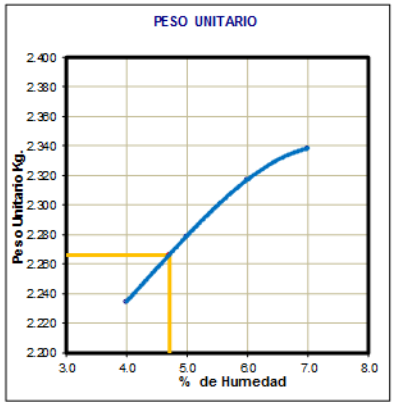
BRIQUETA	Nº	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
Golpes	Nº	75	75	75		75	75	75	
Emulsion asfáltica	%	8.90	8.90	8.90		8.90	8.90	8.90	
Humedad	%	4.70	4.70	4.70		4.70	4.70	4.70	
Peso de la briqueta al aire	gr	1213.8	1219.2	1208.1		1202.8	1208.3	1201.5	
Peso de la briqueta	gr	1219.4	1225.7	1214.3		1205.4	1210.7	1206.2	
Peso de briqueta	gr	684.9	685.9	681.6		662.5	663.2	659.5	
Volumen de la briqueta	cc	534.5	539.8	532.7		542.9	547.5	546.7	
Peso de la parafina	gr	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la parafina	cc	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la briqueta	cc	534.5	539.8	532.7		542.9	547.5	546.7	
Peso especifico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.271	2.259	2.268		2.216	2.207	2.198	
Flujo	mm	4.00	4.50	4.70	**4.4**	0.00	0.00	0.00	0.0
Estabilidad sin corregir	kg	1095.80	1138.70	1091.60		715.5	730.4	711.2	
Factor de corrección		0.96	0.93	0.96		0.93	0.89	0.93	
Estabilidad corregida	kg	1052	1059	1048	**1053**	665	650	661	**659**
ESTABILIDAD RETENIDA	%	62.6							

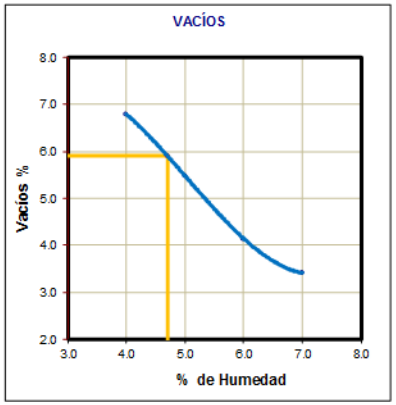
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

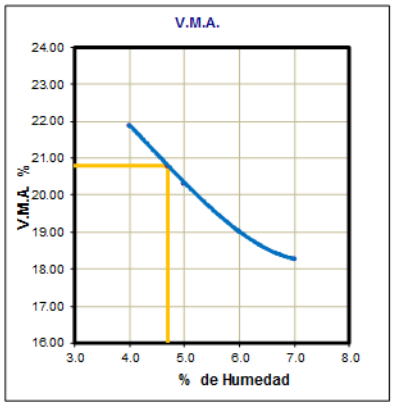
Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD **DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MAF 2**	FECHA: 11/03/2021

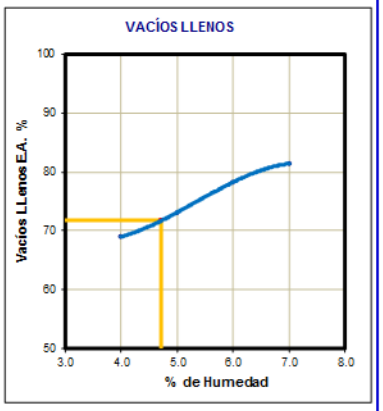
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

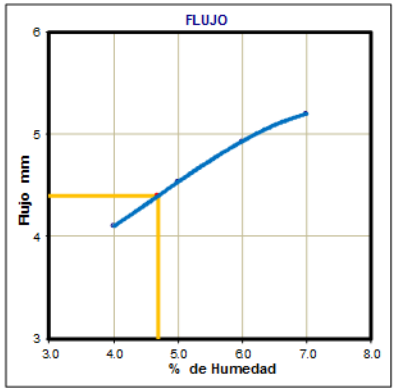
NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**
UBICACIÓN:	Huancayo

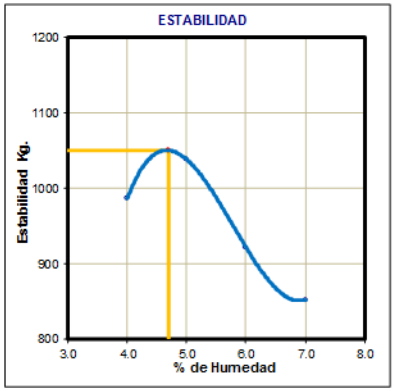












RESUMEN DE RESULTADOS

	- 0.3%	ÓPTIMO %C.A.	+ 0.3%	ESPECIFIC.
GOLPES POR LADO	75	75	75	75
EMULSION ASFALTICA	8.60	8.90	9.20	(+/- 0.3%)
PESO UNITARIO	2.259	2.266	2.273	
VACIOS	5.6	5.9	6.2	2 - 8
V.M.A.	20.5	20.8	21.1	
VACIOS LLENOS CON C.A.	71.3	71.6	71.9	
FLUJO	4.10	4.40	4.70	
ESTABILIDAD	1021	1053	1085	Min. 226.4
ESTABILIDAD / FLUJO	2332	2404	2476	
ESTABILIDAD RETENEDIDA	60	63	66	

DOSIFICACIÓN	
Grava triturada 3/4"	47.0%
Arena triturada 1/4"	38.0%
Arena natural	14.0%
Filler (Cal Hidratada)	1.0%
Emulsion asfáltico	8.90%
Humedad	4.70%

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	REGISTRO DE CONTROL CONTROL DE CALIDAD DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-210	FECHA: 12/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: **Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera: Matahuasi **Ubicación:** Huancayo

Material: Combinacion Fisica de Agregado Para Densidad Teorica Maxima

DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE

ENSAYO	Nº	1	2	3	4		OPTIMO	
Emulsion Asfáltica	%	8.9	8.9	8.9	8.9		8.9	
Humedad	%	4.0	5.0	6.0	7.0		4.7	
Peso del material	gr	1549.7	1578.5	1583.4	1559.6		1565.4	
Peso del agua + frasco Rice	gr	6750.0	6750.0	6750.0	6750.0		6750.0	
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	8290.0	8290.0	8290.0	8290.0		8290.0	
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	7643.7	7635.4	7635.0	7645.8		7640.0	
Volumen del material	cc	646.3	654.6	655.0	644.2		650.0	
Peso Específico Máximo	gr/cc	**2.398**	**2.411**	**2.417**	**2.421**		**2.408**	
Temperatura de ensayo	°C	25	25	25	25		25	
Grava triturada 3/4"	%	47.0	47.0	47.0	47.0		47.0	
Arena triturada 1/4"	%	38.0	38.0	38.0	38.0		38.0	
Arena natural	%	14.0	14.0	14.0	14.0		14.0	
Filler (Cal Hidratada)	%	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	
Tiempo de ensayo	Min.	15	15	15	15		15	

Observaciones:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	REGISTRO DE CONTROL CONTROL DE CALIDAD EFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO	FECHA : 15/03/21

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario — **UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

Fecha 16/03/2021

	Nº Probetas			A	B	C		A	B	C	
	% Emulsion Asfaltica: 8.90% Nº golpes por cara: 75			Grupo Saturado				Grupo Seco			
A	Diametro		cm	10.17	10.17	10.17		10.17	10.17	10.17	
B	Espesor		cm	6.30	6.25	6.14		6.17	6.28	6.20	
C	Peso Probeta al Aire		gr	1212.5	1211.5	1214.0		1212.4	1213.0	1211.1	
D	Peso de la Probeta Saturada		gr	1219.2	1216.8	1219.6		1219.8	1218.4	1219.7	
E	Peso de la Probeta en el Agua		gr	685.8	681.0	684.0		683.5	683.2	686.4	
F	Volumen de la Probeta	(D-E)	cc	533.4	535.8	535.6		536.3	535.2	533.3	
G	Peso Especifico Bulk de la Probeta	(C-F)	gr/cc	2.273	2.261	2.266		2.261	2.266	2.271	
H	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	2.408	2.408	2.408		2.408	2.408	2.408	
I	% Vacios	100*((H-G)/H)	%	5.60	6.10	5.88	5.86	6.12	5.88	5.69	5.90
J	Volumen de Vacios	(F*I)/100	cc	29.87	32.68	31.50		32.81	31.46	30.35	
	CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60ºc y 2Hrs. a T° Ambiente										
K	Espesor		cm	6.27	6.21	6.10					
X	Carga de Tracción Indirecta		kg	290	294	288		524	512	509	
Y	Resistencia Seca	(2*X)/(A*B*π)	kg/cm^2					5.3	5.1	5.1	5.2
Z	Resistencia Humedad	(2*X)/(A*Q*π)	kg/cm^2	2.9	3.0	3.0	2.9				
	Resistencia Retenida										
	Daños en la Mezcla										
	TSR		%	56.7							

Observaciones
TSR = 50% minimo

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Ing. Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

GeosciencES	**REGISTRO DE CONTROL** **CONTROL DE CALIDAD** **DESGASTE DE MEZCLAS BITUMINOSAS POR METODO DE CANTABRO**	**FECHA:** 22/03/202

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE: Heredia Flores Rosario	**UBICACIÓN:** Huancayo

Material	:	Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación	:	Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica	:	CSS - 1H

	Nº Probetas			**01**	**02**	**03**	**04**	**Promedio**
	% Emulsion Asfaltica:	8.90%						
A	Nº golpes por cara:	75						
B	Peso Probeta al Aire		gr	1213.6	1219.5	1209.4	1210.8	
C	Peso de la Probeta Saturada		gr	1218.4	1224.2	1214.8	1215.9	
D	Peso de la Probeta en el Agua		gr	681.7	682.6	684.4	692.5	
E	Volumen de la Probeta	**(B-C)**	cc	536.7	541.6	530.4	523.4	
F	Peso Especifico Bulk de la Probeta	**(B/D)**	gr/cc	2.261	2.251	2.280	2.313	
G	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	**2.408**	**2.408**	**2.408**	**2.453**	
H	% Vacios	**100*((F-E)/F)**	%	6.10	6.50	5.30	5.70	**5.90**
I	Peso Inicial		gr	1213.6	1219.5	1209.4	1210.8	
J	Peso 100 vueltas		gr	1115.5	1122.8	1112.6	1115.9	
K	Peso 200 vueltas		gr	1081.1	1085.4	1075.4	1075.6	
L	Peso 300 vueltas		gr	1043.7	1050.8	1035.1	1040.3	
M	100 vueltas		%	8.1	7.9	8.0	7.8	
N	200 vueltas		%	10.9	11.0	11.1	11.2	
O	300 vueltas		%	14.0	13.8	14.4	14.1	
	Desgaste por metodo de cantabro		%	**14.1%**				

Observaciones:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

MODIFICADO

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD **ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO** (MTC E204)	**FECHA:** 29/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezda Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

Diseño (Emulsion. 8.9 % - W 4.7% - PAÉ 0.5%)

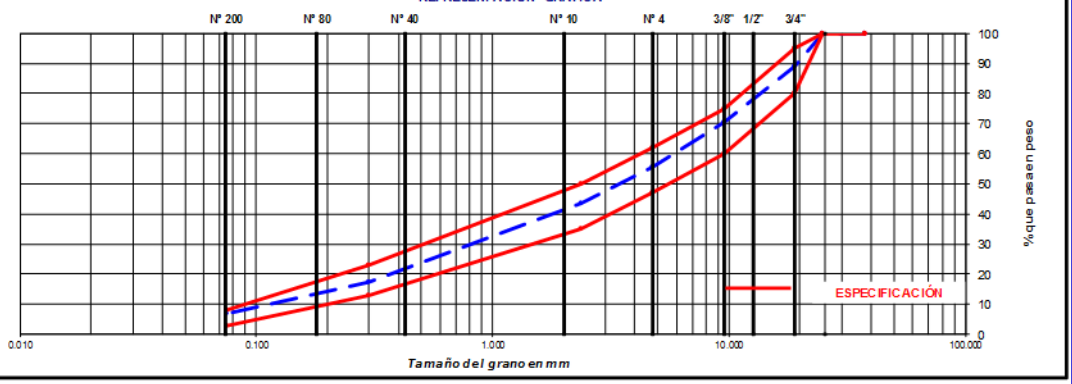
ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 50	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		37.500	25.000	19	9.500	4.750	2.360	0.3	0.075	
PESO RETENIDO	gr.			5500.0	9300.0	7350.0	162.7	355.2	146.4	90.9
RETENIDO PARCIAL	%		0.0	11.0	18.6	14.7	12.0	26.2	10.8	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%		0.0	11.0	29.6	44.3	56.3	82.5	93.3	100.0
PASA	%	100.0	100.0	89.0	70.4	55.7	43.7	17.5	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	100	80 - 95	60 - 75	47 - 62	35 - 50	13 - 23	3 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										
TRAMO ASFALTADO				*Metros Lineales:*						

LAVADO ASFÁLTICO

Peso Mat. S/Lavar	gr.	
Peso Mat. Lavado	gr.	
Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
Peso de Asfalto	gr.	
Peso inicial de Filtro	gr.	
Peso final de Filtro	gr.	
Peso de Filler	gr.	
FRACCIÓN	%	755.2
PESO TOTAL	gr.	50000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	EMULSION DE LA MEZCLA	%	8.9	8.9	8.9	8.9	
2	HUMEDAD	%	4.70	4.70	4.70		
3	POLIESTIRENO EXPANDIDO - ACETATO DE ETILO (PAÉ)	%	0.50	0.50	0.50		
4	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	26.97	26.97	26.97		
5	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	63.22	63.22	63.22		
6	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
7	PESO ESPECÍFICO DE LA EMULSION ASFALTICA		1.003	1.003	1.003		
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.576	2.576	2.576		
9	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.625	2.625	2.625		
10	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		2.300	2.300	2.300		
11	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1211.9	1210.8	1209.2		
12	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1216.8	1215.5	1214.7		
13	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	687.6	682.3	684.5		
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	529.2	533.2	530.2		
15	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.	0.0	0.0	0.0		
16	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.	0.0	0.0	0.0		
17	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	529.2	533.2	530.2		
18	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.290	2.271	2.281	2.281	
19	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.408	2.408	2.408		
20	VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.9	5.7	5.3	5.3	2% - 8%
21	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.607	2.607	2.607		
22	V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	20.0	20.6	20.3	20.3	
23	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	75.4	72.3	73.9	73.9	
24	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.790	2.790	2.790		
25	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	2.53	2.53	2.53		
26	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.59	6.59	6.59		
27	FLUJO	mm	4.0	4.5	4.3	4.3	
28	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1101.4	1104.1	1102.2		
29	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	0.96	0.96	0.96		
30	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1057	1060	1058	1058	Min. 226.4
31	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	2643	2355	2461	2486	

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 204003

Geosciences	REGISTRO DE CONTROL CONTROL DE CALIDAD	
	ESTABILIDAD RETENIDA E ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS	FECHA: 01/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario

DATOS DE LA MUESTRA

Ubicación: Huancayo

Cantera: Matahuasi

Material: Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall

ESTABILIDAD RETENIDA

BRIQUETA	Nº	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
Golpes	Nº	75	75	75		75	75	75	
Emulsion asfáltica	%	8.90	8.90	8.90		8.90	8.90	8.90	
Humedad	%	4.70	4.70	4.70		4.70	4.70	4.70	
Poliestireno Expandido - Acetato de Etilo (PAE)	%	0.50	0.50	0.50		0.50	0.50	0.50	
Peso de la briqueta al aire	gr	1211.9	1210.8	1209.2		1206.4	1204.7	1205.6	
Peso de la briqueta	gr	1216.8	1215.5	1214.7		1210.5	1208.5	1209.5	
Peso de briqueta	gr	687.6	682.3	684.5		681.6	681.1	642.2	
Volumen de la briqueta	cc	529.2	533.2	530.2		528.9	527.4	567.3	
Peso de la parafina	gr	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
Volumen de la parafina	cc	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
Volumen de la briqueta	cc	529.2	533.2	530.2		528.9	527.4	567.3	
Peso especifico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.290	2.271	2.281		2.281	2.284	2.125	
Flujo	mm	4.00	4.50	4.30	**4.3**	0.000	0.000	0.000	0.00
Estabilidad sin corregir	kg	1101.40	1104.10	1102.20		725.1	717.7	810.6	
Factor de corrección		0.96	0.96	0.96		0.96	0.96	0.86	
Estabilidad corregida	kg	1057	1060	1058	**1058**	696	689	697	**694**
ESTABILIDAD RETENIDA	%	**65.6**							

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD **ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO** (MTC E204)	**FECHA:** 29/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezda Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

Diseño (Emulsion. 8.9 % - W 4.7% - PAÊ 1%)

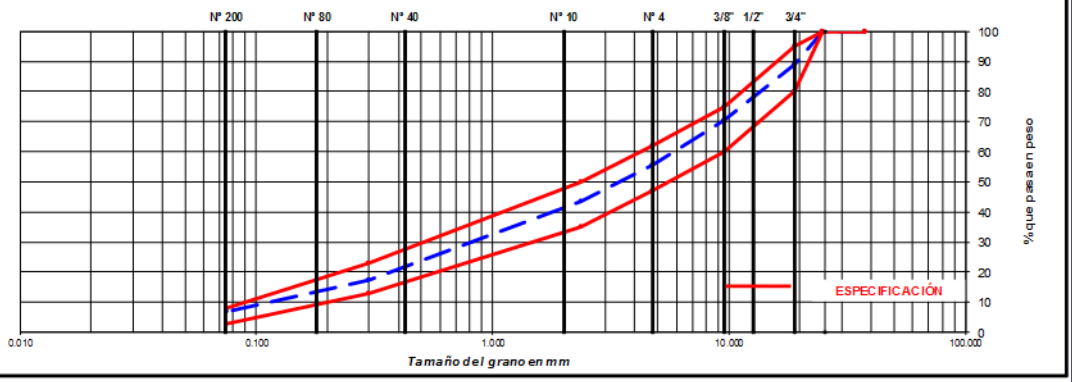
ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 50	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		37.500	25.000	19	9.500	4.750	2.360	0.3	0.075	
PESO RETENIDO	gr.			5500.0	9300.0	7350.0	162.7	355.2	146.4	90.9
RETENIDO PARCIAL	%		0.0	11.0	18.6	14.7	12.0	26.2	10.8	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%		0.0	11.0	29.6	44.3	56.3	82.5	93.3	100.0
PASA	%	100.0	100.0	89.0	70.4	55.7	43.7	17.5	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	100	80 - 95	60 - 75	47 - 62	35 - 50	13 - 23	3 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										
TRAMO ASFALTADO				*Metros Lineales:*						

LAVADO ASFÁLTICO

Peso Mat. S/Lavar	gr.	
Peso Mat. Lavado	gr.	
Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
Peso de Asfalto	gr.	
Peso inicial de Filtro	gr.	
Peso final de Filtro	gr.	
Peso de Filler	gr.	
FRACCIÓN	%	755.2
PESO TOTAL	gr.	50000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	EMULSION DE LA MEZCLA	%	8.9	8.9	8.9	8.9	
2	HUMEDAD	%	4.70	4.70	4.70		
3	POLIESTIRENO EXPANDIDO - ACETATO DE ETILO (PAÊ)	%	1.00	1.00	1.00		
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	26.97	26.97	26.97		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA <Nº 4	%	63.22	63.22	63.22		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
5	PESO ESPECÍFICO DE LA EMULSION ASFALTICA		1.003	1.003	1.003		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.576	2.576	2.576		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.625	2.625	2.625		
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		2.300	2.300	2.300		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1207.9	1214.2	1212.8		
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1211.7	1218.6	1216.8		
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	687.6	689.0	687.3		
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	524.1	529.6	529.5		
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	524.1	529.6	529.5		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.305	2.293	2.290	2.296	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.408	2.408	2.408		
18	VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.3	4.8	4.9	4.7	2% - 8%
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.607	2.607	2.607		
20	V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	19.5	19.9	20.0	19.8	
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	77.9	75.8	75.4	76.4	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.790	2.790	2.790		
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	2.53	2.53	2.53		
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.59	6.59	6.59		
25	FLUJO	mm	3.9	4.2	4.3	4.1	
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1107.2	1113.5	1115.5		
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	0.96	0.96	0.96		
28	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1063	1069	1071	1068	Min. 226.4
29	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	2725	2545	2490	2587	

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD	
	ESTABILIDAD RETENIDA E ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS	FECHA: 01/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

		Ubicación:	Huancayo
Cantera:	Matahuasi		
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

ESTABILIDAD RETENIDA

BRIQUETA	Nº	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
Golpes	Nº	75	75	75		75	75	75	
Emulsion asfáltica	%	8.90	8.90	8.90		8.90	8.90	8.90	
Humedad	%	4.70	4.70	4.70		4.70	4.70	4.70	
Poliestireno Expandido - Acetato de Etilo (PAÊ)	%	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	
Peso de la briqueta al aire	gr	1207.9	1214.2	1212.8		1204.6	1211.1	1210.2	
Peso de la briqueta	gr	1211.7	1218.6	1216.8		1208.8	1215.6	1214.3	
Peso de briqueta	gr	687.6	689.0	687.3		669.7	669.5	664.8	
Volumen de la briqueta	cc	524.1	529.6	529.5		539.1	546.1	549.5	
Peso de la parafina	gr	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la parafina	cc	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la briqueta	cc	524.1	529.6	529.5		539.1	546.1	549.5	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.305	2.293	2.290		2.234	2.218	2.202	
Flujo	mm	3.90	4.20	4.30	**4.1**	0.000	0.000	0.000	0.0
Estabilidad sin corregir	kg	1107.20	1113.50	1115.50		781.4	794.4	825.2	
Factor de corrección		0.96	0.96	0.96		0.93	0.93	0.89	
Estabilidad corregida	kg	1063	1069	1071	**1068**	727	739	734	**733**
ESTABILIDAD RETENIDA	%	**68.7**							

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD **ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO** (MTC E204)	**FECHA:** 29/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezda Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

Diseño (Emulsion. 8.9 % - W 4.7% - PAÉ 1.5%)

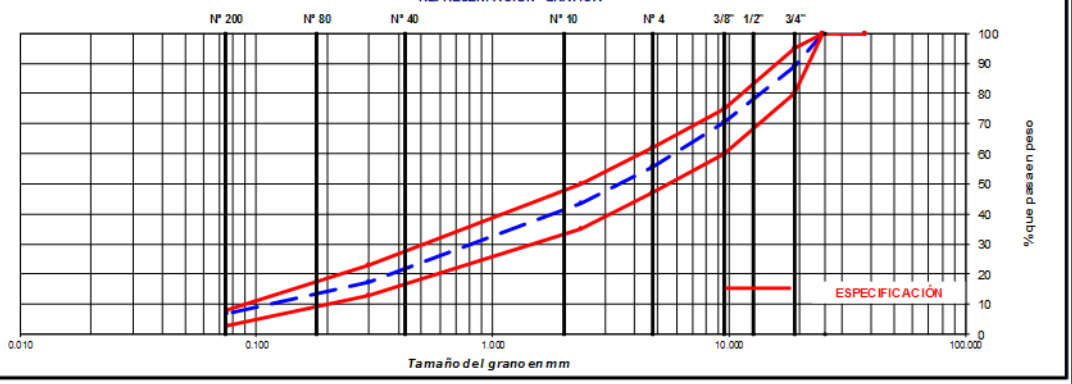
ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 50	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		37.500	25.000	19	9.500	4.750	2.360	0.3	0.075	
PESO RETENIDO	gr.			5500.0	9300.0	7350.0	162.7	355.2	146.4	90.9
RETENIDO PARCIAL	%		0.0	11.0	18.6	14.7	12.0	26.2	10.8	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%		0.0	11.0	29.6	44.3	56.3	82.5	93.3	100.0
PASA	%	100.0	100.0	89.0	70.4	55.7	43.7	17.5	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	100	80 - 95	60 - 75	47 - 62	35 - 50	13 - 23	3 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										
TRAMO ASFALTADO				*Metros Lineales:*						

LAVADO ASFÁLTICO

Peso Mat. S/Lavar	gr.	
Peso Mat. Lavado	gr.	
Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
Peso de Asfalto	gr.	
Peso inicial de Filtro	gr.	
Peso final de Filtro	gr.	
Peso de Filler	gr.	
FRACCIÓN	%	755.2
PESO TOTAL	gr.	50000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	EMULSION DE LA MEZCLA	%	8.9	8.9	8.9	8.9	
2	HUMEDAD	%	4.70	4.70	4.70		
3	POLIESTIRENO EXPANDIDO - ACETATO DE ETILO (PAÉ)	%	1.50	1.50	1.50		
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	26.97	26.97	26.97		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	63.22	63.22	63.22		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
5	PESO ESPECÍFICO DE LA EMULSION ASFALTICA		1.003	1.003	1.003		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.576	2.576	2.576		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.625	2.625	2.625		
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		2.300	2.300	2.300		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1219.7	1206.5	1209.6		
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1223.0	1210.2	1213.1		
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	692.6	687.2	691.5		
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	530.4	523.0	521.6		
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	530.4	523.0	521.6		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.300	2.307	2.319	2.308	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.408	2.408	2.408		
18	VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.5	4.2	3.7	4.1	2% - 8%
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.607	2.607	2.607		
20	V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	19.6	19.4	19.0	19.3	
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	77.0	78.3	80.4	78.6	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.790	2.790	2.790		
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	2.53	2.53	2.53		
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.59	6.59	6.59		
25	FLUJO	mm	4.3	3.7	3.3	3.8	
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1129.4	1115.4	1109.5		
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	0.96	0.96	1.00		
28	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1084	1071	1110	1088	Min. 226.4
29	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	2521	2894	3362	2926	

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	REGISTRO DE CONTROL CONTROL DE CALIDAD	
	ESTABILIDAD RETENIDA E ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS	FECHA: 01/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

		Ubicación:	Huancayo
Cantera:	Matahuasi		
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

ESTABILIDAD RETENIDA

BRIQUETA	Nº	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
Golpes	Nº	75	75	75		75	75	75	
Emulsion asfáltica	%	8.90	8.90	8.90		8.90	8.90	8.90	
Humedad	%	4.70	4.70	4.70		4.70	4.70	4.70	
Poliestireno Expandido - Acetato de Etilo (PAÉ)	%	1.50	1.50	1.50		1.50	1.50	1.50	
Peso de la briqueta al aire	gr	1219.7	1206.5	1209.6		1210.6	1202.4	1206.7	
Peso de la briqueta	gr	1223.0	1210.2	1213.1		1213.8	1205.6	1209.4	
Peso de briqueta	gr	692.6	687.2	691.5		659.6	661.2	664.8	
Volumen de la briqueta	cc	530.4	523.0	521.6		554.2	544.4	544.6	
Peso de la parafina	gr	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la parafina	cc	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la briqueta	cc	530.4	523.0	521.6		554.2	544.4	544.6	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.300	2.307	2.319		2.184	2.209	2.216	
Flujo	mm	4.30	3.70	3.30	**3.8**	0.0	0.0	0.0	0.0
Estabilidad sin corregir	kg	1129.40	1115.40	1109.50		879.8	832.3	838.7	
Factor de corrección		0.96	0.96	1.00		0.89	0.93	0.93	
Estabilidad corregida	kg	1084	1071	1110	**1088**	783	774	780	**779**
ESTABILIDAD RETENIDA	%	**71.6**							

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Samabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD **ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO** (MTC E204)	**FECHA:** 30/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezda Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

Diseño (Emulsion. 8.9 % - W 4.7% - PAÊ 2%)

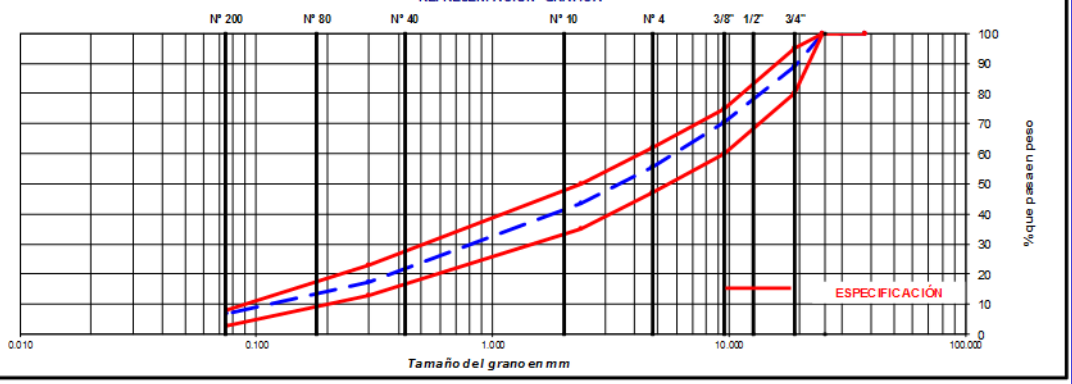
ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 50	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		37.500	25.000	19	9.500	4.750	2.360	0.3	0.075	
PESO RETENIDO	gr.			5500.0	9300.0	7350.0	162.7	355.2	146.4	90.9
RETENIDO PARCIAL	%		0.0	11.0	18.6	14.7	12.0	26.2	10.8	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%		0.0	11.0	29.6	44.3	56.3	82.5	93.3	100.0
PASA	%	100.0	100.0	89.0	70.4	55.7	43.7	17.5	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	100	80 - 95	60 - 75	47 - 62	35 - 50	13 - 23	3 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										
TRAMO ASFALTADO				*Metros Lineales:*						

LAVADO ASFÁLTICO

Peso Mat. S/Lavar	gr.	
Peso Mat. Lavado	gr.	
Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
Peso de Asfalto	gr.	
Peso inicial de Filtro	gr.	
Peso final de Filtro	gr.	
Peso de Filler	gr.	
FRACCIÓN	%	755.2
PESO TOTAL	gr.	50000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	EMULSION DE LA MEZCLA	%	8.9	8.9	8.9	8.9	
2	HUMEDAD	%	4.70	4.70	4.70		
3	POLIESTIRENO EXPANDIDO - ACETATO DE ETILO (PAÊ)	%	2.00	2.00	2.00		
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	26.97	26.97	26.97		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	63.22	63.22	63.22		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
5	PESO ESPECÍFICO DE LA EMULSION ASFALTICA		1.003	1.003	1.003		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.576	2.576	2.576		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.625	2.625	2.625		
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		2.300	2.300	2.300		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1210.6	1208.3	1218.9		
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1213.9	1211.8	1221.9		
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	693.0	694.4	695.7		
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	520.9	517.4	526.2		
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	520.9	517.4	526.2		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.324	2.335	2.316	2.325	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.408	2.408	2.408		
18	VACÍOS (17-16)*100/17	%	3.5	3.0	3.8	3.4	2% - 8%
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.607	2.607	2.607		
20	V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	18.8	18.4	19.0	18.7	
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	81.4	83.5	80.0	81.6	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.790	2.790	2.790		
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	2.53	2.53	2.53		
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.59	6.59	6.59		
25	FLUJO	mm	3.6	2.9	4.1	3.5	
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1105	1101.1	1150.4		
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	0.96		
28	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1105	1101	1104	1103	Min. 226.4
29	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3069	3797	2694	3187	

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	REGISTRO DE CONTROL CONTROL DE CALIDAD	
	ESTABILIDAD RETENIDA E ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS	FECHA: 01/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

		Ubicación:	Huancayo
Cantera:	Matahuasi		
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

ESTABILIDAD RETENIDA

BRIQUETA	N°	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
Golpes	N°	75	75	75		75	75	75	
Emulsion asfáltica	%	8.90	8.90	8.90		8.90	8.90	8.90	
Humedad	%	4.70	4.70	4.70		4.70	4.70	4.70	
Poliestireno Expandido - Acetato de Etilo (PAÉ)	%	2.00	2.00	2.00		2.00	2.00	2.00	
Peso de la briqueta al aire	gr	1210.6	1208.3	1218.9		1207.5	1203.3	1209.4	
Peso de la briqueta	gr	1213.9	1211.8	1221.9		1210.7	1206.9	1212.6	
Peso de briqueta	gr	693.0	694.4	695.7		662.5	667.5	664.8	
Volumen de la briqueta	cc	520.9	517.4	526.2		548.2	539.4	547.8	
Peso de la parafina	gr	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la parafina	cc	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la briqueta	cc	520.9	517.4	526.2		548.2	539.4	547.8	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.324	2.335	2.316		2.203	2.231	2.208	
Flujo	mm	3.60	2.90	4.10	**3.5**	0.00	0.00	0.00	0.0
Estabilidad sin corregir	kg	1105.00	1101.10	1150.40		923.9	881.7	930.3	
Factor de corrección		1.00	1.00	0.96		0.89	0.93	0.89	
Estabilidad corregida	kg	1105	1101	1104	**1103**	822	820	828	**823**
ESTABILIDAD RETENIDA	%	**74.6**							

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD **ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO** (MTC E204)	**FECHA:** 30/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezda Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

Diseño (Emulsion. 8.9 % - W 4.7% - PAÉ 2.5%)

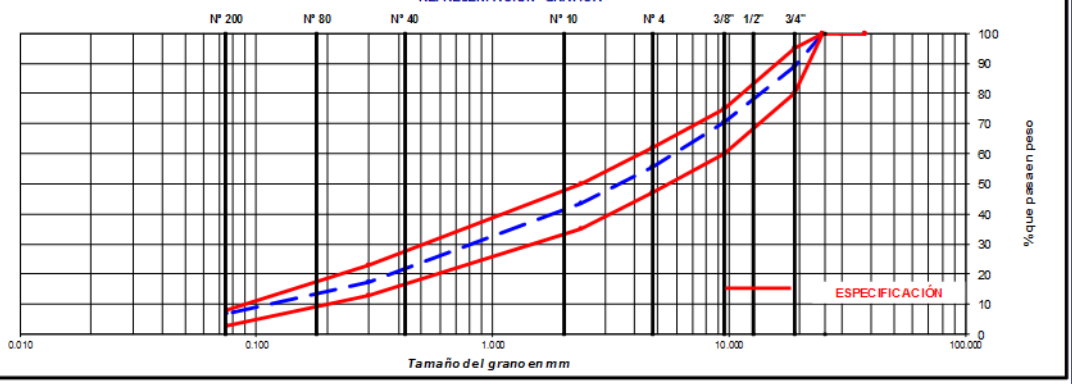
ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 50	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		37.500	25.000	19	9.500	4.750	2.360	0.3	0.075	
PESO RETENIDO	gr.			5500.0	9300.0	7350.0	162.7	355.2	146.4	90.9
RETENIDO PARCIAL	%		0.0	11.0	18.6	14.7	12.0	26.2	10.8	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%		0.0	11.0	29.6	44.3	56.3	82.5	93.3	100.0
PASA	%	100.0	100.0	89.0	70.4	55.7	43.7	17.5	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	100	80 - 95	60 - 75	47 - 62	35 - 50	13 - 23	3 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										
TRAMO ASFALTADO				*Metros Lineales:*						

LAVADO ASFÁLTICO

Peso Mat. S/Lavar	gr.	
Peso Mat. Lavado	gr.	
Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
Peso de Asfalto	gr.	
Peso inicial de Filtro	gr.	
Peso final de Filtro	gr.	
Peso de Filler	gr.	
FRACCIÓN	%	755.2
PESO TOTAL	gr.	50000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	EMULSION DE LA MEZCLA	%	8.9	8.9	8.9	8.9	
2	HUMEDAD	%	4.70	4.70	4.70		
3	POLIESTIRENO EXPANDIDO - ACETATO DE ETILO (PAÉ)	%	2.50	2.50	2.50		
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	26.97	26.97	26.97		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	63.22	63.22	63.22		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
5	PESO ESPECÍFICO DE LA EMULSION ASFALTICA		1.003	1.003	1.003		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.576	2.576	2.576		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.625	2.625	2.625		
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		2.300	2.300	2.300		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1219.1	1215.1	1206.8		
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1221.8	1217.6	1208.9		
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	703.9	698.5	691.4		
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	517.9	519.1	517.5		
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	517.9	519.1	517.5		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.354	2.341	2.332	2.342	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.408	2.408	2.408		
18	VACÍOS (17-16)*100/17	%	2.3	2.8	3.2	2.7	2% - 8%
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.607	2.607	2.607		
20	V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	17.7	18.2	18.5	18.1	
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	87.3	84.6	82.9	84.9	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.790	2.790	2.790		
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	2.53	2.53	2.53		
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.59	6.59	6.59		
25	FLUJO	mm	3.0	3.3	3.4	3.2	
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1128	1136	1142		
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
28	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1128	1136	1142	1135	Min. 226.4
29	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3760	3442	3359	3520	

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	REGISTRO DE CONTROL CONTROL DE CALIDAD **ESTABILIDAD RETENIDA E ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS**	FECHA: 01/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: **Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Ubicación: Huancayo

Cantera: Matahuasi

Material: Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall

ESTABILIDAD RETENIDA

BRIQUETA	Nº	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
Golpes	Nº	75	75	75		75	75	75	
Emulsion asfáltica	%	8.90	8.90	8.90		8.90	8.90	8.90	
Humedad	%	4.70	4.70	4.70		4.70	4.70	4.70	
Poliestireno Expandido - Acetato de Etilo (PAÉ)	%	2.50	2.50	2.50		2.50	2.50	2.50	
Peso de la briqueta al aire	gr	1219.1	1215.1	1206.8		1214.8	1212.5	1208.3	
Peso de la briqueta	gr	1221.8	1217.6	1208.9		1217.6	1215.2	1211.5	
Peso de briqueta	gr	703.9	698.5	691.4		691.5	674.2	681.2	
Volumen de la briqueta	cc	517.9	519.1	517.5		526.1	541	530.3	
Peso de la parafina	gr	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la parafina	cc	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la briqueta	cc	517.9	519.1	517.5		526.1	541.0	530.3	
Peso especifico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.354	2.341	2.332		2.309	2.241	2.279	
Flujo	mm	3.00	3.30	3.40	**3.2**	0.00	0.00	0.00	0.0
Estabilidad sin corregir	kg	1128.00	1136.00	1142.00		920.8	948.4	914.6	
Factor de corrección		1.00	1.00	1.00		0.96	0.93	0.96	
Estabilidad corregida	kg	1128	1136	1142	**1135**	884	882	878	**881**
ESTABILIDAD RETENIDA	%	**77.6**							

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E204)

FECHA: 30/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezda Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

Diseño (Emulsion. 8.9 % - W 4.7% - PAÊ 3%)

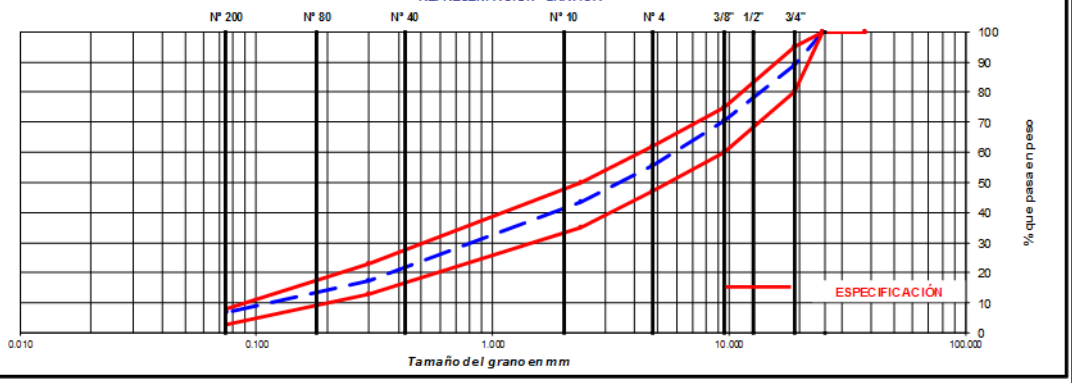
ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 50	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		37.500	25.000	19	9.500	4.750	2.360	0.3	0.075	
PESO RETENIDO	gr.			5500.0	9300.0	7350.0	162.7	355.2	146.4	90.9
RETENIDO PARCIAL	%		0.0	11.0	18.6	14.7	12.0	26.2	10.8	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%		0.0	11.0	29.6	44.3	56.3	82.5	93.3	100.0
PASA	%	100.0	100.0	89.0	70.4	55.7	43.7	17.5	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	100	80 - 95	60 - 75	47 - 62	35 - 50	13 - 23	3 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										
TRAMO ASFALTADO				*Metros Lineales:*						

LAVADO ASFÁLTICO

Peso Mat. S/Lavar	gr.	
Peso Mat. Lavado	gr.	
Peso Mat. Lav. +Filtro	gr.	
Peso de Asfalto	gr.	
Peso inicial de Filtro	gr.	
Peso final de Filtro	gr.	
Peso de Filler	gr.	
FRACCIÓN	%	755.2
PESO TOTAL	gr.	50000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	EMULSION DE LA MEZCLA	%	8.9	8.9	8.9	8.9	
2	HUMEDAD	%	4.70	4.70	4.70		
3	POLIESTIRENO EXPANDIDO - ACETATO DE ETILO (PAÊ)	%	3.00	3.00	3.00		
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	26.97	26.97	26.97		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA <Nº 4	%	63.22	63.22	63.22		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
5	PESO ESPECÍFICO DE LA EMULSION ASFALTICA		1.003	1.003	1.003		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.576	2.576	2.576		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.625	2.625	2.625		
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		2.300	2.300	2.300		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1209.1	1208.6	1210.2		
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1211.2	1210.5	1212.3		
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	697.5	698.8	698.9		
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	513.7	510.7	513.4		
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	513.7	510.7	513.4		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.354	2.367	2.357	2.359	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.408	2.408	2.408		
18	VACÍOS (17-16)*100/17	%	2.3	1.7	2.1	2.0	2% - 8%
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.607	2.607	2.607		
20	V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	17.7	17.3	17.6	17.5	
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	87.2	90.0	88.0	88.4	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.790	2.790	2.790		
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	2.53	2.53	2.53		
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.59	6.59	6.59		
25	FLUJO	mm	3.2	2.4	3.1	2.9	
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1163	1152	1160		
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
28	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1163	1152	1160	1158	Min. 226.4
29	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3634	4800	3742	4059	

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	REGISTRO DE CONTROL CONTROL DE CALIDAD	
	ESTABILIDAD RETENIDA E ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS	FECHA: 02/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

		Ubicación:	Huancayo
Cantera:	Matahuasi		
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

ESTABILIDAD RETENIDA

BRIQUETA	Nº	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
Golpes	Nº	75	75	75		75	75	75	
Emulsion asfáltica	%	8.90	8.90	8.90		8.90	8.90	8.90	
Humedad	%	4.70	4.70	4.70		4.70	4.70	4.70	
Poliestireno Expandido - Acetato de Etilo (PAÉ)	%	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00	
Peso de la briqueta al aire	gr	1209.1	1208.6	1210.2		1205.4	1204.6	1206.8	
Peso de la briqueta	gr	1211.2	1210.5	1212.3		1208.1	1207.2	1208.1	
Peso de briqueta	gr	697.5	699.8	698.9		665.0	662.8	663.5	
Volumen de la briqueta	cc	513.7	510.7	513.4		543.1	544.4	544.6	
Peso de la parafina	gr	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la parafina	cc	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la briqueta	cc	513.7	510.7	513.4		543.1	544.4	544.6	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.354	2.367	2.357		2.219	2.213	2.216	
Flujo	mm	3.20	2.40	3.10	**2.9**	0.00	0.00	0.00	0.0
Estabilidad sin corregir	kg	1163.00	1152.00	1160.00		1002.3	1001.4	1007.5	
Factor de corrección		1.00	1.00	1.00		0.93	0.93	0.93	
Estabilidad corregida	kg	1163	1152	1160	**1158**	932	931	937	**933**
ESTABILIDAD RETENIDA	%	**80.6**							

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Ing. Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	REGISTRO DE CONTROL		
	CONTROL DE CALIDAD		
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E204)	**FECHA:**	30/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezda Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

Diseño (Emulsion. 8.9 % - W 4.7% - PAÉ 3.5%)

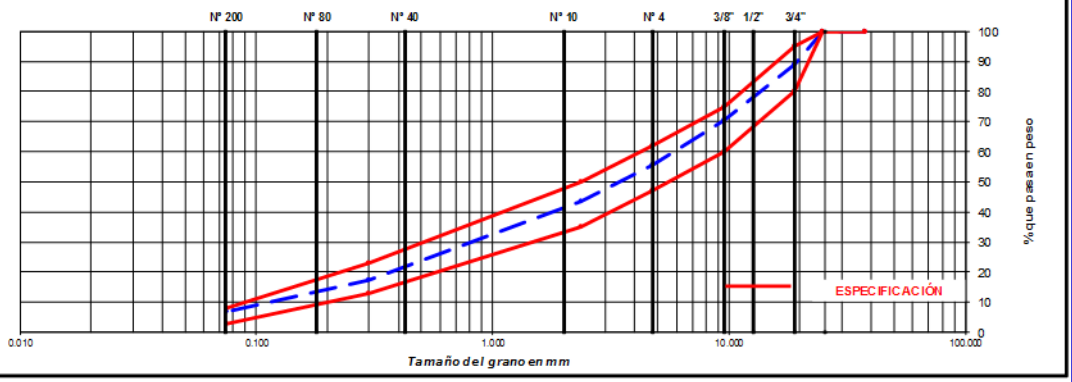
ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 50	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		37.500	25.000	19	9.500	4.750	2.360	0.3	0.075	
PESO RETENIDO	gr.			5500.0	9300.0	7350.0	162.7	355.2	146.4	90.9
RETENIDO PARCIAL	%		0.0	11.0	18.6	14.7	12.0	26.2	10.8	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%		0.0	11.0	29.6	44.3	56.3	82.5	93.3	100.0
PASA	%	100.0	100.0	89.0	70.4	55.7	43.7	17.5	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	100	80 - 95	60 - 75	47 - 62	35 - 50	13 - 23	3 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										
TRAMO ASFALTADO				*Metros Lineales:*						

LAVADO ASFÁLTICO

Peso Mat. S/Lavar	gr.	
Peso Mat. Lavado	gr.	
Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
Peso de Asfalto	gr.	
Peso inicial de Filtro	gr.	
Peso final de Filtro	gr.	
Peso de Filler	gr.	
FRACCIÓN	%	755.2
PESO TOTAL	gr.	50000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	EMULSION DE LA MEZCLA	%	8.9	8.9	8.9	8.9	
2	HUMEDAD	%	4.70	4.70	4.70		
3	POLIESTIRENO EXPANDIDO - ACETATO DE ETILO (PAÉ)	%	3.50	3.50	3.50		
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	26.97	26.97	26.97		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	63.22	63.22	63.22		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
5	PESO ESPECÍFICO DE LA EMULSION ASFALTICA		1.003	1.003	1.003		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.576	2.576	2.576		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.625	2.625	2.625		
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		2.300	2.300	2.300		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1212.6	1210.8	1211.6		
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1213.8	1211.6	1212.9		
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	704.2	700.1	700.1		
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	509.6	511.5	512.8		
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	509.6	511.5	512.8		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.379	2.367	2.362	2.370	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.408	2.408	2.408		
18	VACÍOS (17-16)*100/17	%	1.2	1.7	1.9	1.6	2% - 8%
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.607	2.607	2.607		
20	V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	16.8	17.3	17.4	17.2	
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	92.9	90.1	89.1	90.7	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.790	2.790	2.790		
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	2.53	2.53	2.53		
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.59	6.59	6.59		
25	FLUJO	mm	2.1	2.5	3.1	2.6	
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1181.7	1186.8	1195.2		
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
28	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1182	1187	1195	1188	Min. 226.4
29	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	5627	4747	3855	4743	

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD	
	ESTABILIDAD RETENIDA E ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS	FECHA: 05/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

		Ubicación:	Huancayo
Cantera:	Matahuasi		
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

ESTABILIDAD RETENIDA

BRIQUETA	Nº	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
Golpes	Nº	75	75	75		75	75	75	
Emulsion asfáltica	%	8.90	8.90	8.90		8.90	8.90	8.90	
Humedad	%	4.70	4.70	4.70		4.70	4.70	4.70	
Poliestireno Expandido - Acetato de Etilo (PAÉ)	%	3.50	3.50	3.50		3.50	3.50	3.50	
Peso de la briqueta al aire	gr	1212.6	1210.8	1211.6		1209.6	1206.8	1207.9	
Peso de la briqueta	gr	1213.8	1211.6	1212.9		1211.8	1208.9	1210.2	
Peso de briqueta	gr	704.2	700.1	700.1		668.9	667.5	669.5	
Volumen de la briqueta	cc	509.6	511.5	512.8		542.9	541.4	540.7	
Peso de la parafina	gr	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
Volumen de la parafina	cc	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
Volumen de la briqueta	cc	509.6	511.5	512.8		542.9	541.4	540.7	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.379	2.367	2.362		2.228	2.229	2.234	
Flujo	mm	2.10	2.50	3.10	**2.6**	0.00	0.00	0.00	0.00
Estabilidad sin corregir	kg	1181.70	1186.80	1195.20		1047.3	1039.8	1044.1	
Factor de corrección		1.00	1.00	1.00		0.93	0.93	0.93	
Estabilidad corregida	kg	1182	1187	1195	**1188**	974	967	971	**971**
ESTABILIDAD RETENIDA	%	**81.7**							

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E204)

FECHA: 31/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezda Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

Diseño (Emulsion. 8.9 % - W 4.7% - PAÊ 4%)

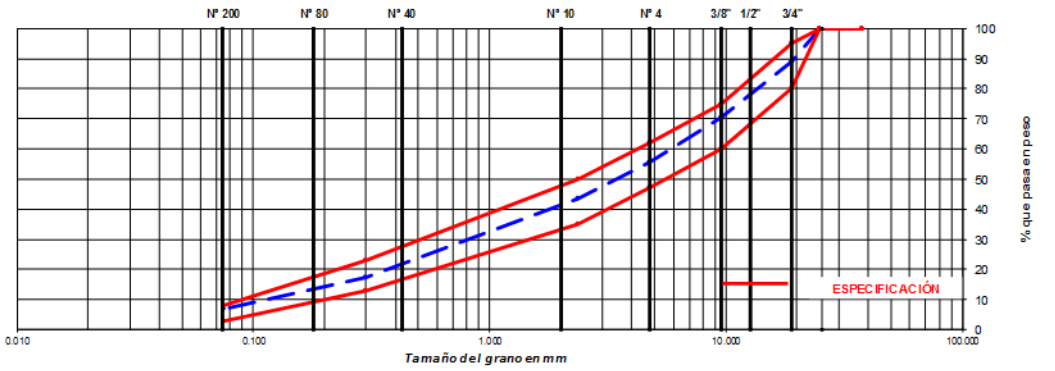
ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 50	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		37.500	25.000	19	9.500	4.750	2.360	0.3	0.075	
PESO RETENIDO	gr.			5500.0	9300.0	7350.0	162.7	355.2	146.4	90.9
RETENIDO PARCIAL	%		0.0	11.0	18.6	14.7	12.0	26.2	10.8	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%		0.0	11.0	29.6	44.3	56.3	82.5	93.3	100.0
PASA	%	100.0	100.0	89.0	70.4	55.7	43.7	17.5	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	100	80 - 95	60 - 75	47 - 62	35 - 50	13 - 23	3 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										
TRAMO ASFALTADO				*Metros Lineales:*						

LAVADO ASFÁLTICO

Peso Mat. S/Lavar	gr.	
Peso Mat. Lavado	gr.	
Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
Peso de Asfalto	gr.	
Peso inicial de Filtro	gr.	
Peso final de Filtro	gr.	
Peso de Filler	gr.	
FRACCIÓN	%	755.2
PESO TOTAL	gr.	50000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	EMULSION DE LA MEZCLA	%	8.9	8.9	8.9	8.9	
2	HUMEDAD	%	4.70	4.70	4.70		
3	POLIESTIRENO EXPANDIDO - ACETATO DE ETILO (PAÊ)	%	4.00	4.00	4.00		
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	26.97	26.97	26.97		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	63.22	63.22	63.22		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
5	PESO ESPECÍFICO DE LA EMULSION ASFALTICA		1.003	1.003	1.003		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.576	2.576	2.576		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.625	2.625	2.625		
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		2.300	2.300	2.300		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1218.5	1215.3	1209.5		
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1219.2	1216.7	1210.4		
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	707.0	706.3	703.6		
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	512.2	510.4	506.8		
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	512.2	510.4	506.8		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.379	2.381	2.387	2.382	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.408	2.408	2.408		
18	VACÍOS (17-16)*100/17	%	1.2	1.1	0.9	1.1	2% - 8%
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.607	2.607	2.607		
20	V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	16.9	16.8	16.6	16.7	
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	92.8	93.3	94.6	93.5	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.790	2.790	2.790		
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	2.53	2.53	2.53		
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.59	6.59	6.59		
25	FLUJO	mm	2.6	2.3	2.2	2.4	
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1214.3	1212.5	1165.8		
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.04		
28	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1214	1213	1212	1213	Min. 226.4
29	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	4670	5272	5511	5151	

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD	
	ESTABILIDAD RETENIDA E ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS	FECHA: 05/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

		Ubicación:	Huancayo
Cantera:	Matahuasi		
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

ESTABILIDAD RETENIDA

BRIQUETA	N°	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
Golpes	Nº	75	75	75		75	75	75	
Emulsion asfáltica	%	8.90	8.90	8.90		8.90	8.90	8.90	
Humedad	%	4.70	4.70	4.70		4.70	4.70	4.70	
Poliestireno Expandido - Acetato de Etilo (PAÉ)	%	4.00	4.00	4.00		4.00	4.00	4.00	
Peso de la briqueta al aire	gr	1218.5	1215.3	1209.5		1216.8	1212.5	1204.9	
Peso de la briqueta	gr	1219.2	1216.7	1210.4		1218.6	1214.6	1206.8	
Peso de briqueta	gr	707.0	706.3	703.6		697.5	698.5	699.4	
Volumen de la briqueta	cc	512.2	510.4	506.8		521.1	516.1	507.4	
Peso de la parafina	gr	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
Volumen de la parafina	cc	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
Volumen de la briqueta	cc	512.2	510.4	506.8		521.1	516.1	507.4	
Peso especifico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.379	2.381	2.387		2.335	2.349	2.375	
Flujo	mm	2.60	2.30	2.20	**2.4**	0.000	0.000	0.000	0.00
Estabilidad sin corregir	kg	1214.30	1212.50	1165.80		1005.0	1011.0	970.2	
Factor de corrección		1.00	1.00	1.04		1.00	1.00	1.04	
Estabilidad corregida	kg	1214	1213	1212	**1213**	1005	1011	1009	**1008**
ESTABILIDAD RETENIDA	%	**83.1**							

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD **ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO** (MTC E204)	**FECHA:** 31/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezda Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

Diseño (Emulsion. 8.9 % - W 4.7% - PAÉ 4.5%)

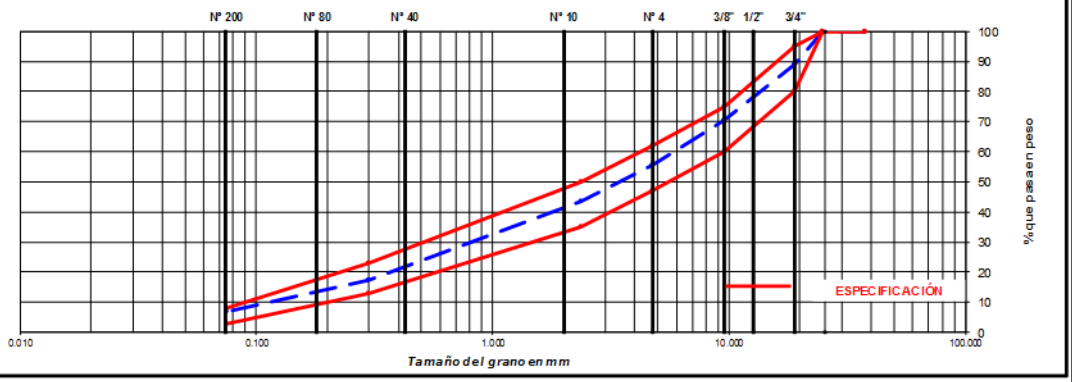
ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 50	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		37.500	25.000	19	9.500	4.750	2.360	0.3	0.075	
PESO RETENIDO	gr.			5500.0	9300.0	7350.0	162.7	355.2	146.4	90.9
RETENIDO PARCIAL	%		0.0	11.0	18.6	14.7	12.0	26.2	10.8	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%		0.0	11.0	29.6	44.3	56.3	82.5	93.3	100.0
PASA	%	100.0	100.0	89.0	70.4	55.7	43.7	17.5	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	100	80 - 95	60 - 75	47 - 62	35 - 50	13 - 23	3 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										
TRAMO ASFALTADO				*Metros Lineales:*						

LAVADO ASFÁLTICO

Peso Mat. S/Lavar	gr.	
Peso Mat. Lavado	gr.	
Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
Peso de Asfalto	gr.	
Peso inicial de Filtro	gr.	
Peso final de Filtro	gr.	
Peso de Filler	gr.	
FRACCIÓN	%	755.2
PESO TOTAL	gr.	50000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	EMULSION DE LA MEZCLA	%	8.9	8.9	8.9	8.9	
2	HUMEDAD	%	4.70	4.70	4.70		
3	POLIESTIRENO EXPANDIDO - ACETATO DE ETILO (PAÉ)	%	4.50	4.50	4.50		
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	26.97	26.97	26.97		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	63.22	63.22	63.22		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
5	PESO ESPECÍFICO DE LA EMULSION ASFALTICA		1.003	1.003	1.003		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.576	2.576	2.576		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.625	2.625	2.625		
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		2.300	2.300	2.300		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1207.6	1215.4	1210.8		
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1208.2	1216.1	1211.4		
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	703.2	707.9	704.1		
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	505.0	508.2	507.3		
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	505.0	508.2	507.3		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.391	2.391	2.387	2.390	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.408	2.408	2.408		
18	VACÍOS (17-16)*100/17	%	0.7	0.7	0.9	0.8	2% - 8%
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.607	2.607	2.607		
20	V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	16.4	16.4	16.6	16.5	
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	95.7	95.7	94.6	95.4	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.790	2.790	2.790		
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	2.53	2.53	2.53		
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.59	6.59	6.59		
25	FLUJO	mm	2.3	1.9	2.4	2.2	
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1199.1	1197.2	1202.1		
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.04	1.04	1.04		
28	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1247	1245	1250	1247	Min. 226.4
29	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	5422	6553	5209	5728	

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD	
	ESTABILIDAD RETENIDA E ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS	FECHA: 05/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

		Ubicación:	Huancayo
Cantera:	Matahuasi		
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

ESTABILIDAD RETENIDA

BRIQUETA	Nº	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
Golpes	Nº	75	75	75		75	75	75	
Emulsion asfáltica	%	8.90	8.90	8.90		8.90	8.90	8.90	
Humedad	%	4.70	4.70	4.70		4.70	4.70	4.70	
Poliestireno Expandido - Acetato de Etilo (PAÉ)	%	4.50	4.50	4.50		4.50	4.50	4.50	
Peso de la briqueta al aire	gr	1207.6	1215.4	1210.8		1203.5	1212.8	1207.1	
Peso de la briqueta	gr	1208.2	1216.1	1211.4		1205.9	1214.9	1209.5	
Peso de briqueta	gr	703.2	707.9	704.1		678.5	689.4	676.8	
Volumen de la briqueta	cc	505.0	508.2	507.3		527.4	525.5	532.7	
Peso de la parafina	gr	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la parafina	cc	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la briqueta	cc	505.0	508.2	507.3		527.4	525.5	532.7	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.391	2.391	2.387		2.282	2.308	2.266	
Flujo	mm	2.30	1.90	2.40	**2.2**	0.00	0.00	0.00	0.0
Estabilidad sin corregir	kg	1199.10	1197.20	1202.10		1044.8	1161.5	1154.2	
Factor de corrección		1.04	1.04	1.04		0.96	0.96	0.96	
Estabilidad corregida	kg	1247	1245	1250	**1247**	1003	1115	1108	**1075**
ESTABILIDAD RETENIDA	%	**86.2**							

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL**		
	CONTROL DE CALIDAD		
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E204)	**FECHA:**	31/03/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezda Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE:	**Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:	Matahuasi	**Ubicación:**	Huancayo
Material:	Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		

Diseño (Emulsion. 8.9 % - W 4.7% - PAÊ 5%)

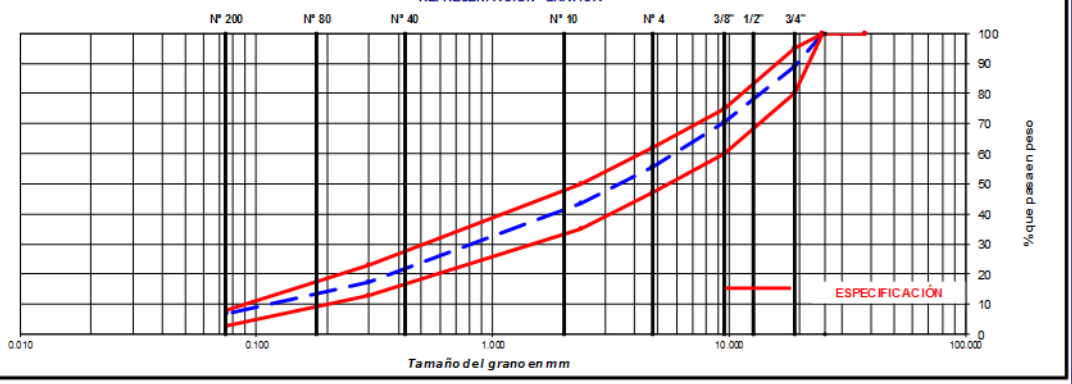
ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM		1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 50	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		37.500	25.000	19	9.500	4.750	2.360	0.3	0.075	
PESO RETENIDO	gr.			5500.0	9300.0	7350.0	162.7	355.2	146.4	90.9
RETENIDO PARCIAL	%		0.0	11.0	18.6	14.7	12.0	26.2	10.8	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%		0.0	11.0	29.6	44.3	56.3	82.5	93.3	100.0
PASA	%	100.0	100.0	89.0	70.4	55.7	43.7	17.5	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	100	80 - 95	60 - 75	47 - 62	35 - 50	13 - 23	3 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										
TRAMO ASFALTADO				*Metros Lineales:*						

LAVADO ASFÁLTICO

Peso Mat. S/Lavar	gr.	
Peso Mat. Lavado	gr.	
Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
Peso de Asfalto	gr.	
Peso inicial de Filtro	gr.	
Peso final de Filtro	gr.	
Peso de Filler	gr.	
FRACCIÓN	%	755.2
PESO TOTAL	gr.	50000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	EMULSION DE LA MEZCLA	%	8.9	8.9	8.9	8.9	
2	HUMEDAD	%	4.70	4.70	4.70		
3	POLIESTIRENO EXPANDIDO - ACETATO DE ETILO (PAÊ)	%	5.00	5.00	5.00		
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	26.97	26.97	26.97		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA <Nº 4	%	63.22	63.22	63.22		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.91	0.91	0.91		
5	PESO ESPECÍFICO DE LA EMULSION ASFALTICA		1.003	1.003	1.003		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.576	2.576	2.576		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.625	2.625	2.625		
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		2.300	2.300	2.300		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1217.2	1206.7	1211.5		
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1217.6	1207.1	1211.9		
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	711.2	703.4	706.3		
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	506.4	503.7	505.6		
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	506.4	503.7	505.6		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.403	2.396	2.396	2.398	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.408	2.408	2.408		
18	VACÍOS (17-16)*100/17	%	0.2	0.5	0.5	0.4	2% - 8%
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.607	2.607	2.607		
20	V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	16.0	16.3	16.3	16.2	
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	98.8	96.8	96.9	97.5	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.790	2.790	2.790		
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	2.53	2.53	2.53		
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.59	6.59	6.59		
25	FLUJO	mm	1.2	2.4	2.3	2.0	
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1220.1	1229.8	1227.8		
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.04	1.04	1.04		
28	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1269	1279	1277	1275	Min. 226.4
29	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	10574	5329	5552	7152	

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** CONTROL DE CALIDAD **ESTABILIDAD RETENIDA E ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS**	FECHA: 05/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: **Heredia Flores Rosario**

DATOS DE LA MUESTRA

Ubicación: Huancayo

Cantera: Matahuasi

Material: Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall

ESTABILIDAD RETENIDA

BRIQUETA	Nº	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
Golpes	Nº	75	75	75		75	75	75	
Emulsion asfáltica	%	8.90	8.90	8.90		8.90	8.90	8.90	
Humedad	%	4.70	4.70	4.70		4.70	4.70	4.70	
Poliestireno Expandido - Acetato de Etilo (PAÉ)	%	5.00	5.00	5.00		5.00	5.00	5.00	
Peso de la briqueta al aire	gr	1217.2	1206.7	1211.5		1215.6	1202.7	1208.6	
Peso de la briqueta	gr	1217.6	1207.1	1211.9		1217.7	1204.5	1210.5	
Peso de briqueta	gr	711.2	703.4	706.3		682.6	687.5	789.5	
Volumen de la briqueta	cc	506.4	503.7	505.6		535.1	517	421.0	
Peso de la parafina	gr	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la parafina	cc	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la briqueta	cc	506.4	503.7	505.6		535.1	517.0	421.0	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.403	2.396	2.396		2.272	2.326	2.871	
Flujo	mm	1.20	2.40	2.30	**2.0**	0.00	0.00	0.00	0.0
Estabilidad sin corregir	kg	1220.10	1229.80	1227.80		1180.2	1128.0	817.3	
Factor de corrección		1.04	1.04	1.04		0.96	1.00	1.39	
Estabilidad corregida	kg	1269	1279	1277	**1275**	1133	1128	1136	**1132**
ESTABILIDAD RETENIDA	%	**88.8**							

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

EFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO

FECHA: 07/04/21

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

Fecha 30/03/2021

	Nº Probetas			**A**	**B**	**C**		**A**	**B**	**C**	
	% Emulsion Asfaltica: **8.90%**			**Grupo Saturado**				**Grupo Seco**			
	% de PAÉ: **0.50%**										
	Nº golpes por cara: **75**										
A	Diametro		cm	**10.17**	**10.17**	**10.17**		**10.17**	**10.17**	**10.17**	
B	Espesor		cm	**6.31**	**6.28**	**6.15**		**6.21**	**6.32**	**6.34**	
C	Peso Probeta al Aire		gr	**1211.5**	**1214.5**	**1216.4**		**1211.8**	**1215.6**	**1213.4**	
D	Peso de la Probeta Saturada		gr	**1215.6**	**1218.9**	**1220.1**		**1216.4**	**1218.6**	**1218.0**	
E	Peso de la Probeta en el Agua		gr	**684.8**	**685.8**	**685.9**		**684.4**	**686.2**	**685.9**	
F	Volumen de la Probeta	**(D-E)**	cc	530.8	533.1	534.2		532.0	532.4	532.1	
G	Peso Especifico Bulk de la Probeta	**(C-F)**	gr/cc	2.282	2.278	2.277		2.278	2.283	2.280	
H	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	**2.408**	**2.408**	**2.408**		**2.408**	**2.408**	**2.408**	
I	% Vacios	**100*((H-G)/H)**	%	5.22	5.39	5.44	**5.35**	5.41	5.18	5.30	**5.30**
J	Volumen de Vacios	**(F*I)/100**	cc	27.69	28.74	29.05		28.76	27.58	28.20	
	CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60ºc y 2Hrs. a T° Ambiente										
K	Espesor		cm	**6.25**	**6.23**	**6.08**					
X	Carga de Tracción Indirecta		kg	**304**	**312**	**308**		**526**	**520**	**514**	
Y	Resistencia Seca	**(2*X)/(A*B*n)**	kg/cm^2					5.3	5.2	5.1	**5.2**
Z	Resistencia Humedad	**(2*X)/(A*Q*n)**	kg/cm^2	3.0	3.1	3.2	**3.1**				
	Resistencia Retenida										
	Daños en la Mezcla										
	TSR		%				**60.2**				

Observaciones
TSR = 50% minimo

ELABORADO POR:	**REVISADO POR:**	**APROBADO POR:**
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Samabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

EFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO

FECHA: 07/04/21

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

Fecha 30/03/2021

	Nº Probetas			A	B	C		A	B	C	
	% Emulsion Asfaltica: 8.90%			Grupo Saturado				Grupo Seco			
	% de PAÉ: 1.00%										
	Nº golpes por cara: 75										
A	Diametro		cm	10.17	10.17	10.17		10.17	10.17	10.17	
B	Espesor		cm	6.35	6.32	6.30		6.28	6.30	6.28	
C	Peso Probeta al Aire		gr	1213.4	1214.5	1213.8		1210.5	1214.2	1213.1	
D	Peso de la Probeta Saturada		gr	1218.5	1218.7	1219.0		1215.5	1219.2	1217.5	
E	Peso de la Probeta en el Agua		gr	690.6	689.8	688.6		688.6	690.0	688.9	
F	Volumen de la Probeta	(D-E)	cc	527.9	528.9	530.4		526.9	529.2	528.6	
G	Peso Especifico Bulk de la Probeta	(C-F)	gr/cc	2.298	2.296	2.288		2.297	2.294	2.295	
H	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	2.408	2.408	2.408		2.408	2.408	2.408	
I	% Vacios	100*((H-G)/H)	%	4.55	4.64	4.97	4.72	4.60	4.72	4.69	4.67
J	Volumen de Vacios	(F*I)/100	cc	24.02	24.54	26.36		24.24	24.98	24.79	
	CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60ºc y 2Hrs. a Tº Ambiente										
K	Espesor		cm	6.25	6.23	6.08					
X	Carga de Tracción Indirecta		kg	334	332	328		525	527	520	
Y	Resistencia Seca	(2*X)/(A*B*n)	kg/cm^2					5.2	5.2	5.2	5.2
Z	Resistencia Humedad	(2*X)/(A*Q*n)	kg/cm^2	3.3	3.3	3.4	3.4				
	Resistencia Retenida										
	Daños en la Mezcla										
	TSR		%	64.3							

Observaciones
TSR = 50% minimo

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hermán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Ivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

EFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO

FECHA: 07/04/21

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

Fecha 30/03/2021

	Nº Probetas			A	B	C		A	B	C	
	% Emulsion Asfaltica: 8.90%			Grupo Saturado				Grupo Seco			
	% de PAÊ: 1.50%										
	Nº golpes por cara: 75										
A	Diametro		cm	10.17	10.17	10.17		10.17	10.17	10.17	
B	Espesor		cm	6.34	6.34	6.24		6.26	6.32	6.35	
C	Peso Probeta al Aire		gr	1214.5	1215.1	1213.4		1212.4	1213.8	1214.1	
D	Peso de la Probeta Saturada		gr	1218.7	1219.2	1218.7		1217.5	1218.4	1219.5	
E	Peso de la Probeta en el Agua		gr	693.2	692.6	692.6		692.6	692.2	694.3	
F	Volumen de la Probeta	(D-E)	cc	525.5	526.6	526.1		524.9	526.2	525.2	
G	Peso Especifico Bulk de la Probeta	(C-F)	gr/cc	2.311	2.307	2.306		2.310	2.307	2.312	
H	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	2.408	2.408	2.408		2.408	2.408	2.408	
I	% Vacios	100*((H-G)/H)	%	4.02	4.18	4.22	4.14	4.08	4.20	3.99	4.09
J	Volumen de Vacios	(F*I)/100	cc	21.12	22.01	22.20		21.42	22.10	20.97	
	CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60ºc y 2Hrs. a T° Ambiente										
K	Espesor		cm	6.28	6.28	6.17					
X	Carga de Tracción Indirecta		kg	355	359	353		530	534	527	
Y	Resistencia Seca	(2*X)/(A*B*n)	kg/cm²					5.3	5.3	5.2	5.3
Z	Resistencia Humedad	(2*X)/(A*Q*n)	kg/cm²	3.5	3.6	3.6	3.6				
	Resistencia Retenida										
	Daños en la Mezcla										
	TSR		%	67.8							

Observaciones
TSR = 50% mínimo

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Santabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

EFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO

FECHA: 07/04/21

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

Fecha 31/03/2021

	Nº Probetas			A	B	C		A	B	C	
	% Emulsion Asfaltica: 8.90%			Grupo Saturado				Grupo Seco			
	% de PAÊ: 2.00%										
	Nº golpes por cara: 75										
A	Diametro		cm	10.17	10.17	10.17		10.17	10.17	10.17	
B	Espesor		cm	6.33	6.34	6.36		6.34	6.37	6.34	
C	Peso Probeta al Aire		gr	1214.5	1215.1	1214.8		1213.5	1214.5	1215.0	
D	Peso de la Probeta Saturada		gr	1218.9	1220.0	1218.7		1217.4	1218.4	1219.4	
E	Peso de la Probeta en el Agua		gr	697.7	697.9	695.8		695.3	696.8	696.1	
F	Volumen de la Probeta	(D-E)	cc	521.2	522.1	522.9		522.1	521.6	523.3	
G	Peso Especifico Bulk de la Probeta	(C-F)	gr/cc	2.330	2.327	2.323		2.324	2.329	2.322	
H	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	2.408	2.408	2.408		2.408	2.408	2.408	
I	% Vacios	100*((H-G)/H)	%	3.24	3.35	3.52	3.37	3.47	3.30	3.58	3.45
J	Volumen de Vacios	(F*I)/100	cc	16.89	17.49	18.42		18.12	17.21	18.73	
	CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60ºc y 2Hrs. a Tº Ambiente										
K	Espesor		cm	6.27	6.24	6.25					
X	Carga de Tracción Indirecta		kg	366	368	373		534	536	534	
Y	Resistencia Seca	(2*X)/(A*B*n)	kg/cm^2					5.3	5.3	5.3	5.3
Z	Resistencia Humedad	(2*X)/(A*Q*n)	kg/cm^2	3.7	3.7	3.7	3.7				
	Resistencia Retenida										
	Daños en la Mezcla										
	TSR		%	70.1							

Observaciones
TSR = 50% minimo

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** **CONTROL DE CALIDAD** **EFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO**	**FECHA: 08/04/21**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE: Heredia Flores Rosario	**UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

Fecha 31/03/2021

	Nº Probetas			**A**	**B**	**C**		**A**	**B**	**C**	
	% Emulsion Asfaltica: **8.90%** % de PAÊ: **2.50%** Nº golpes por cara: **75**			**Grupo Saturado**				**Grupo Seco**			
A	Diametro		cm	**10.17**	**10.17**	**10.17**		**10.17**	**10.17**	**10.17**	
B	Espesor		cm	**6.36**	**6.35**	**6.35**		**6.36**	**6.37**	**6.40**	
C	Peso Probeta al Aire		gr	**1215.2**	**1214.2**	**1215.7**		**1214.5**	**1215.2**	**1214.1**	
D	Peso de la Probeta Saturada		gr	**1219.2**	**1218.4**	**1218.4**		**1219.5**	**1218.9**	**1219.7**	
E	Peso de la Probeta en el Agua		gr	**700.1**	**699.1**	**701.1**		**701.3**	**699.6**	**701.2**	
F	Volumen de la Probeta	**(D-E)**	cc	519.1	519.3	517.3		518.2	519.3	518.5	
G	Peso Especifico Bulk de la Probeta	**(C-F)**	gr/cc	2.341	2.338	2.350		2.344	2.340	2.342	
H	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	**2.408**	**2.408**	**2.408**		**2.408**	**2.408**	**2.408**	
I	% Vacios	**100*((H-G)/H)**	%	2.78	2.90	2.40	**2.69**	2.67	2.82	2.76	**2.75**
J	Volumen de Vacios	**(F*I)/100**	cc	14.43	15.06	12.42		13.84	14.64	14.31	
	CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60ºc y 2Hrs. a T° Ambiente										
K	Espesor		cm	**6.28**	**6.30**	**6.27**					
X	Carga de Tracción Indirecta		kg	**398**	**388**	**395**		**537**	**542**	**534**	
Y	Resistencia Seca	**(2*X)/(A*B*n)**	kg/cm²					5.3	5.3	5.2	**5.3**
Z	Resistencia Humedad	**(2*X)/(A*Q*n)**	kg/cm²	4.0	3.9	3.9	**3.9**				
	Resistencia Retenida										
	Daños en la Mezcla										
	TSR		%	**74.3**							

Observaciones
TSR = 50% minimo

ELABORADO POR:	**REVISADO POR:**	**APROBADO POR:**
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Santabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 204003

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

EFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO

FECHA: 08/04/21

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

Fecha 01/04/2021

	Nº Probetas			A	B	C		A	B	C	
	% Emulsion Asfaltica: 8.90%			Grupo Saturado				Grupo Seco			
	% de PAÉ: 3.00%										
	Nº golpes por cara: 75										
A	Diametro		cm	10.17	10.17	10.17		10.17	10.17	10.17	
B	Espesor		cm	6.38	6.40	6.37		6.41	6.35	6.27	
C	Peso Probeta al Aire		gr	1216.5	1217.5	1214.5		1215.1	1214.8	1215.3	
D	Peso de la Probeta Saturada		gr	1219.5	1220.2	1218.7		1219.5	1217.5	1219.5	
E	Peso de la Probeta en el Agua		gr	703.5	704.6	703.0		705.0	701.9	704.1	
F	Volumen de la Probeta	(D-E)	cc	516.0	515.6	515.7		514.5	515.6	515.4	
G	Peso Especifico Bulk de la Probeta	(C-F)	gr/cc	2.357	2.361	2.355		2.362	2.356	2.358	
H	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	2.408	2.408	2.408		2.408	2.408	2.408	
I	% Vacios	100*((H-G)/H)	%	2.10	1.94	2.20	2.08	1.92	2.16	2.07	2.05
J	Volumen de Vacios	(F*I)/100	cc	10.84	10.00	11.35		9.88	11.14	10.67	
	CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60ºc y 2Hrs. a T° Ambiente										
K	Espesor		cm	6.30	6.31	6.28					
X	Carga de Tracción Indirecta		kg	428	425	424		540	548	547	
Y	Resistencia Seca	(2*X)/(A*B*π)	kg/cm²					5.3	5.4	5.5	5.4
Z	Resistencia Humedad	(2*X)/(A*Q*π)	kg/cm²	4.3	4.2	4.2	4.2				
	Resistencia Retenida										
	Daños en la Mezcla										
	TSR		%	78.7							

Observaciones
TSR = 50% minimo

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

EFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO

FECHA: 08/04/21

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

Fecha 01/04/2021

	Nº Probetas			A	B	C		A	B	C	
	% Emulsion Asfaltica: 8.90%			Grupo Saturado				Grupo Seco			
	% de PAÊ: 3.50%										
	Nº golpes por cara: 75										
A	Diametro		cm	10.17	10.17	10.17		10.17	10.17	10.17	
B	Espesor		cm	6.37	6.37	6.40		6.40	6.42	6.38	
C	Peso Probeta al Aire		gr	1216.1	1218.1	1217.2		1214.8	1215.4	1216.7	
D	Peso de la Probeta Saturada		gr	1220.1	1219.2	1219.4		1218.4	1218.6	1219.7	
E	Peso de la Probeta en el Agua		gr	707.3	704.7	704.6		705.8	705.1	706.1	
F	Volumen de la Probeta	(D-E)	cc	512.8	514.5	514.8		512.6	513.5	513.6	
G	Peso Especifico Bulk de la Probeta	(C-F)	gr/cc	2.371	2.368	2.364		2.370	2.367	2.369	
H	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	2.408	2.408	2.408		2.408	2.408	2.408	
I	% Vacios	100*((H-G)/H)	%	1.52	1.68	1.81	1.67	1.58	1.70	1.63	1.64
J	Volumen de Vacios	(F*I)/100	cc	7.80	8.65	9.32		8.11	8.73	8.37	
	CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60ºc y 2Hrs. a T° Ambiente										
K	Espesor		cm	6.31	6.27	6.30					
X	Carga de Tracción Indirecta		kg	431	430	433		542	550	551	
Y	Resistencia Seca	(2*X)/(A*B*n)	kg/cm²					5.3	5.4	5.4	5.4
Z	Resistencia Humedad	(2*X)/(A*Q*n)	kg/cm²	4.3	4.3	4.3	4.3				
	Resistencia Retenida										
	Daños en la Mezcla										
	TSR		%				80.1				

Observaciones
TSR = 50% minimo

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

EFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO

FECHA: 08/04/21

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

Fecha 01/04/2021

	Nº Probetas			A	B	C		A	B	C	
	% Emulsion Asfaltica: **8.90%**			**Grupo Saturado**				**Grupo Seco**			
	% de PAÉ: **4.00%**										
	Nº golpes por cara: **75**										
A	Diametro		cm	**10.17**	**10.17**	**10.17**		**10.17**	**10.17**	**10.17**	
B	Espesor		cm	**6.40**	**6.38**	**6.38**		**6.38**	**6.41**	**6.40**	
C	Peso Probeta al Aire		gr	**1218.5**	**1217.1**	**1216.4**		**1215.4**	**1216.4**	**1217.3**	
D	Peso de la Probeta Saturada		gr	**1220.5**	**1221.0**	**1219.2**		**1218.2**	**1218.5**	**1219.4**	
E	Peso de la Probeta en el Agua		gr	**709.3**	**709.7**	**707.8**		**707.3**	**707.9**	**707.9**	
F	Volumen de la Probeta	**(D-E)**	cc	511.2	511.3	511.4		510.9	510.6	511.5	
G	Peso Especifico Bulk de la Probeta	**(C-F)**	gr/cc	2.384	2.380	2.378		2.379	2.382	2.380	
H	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	**2.408**	**2.408**	**2.408**		**2.408**	**2.408**	**2.408**	
I	% Vacios	**100*((H-G)/H)**	%	1.01	1.15	1.23	**1.13**	1.20	1.06	1.16	**1.14**
J	Volumen de Vacios	**(F*I)/100**	cc	5.16	5.88	6.29		6.13	5.41	5.93	
	CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60ºc y 2Hrs. a Tº Ambiente										
K	Espesor		cm	**6.30**	**6.32**	**6.33**					
X	Carga de Tracción Indirecta		kg	**431**	**455**	**458**		**547**	**551**	**554**	
Y	Resistencia Seca	**(2*X)/(A*B*n)**	kg/cm²					5.4	5.4	5.4	**5.4**
Z	Resistencia Humedad	**(2*X)/(A*Q*n)**	kg/cm²	4.3	4.5	4.5	**4.4**				
	Resistencia Retenida										
	Daños en la Mezcla										
	TSR		%	**82.4**							

Observaciones
TSR = 50% minimo

ELABORADO POR:	**REVISADO POR:**	**APROBADO POR:**
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

EFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO

FECHA: 09/04/21

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

Fecha 02/04/2021

	Nº Probetas			A	B	C		A	B	C	
	% Emulsion Asfaltica: 8.90%			Grupo Saturado				Grupo Seco			
	% de PAÊ: 4.50%										
	Nº golpes por cara: 75										
A	Diametro		cm	10.17	10.17	10.17		10.17	10.17	10.17	
B	Espesor		cm	6.41	6.38	6.40		6.40	6.42	6.39	
C	Peso Probeta al Aire		gr	1217.5	1218.6	1217.5		1218.5	1217.1	1216.8	
D	Peso de la Probeta Saturada		gr	1218.1	1218.9	1218.0		1219.1	1217.9	1217.2	
E	Peso de la Probeta en el Agua		gr	709.3	708.0	707.8		708.4	707.9	707.9	
F	Volumen de la Probeta	(D-E)	cc	508.8	510.9	510.2		510.7	510.0	509.3	
G	Peso Especifico Bulk de la Probeta	(C-F)	gr/cc	2.393	2.385	2.386		2.386	2.387	2.389	
H	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	2.408	2.408	2.408		2.408	2.408	2.408	
I	% Vacios	100*((H-G)/H)	%	0.62	0.95	0.91	0.83	0.92	0.89	0.77	0.86
J	Volumen de Vacios	(F*I)/100	cc	3.18	4.85	4.63		4.70	4.52	3.94	
	CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60ºc y 2Hrs. a Tº Ambiente										
K	Espesor		cm	6.37	6.36	6.37					
X	Carga de Tracción Indirecta		kg	441	465	476		557	554	560	
Y	Resistencia Seca	(2*X)/(A*B*n)	kg/cm^2					5.4	5.4	5.5	5.4
Z	Resistencia Humedad	(2*X)/(A*Q*n)	kg/cm^2	4.3	4.6	4.7	4.5				
	Resistencia Retenida										
	Daños en la Mezcla										
	TSR		%	83.2							

Observaciones
TSR = 50% minimo

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences	**REGISTRO DE CONTROL** **CONTROL DE CALIDAD** **EFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO**	**FECHA: 09/04/21**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Evaluacion del Efecto del Unicel con Acetato de Etilo en el Mejoramiento de las Propiedades Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE: Heredia Flores Rosario	**UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

Fecha 02/04/2021

	Nº Probetas			**A**	**B**	**C**		**A**	**B**	**C**	
	% Emulsion Asfaltica: **8.90%** % de PAÉ: **5.00%** Nº golpes por cara: **75**			**Grupo Saturado**				**Grupo Seco**			
A	Diametro		cm	**10.17**	**10.17**	**10.17**		**10.17**	**10.17**	**10.17**	
B	Espesor		cm	**6.42**	**6.37**	**6.41**		**6.41**	**6.42**	**6.40**	
C	Peso Probeta al Aire		gr	**1218.5**	**1217.6**	**1218.5**		**1218.5**	**1217.1**	**1216.8**	
D	Peso de la Probeta Saturada		gr	**1219.0**	**1218.0**	**1218.9**		**1219.1**	**1217.6**	**1217.2**	
E	Peso de la Probeta en el Agua		gr	**710.3**	**710.3**	**711.0**		**710.9**	**709.7**	**710.8**	
F	Volumen de la Probeta	**(D-E)**	cc	508.7	507.7	507.9		508.2	507.9	506.4	
G	Peso Especifico Bulk de la Probeta	**(C-F)**	gr/cc	2.395	2.398	2.399		2.398	2.396	2.403	
H	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	**2.408**	**2.408**	**2.408**		**2.408**	**2.408**	**2.408**	
I	% Vacios	**100*((H-G)/H)**	%	0.52	0.40	0.37	**0.43**	0.42	0.48	0.21	**0.37**
J	Volumen de Vacios	**(F*I)/100**	cc	2.65	2.03	1.88		2.13	2.44	1.06	
	CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60ºc y 2Hrs. a T° Ambiente										
K	Espesor		cm	**6.40**	**6.36**	**6.40**					
X	Carga de Tracción Indirecta		kg	**467**	**474**	**481**		**560**	**572**	**567**	
Y	Resistencia Seca	**(2*X)/(A*B*n)**	kg/cm²					5.5	5.6	5.5	**5.5**
Z	Resistencia Humedad	**(2*X)/(A*Q*n)**	kg/cm²	4.6	4.7	4.7	**4.6**				
	Resistencia Retenida										
	Daños en la Mezcla										
	TSR		%	**84.0**							

Observaciones
TSR = 50% minimo

ELABORADO POR:	**REVISADO POR:**	**APROBADO POR:**
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

DESGASTE DE MEZCLAS BITUMINOSAS POR METODO DE CANTABRO

FECHA: 12/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

	Nº Probetas			**01**	**02**	**03**	**04**	**Promedio**
	% Emulsion Asfaltica:	8.90%						
A	Nº golpes por cara:	75						
	% PAE:	0.50%						
B	Peso Probeta al Aire		gr	1211.8	1209.5	1210.8	1207.6	
C	Peso de la Probeta Saturada		gr	1216.6	1214.1	1215.2	1212.5	
D	Peso de la Probeta en el Agua		gr	684.1	684.8	684.2	692.1	
E	Volumen de la Probeta	**(B-C)**	cc	532.5	529.3	531.0	520.4	
F	Peso Especifico Bulk de la Probeta	**(B/D)**	gr/cc	2.276	2.285	2.280	2.321	
G	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	**2.408**	**2.408**	**2.408**	**2.453**	
H	% Vacios	**100*((F-E)/F)**	%	5.50	5.10	5.30	5.40	**5.33**
I	Peso Inicial		gr	1211.8	1209.5	1210.8	1207.6	
J	Peso 100 vueltas		gr	1117.4	1114.0	1117.1	1111.2	
K	Peso 200 vueltas		gr	1081.9	1077.9	1080.0	1077.2	
L	Peso 300 vueltas		gr	1046.6	1044.6	1043.7	1043.0	
M	100 vueltas		%	7.8	7.9	7.7	8.0	
N	200 vueltas		%	10.7	10.9	10.8	10.8	
O	300 vueltas		%	13.6	13.6	13.8	13.6	
	Desgaste por metodo de cantabro		%	**13.7%**				

Observaciones:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

GeosciencesS

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

DESGASTE DE MEZCLAS BITUMINOSAS POR METODO DE CANTABRO

FECHA: 12/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

	Nº Probetas			01	02	03	04	Promedio
	% Emulsion Asfaltica: 8.90%							
A	Nº golpes por cara: 75							
	% PAÊ: 1.00%							
B	Peso Probeta al Aire		gr	1209.5	1211.6	1207.1	1218.4	
C	Peso de la Probeta Saturada		gr	1213.9	1215.9	1211.7	1222.8	
D	Peso de la Probeta en el Agua		gr	687.9	687.4	686.8	702.2	
E	Volumen de la Probeta	**(B-C)**	cc	526.0	528.5	524.9	520.6	
F	Peso Especifico Bulk de la Probeta	**(B/D)**	gr/cc	2.300	2.292	2.300	2.340	
G	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	**2.408**	**2.408**	**2.408**	**2.453**	
H	% Vacios	**100*((F-E)/F)**	%	4.50	4.80	4.50	4.60	**4.60**
I	Peso Inicial		gr	1209.5	1211.6	1207.1	1218.4	
J	Peso 100 vueltas		gr	1116.4	1117.3	1112.2	1124.6	
K	Peso 200 vueltas		gr	1083.1	1082.8	1077.9	1089.5	
L	Peso 300 vueltas		gr	1058.5	1061.4	1057.4	1065.3	
M	100 vueltas		%	7.7	7.8	7.9	7.7	
N	200 vueltas		%	10.5	10.6	10.7	10.6	
O	300 vueltas		%	12.5	12.4	12.4	12.6	
	Desgaste por metodo de cantabro		%	**12.5%**				

Observaciones:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

DESGASTE DE MEZCLAS BITUMINOSAS POR METODO DE CANTABRO

FECHA: 12/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

	Nº Probetas			01	02	03	04	Promedio
	% Emulsion Asfaltica:	8.90%						
A	Nº golpes por cara:	75						
	% PAE:	1.50%						
B	Peso Probeta al Aire		gr	1212.4	1208.2	1206.8	1216.5	
C	Peso de la Probeta Saturada		gr	1216.5	1212.3	1210.7	1220.4	
D	Peso de la Probeta en el Agua		gr	691.4	688.5	687.0	703.8	
E	Volumen de la Probeta	**(B-C)**	cc	525.1	523.8	523.7	516.6	
F	Peso Especifico Bulk de la Probeta	**(B/D)**	gr/cc	2.309	2.307	2.304	2.355	
G	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	**2.408**	**2.408**	**2.408**	**2.453**	
H	% Vacios	**100*((F-E)/F)**	%	4.12	4.21	4.30	4.00	**4.16**
I	Peso Inicial		gr	1212.4	1208.2	1206.8	1216.5	
J	Peso 100 vueltas		gr	1123.5	1117.6	1117.3	1125.3	
K	Peso 200 vueltas		gr	1093.6	1087.8	1087.5	1097.3	
L	Peso 300 vueltas		gr	1072.8	1068.0	1066.8	1074.4	
M	100 vueltas		%	7.3	7.5	7.4	7.5	
N	200 vueltas		%	9.8	10.0	9.9	9.8	
O	300 vueltas		%	11.5	11.6	11.6	11.7	
	Desgaste por metodo de cantabro		%	**11.6%**				

Observaciones:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

DESGASTE DE MEZCLAS BITUMINOSAS POR METODO DE CANTABRO

FECHA: 13/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

	Nº Probetas			01	02	03	04	Promedio
	% Emulsion Asfaltica:	8.90%						
A	Nº golpes por cara:	75						
	% PAE:	2.00%						
B	Peso Probeta al Aire		gr	1209.7	1214.5	1210.1	1211.6	
C	Peso de la Probeta Saturada		gr	1212.5	1217.4	1213.2	1214.8	
D	Peso de la Probeta en el Agua		gr	693.5	694.1	692.4	704.0	
E	Volumen de la Probeta	(B-C)	cc	519.0	523.3	520.8	510.8	
F	Peso Especifico Bulk de la Probeta	(B/D)	gr/cc	2.331	2.321	2.324	2.372	
G	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	**2.408**	**2.408**	**2.408**	**2.453**	
H	% Vacios	100*((F-E)/F)	%	3.20	3.62	3.50	3.30	**3.41**
I	Peso Inicial		gr	1209.7	1214.5	1210.1	1211.6	
J	Peso 100 vueltas		gr	1122.4	1125.8	1120.8	1123.2	
K	Peso 200 vueltas		gr	1094.9	1101.3	1096.4	1096.7	
L	Peso 300 vueltas		gr	1087.5	1091.8	1086.9	1087.2	
M	100 vueltas		%	7.2	7.3	7.4	7.3	
N	200 vueltas		%	9.5	9.3	9.4	9.5	
O	300 vueltas		%	10.1	10.1	10.2	10.3	
	Desgaste por metodo de cantabro		%	**10.2%**				

Observaciones:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences

REGISTRO DE CONTROL
CONTROL DE CALIDAD

DESGASTE DE MEZCLAS BITUMINOSAS POR METODO DE CANTABRO

FECHA: 13/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

Material :	Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación :	Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica :	CSS - 1H

	Nº Probetas			01	02	03	04	Promedio
	% Emulsion Asfaltica: 8.90%							
A	Nº golpes por cara: 75							
	% PAÉ: 2.50%							
B	Peso Probeta al Aire		gr	1214.5	1208.4	1212.1	1210.6	
C	Peso de la Probeta Saturada		gr	1216.9	1210.8	1214.6	1210.9	
D	Peso de la Probeta en el Agua		gr	698.0	696.1	697.8	702.6	
E	Volumen de la Probeta	**(B-C)**	cc	518.9	514.7	516.8	508.3	
F	Peso Especifico Bulk de la Probeta	**(B/D)**	gr/cc	2.341	2.348	2.345	2.382	
G	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	**2.408**	**2.408**	**2.408**	**2.453**	
H	% Vacios	**100*((F-E)/F)**	%	2.80	2.50	2.60	2.91	**2.70**
I	Peso Inicial		gr	1214.5	1208.4	1212.1	1210.6	
J	Peso 100 vueltas		gr	1132.9	1126.2	1127.7	1128.3	
K	Peso 200 vueltas		gr	1116.1	1111.5	1114.9	1111.5	
L	Peso 300 vueltas		gr	1112.1	1104.5	1106.9	1107.5	
M	100 vueltas		%	6.7	6.8	7.0	6.8	
N	200 vueltas		%	8.1	8.0	8.0	8.2	
O	300 vueltas		%	8.4	8.6	8.7	8.5	
	Desgaste por metodo de cantabro		%	**8.6%**				

Observaciones:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

Geosciences

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

DESGASTE DE MEZCLAS BITUMINOSAS POR METODO DE CANTABRO

FECHA: 13/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

	Nº Probetas			01	02	03	04	Promedio
	% Emulsion Asfaltica:	8.90%						
A	Nº golpes por cara:	75						
	% PAÉ:	3.00%						
B	Peso Probeta al Aire		gr	1209.6	1214.2	1218.6	1211.4	
C	Peso de la Probeta Saturada		gr	1211.5	1216.3	1220.5	1213.5	
D	Peso de la Probeta en el Agua		gr	699.4	700.2	703.6	709.6	
E	Volumen de la Probeta	**(B-C)**	cc	512.1	516.1	516.9	503.9	
F	Peso Especifico Bulk de la Probeta	**(B/D)**	gr/cc	2.362	2.353	2.357	2.404	
G	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	**2.408**	**2.408**	**2.408**	**2.453**	
H	% Vacios	**100*((F-E)/F)**	%	1.90	2.30	2.10	2.00	**2.08**
I	Peso Inicial		gr	1209.6	1214.2	1218.6	1211.4	
J	Peso 100 vueltas		gr	1131.9	1135.3	1138.4	1132.7	
K	Peso 200 vueltas		gr	1116.3	1118.5	1123.5	1116.9	
L	Peso 300 vueltas		gr	1110.6	1116.9	1118.9	1113.3	
M	100 vueltas		%	6.4	6.5	6.6	6.5	
N	200 vueltas		%	7.7	7.9	7.8	7.8	
O	300 vueltas		%	8.2	8.0	8.2	8.1	
	Desgaste por metodo de cantabro		%	**8.1%**				

Observaciones:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Santabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

DESGASTE DE MEZCLAS BITUMINOSAS POR METODO DE CANTABRO

FECHA: 13/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo

CLIENTE: Heredia Flores Rosario **UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

	Nº Probetas			01	02	03	04	Promedio
	% Emulsion Asfaltica:	8.90%						
A	Nº golpes por cara:	75						
	% PAÉ:	3.50%						
B	Peso Probeta al Aire		gr	1217.3	1206.1	1215.3	1217.5	
C	Peso de la Probeta Saturada		gr	1218.8	1207.7	1216.8	1218.9	
D	Peso de la Probeta en el Agua		gr	706.1	697.6	703.4	715.0	
E	Volumen de la Probeta	**(B-C)**	cc	512.7	510.1	513.4	503.9	
F	Peso Especifico Bulk de la Probeta	**(B/D)**	gr/cc	2.374	2.365	2.367	2.416	
G	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	**2.408**	**2.408**	**2.408**	**2.453**	
H	% Vacios	**100*((F-E)/F)**	%	1.40	1.80	1.70	1.50	**1.60**
I	Peso Inicial		gr	1217.3	1206.1	1215.3	1217.5	
J	Peso 100 vueltas		gr	1150.3	1138.8	1147.5	1150.5	
K	Peso 200 vueltas		gr	1139.2	1126.7	1136.3	1138.4	
L	Peso 300 vueltas		gr	1122.6	1114.2	1121.7	1124.8	
M	100 vueltas		%	5.5	5.6	5.6	5.5	
N	200 vueltas		%	6.4	6.6	6.5	6.5	
O	300 vueltas		%	7.8	7.6	7.7	7.6	
	Desgaste por metodo de cantabro		%	**7.7%**				

Observaciones:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

DESGASTE DE MEZCLAS BITUMINOSAS POR METODO DE CANTABRO

FECHA: 14/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE: Heredia Flores Rosario	**UBICACIÓN:** Huancayo

Material : Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación : Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica : CSS - 1H

	Nº Probetas			01	02	03	04	Promedio
	% Emulsion Asfaltica:	8.90%						
A	Nº golpes por cara:	75						
	% PAE:	4.00%						
B	Peso Probeta al Aire		gr	1216.2	1207.3	1210.7	1212.5	
C	Peso de la Probeta Saturada		gr	1217.4	1208.2	1211.8	1213.6	
D	Peso de la Probeta en el Agua		gr	705.7	701.8	702.9	713.8	
E	Volumen de la Probeta	**(B-C)**	cc	511.7	506.4	508.9	499.8	
F	Peso Especifico Bulk de la Probeta	**(B/D)**	gr/cc	2.377	2.384	2.379	2.426	
G	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	**2.408**	**2.408**	**2.408**	**2.453**	
H	% Vacios	**100*((F-E)/F)**	%	1.30	1.00	1.20	1.10	**1.15**
I	Peso Inicial		gr	1216.2	1207.3	1210.7	1212.5	
J	Peso 100 vueltas		gr	1148.3	1141.9	1144.1	1144.0	
K	Peso 200 vueltas		gr	1136.1	1127.8	1132.8	1133.7	
L	Peso 300 vueltas		gr	1124.8	1116.5	1117.7	1120.4	
M	100 vueltas		%	5.6	5.4	5.5	5.6	
N	200 vueltas		%	6.6	6.6	6.4	6.5	
O	300 vueltas		%	7.5	7.5	7.7	7.6	
	Desgaste por metodo de cantabro		%	**7.6%**				

Observaciones:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

REGISTRO DE CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

DESGASTE DE MEZCLAS BITUMINOSAS POR METODO DE CANTABRO

FECHA: 14/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE: Heredia Flores Rosario	**UBICACIÓN:** Huancayo

Material	:	Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación	:	Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica	:	CSS - 1H

	Nº Probetas			**01**	**02**	**03**	**04**	**Promedio**
	% Emulsion Asfaltica:	8.90%						
A	Nº golpes por cara:	75						
	% PAÉ:	4.50%						
B	Peso Probeta al Aire		gr	1219.2	1209.1	1211.6	1215.4	
C	Peso de la Probeta Saturada		gr	1220.0	1209.9	1212.4	1216.2	
D	Peso de la Probeta en el Agua		gr	710.6	703.2	704.2	717.2	
E	Volumen de la Probeta	**(B-C)**	cc	509.4	506.7	508.2	499.0	
F	Peso Especifico Bulk de la Probeta	**(B/D)**	gr/cc	2.394	2.386	2.384	2.436	
G	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	**2.408**	**2.408**	**2.408**	**2.453**	
H	% Vacios	**100*((F-E)/F)**	%	0.60	0.90	1.00	0.70	**0.80**
I	Peso Inicial		gr	1219.2	1209.1	1211.6	1215.4	
J	Peso 100 vueltas		gr	1157.0	1146.4	1149.8	1154.4	
K	Peso 200 vueltas		gr	1145.8	1134.3	1137.7	1141.9	
L	Peso 300 vueltas		gr	1130.4	1122.8	1124.4	1126.9	
M	100 vueltas		%	5.1	5.2	5.1	5.0	
N	200 vueltas		%	6.0	6.2	6.1	6.0	
O	300 vueltas		%	7.3	7.1	7.2	7.3	
	Desgaste por metodo de cantabro		%	**7.2%**				

Observaciones:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

REGISTRO DE CONTROL
CONTROL DE CALIDAD

DESGASTE DE MEZCLAS BITUMINOSAS POR METODO DE CANTABRO

FECHA: 14/04/2021

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Mecanicas de la Mezcla Bituminosa en Frio con Agregados de la Cantera Matahuasi en la Provincia de Huancayo
CLIENTE: Heredia Flores Rosario	**UBICACIÓN:** Huancayo

Material	:	Mezcla Asfaltica en Frio
Ubicación	:	Cantera Matahuasi
Emulsion Asfaltica	:	CSS - 1H

	Nº Probetas			01	02	03	04	Promedio
	% Emulsion Asfaltica:	8.90%						
A	Nº golpes por cara:	75						
	% PAÉ:	5.00%						
B	Peso Probeta al Aire		gr	1216.5	1209.2	1211.3	1218.6	
C	Peso de la Probeta Saturada		gr	1216.9	1209.6	1211.7	1219.0	
D	Peso de la Probeta en el Agua		gr	708.7	705.9	706.1	721.2	
E	Volumen de la Probeta	**(B-C)**	cc	508.2	503.7	505.6	497.8	
F	Peso Especifico Bulk de la Probeta	**(B/D)**	gr/cc	2.394	2.401	2.396	2.448	
G	Peso Especifico Maximo (RICE)		gr/cc	**2.408**	**2.408**	**2.408**	**2.453**	
H	% Vacios	**100*((F-E)/F)**	%	0.60	0.30	0.50	0.20	**0.40**
I	Peso Inicial		gr	1216.5	1209.2	1211.3	1218.6	
J	Peso 100 vueltas		gr	1157.1	1152.2	1153.2	1161.1	
K	Peso 200 vueltas		gr	1149.6	1143.7	1144.7	1150.6	
L	Peso 300 vueltas		gr	1135.9	1127.2	1130.1	1137.9	
M	100 vueltas		%	4.9	4.7	4.8	4.7	
N	200 vueltas		%	5.5	5.4	5.5	5.6	
O	300 vueltas		%	6.6	6.8	6.7	6.6	
	Desgaste por metodo de cantabro		%	**6.7%**				

Observaciones:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Tec. Hernán Alberto Cano Sosa Técnico de Laboratorio	Stivens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204003

CALCULO DE COSTOS

COTIZACION DE PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

AREA	
LARGO m	1
ANCHO m	1
MEZCLA ASFALTICA	
AREA (m2)	1
ESPESOR REAL (m)	1.3

ESPESOR COMPACTADO m	ESPONJAMIENTO	FACTOR DE ESPONJAMIENTO
1.000	30.0%	0.3

MATERIALES		DESPERDICIO (m3)	MATERIAL UTIL (m3)	EMULSION (m3)	MATERIAL NETO (m3)
MAF (m3)	1.3	0	1.3	0.26	1.04
PIEDRA CHANCADA (m3)	0.5				
ARENA CHANCADA (m3)	0.4				
ARENA NATURAL (m3)	0.1				

INSUMOS							
	m3	LITROS	GALONES	SACOS	TONELADAS	TRAILER	CILINDROS
CAL (m3)	0.0			0.7	0.03		
EMULSION (m3)	0.3	261.0	68.97			0.0	1.3
PAE (m3)	0.0	0.0	0.0				0

MEZCLA ASFALTICA				
INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL
PIEDRA DE 1/2"	0.5	m3	S/. 37.00	S/. 18.12
ARENA CHANCADA DE 1/4	0.4	m3	S/. 20.00	S/. 7.77
ARENA NATURAL DE 3/8	0.1	m3	S/. 30.00	S/. 3.97
CAL HIDRATADA	0.03	ton	S/. 450.00	S/. 12.08
EMULSION	69.0	galon	S/. 8.00	S/. 551.75
PAE	0.0000	galon	S/. 22.20	S/. -
PRODUCCION PLANTA	1.3	m3	S/. 35.00	S/. 45.50
		TOTAL		S/. 639.19
		COSTO UNITARIO M3		S/. 491.68

PLANTA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
OPERADOR	1.0	dia	150.0	S/. 150.00
PEON	2.0	dia	100.0	S/. 200.00
		TOTAL DIA		S/. 350.00

MOVILIDAD				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
CARGADOR	7.0	hora	S/. 160.00	S/. 1,120.00
VOLQUETE	6.0	hora	S/. 110.00	S/. 660.00
		TOTAL HORA		S/. 1,780.00

PETROLEO 180M3 DIARIO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
CARGADOR	60.0	DIA	S/. 12.70	S/. 762.00
COMPRESORA	20.0	DIA	S/. 12.70	S/. 254.00
GRUPO ELECTROGENO	50.0	DIA	S/. 12.70	S/. 635.00
VOLQUETE	30.0	DIA	S/. 12.70	S/. 381.00
		TOTAL DIA		S/. 2,032.00
		TOTAL GALON DIA		160.00

PRODUCCION DIARIA =	180	M3
PRODUCCION TOTAL =	1.3	M2

RESUMEN		
DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO UNIT.
MEZCLA ASFALTICA EN FRIO	M3	S/. 491.68
PLANTA	M3	S/. 1.94
MOVILIDAD	M3	S/. 9.89
PETROLEO	M3	S/. 11.29

COSTO x M3 =	S/.	514.80
COSTO TOTAL =	S/.	669.25

COTIZACION DE PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

AREA	
LARGO m	1
ANCHO m	1
MEZCLA ASFALTICA	
AREA (m2)	1
ESPESOR REAL (m)	1.3

ESPESOR COMPACTADO m	ESPONJAMIENTO	FACTOR DE ESPONJAMIENTO
1.000	30.0%	0.3

MATERIALES		DESPERDICIO (m3)	MATERIAL UTIL (m3)	EMULSION (m3)	MATERIAL NETO (m3)
MAF (m3)	1.3	0	1.3	0.26	1.04
PIEDRA CHANCADA (m3)	0.5				
ARENA CHANCADA (m3)	0.4				
ARENA NATURAL (m3)	0.1				

INSUMOS							
	m3	LITROS	GALONES	SACOS	TONELADAS	TRAILER	CILINDROS
CAL (m3)	0.0			0.7	0.03		
EMULSION (m3)	0.3	262.8	69.43			0.0	1.3
PAE (m3)	0.0	0.0	0.0				0

MEZCLA ASFALTICA				
INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL
PIEDRA DE 1/2"	0.5	m3	S/. 37.00	S/. 18.24
ARENA CHANCADA DE 1/4	0.4	m3	S/. 20.00	S/. 7.82
ARENA NATURAL DE 3/8	0.1	m3	S/. 30.00	S/. 3.97
CAL HIDRATADA	0.03	ton	S/. 450.00	S/. 12.16
EMULSION	69.4	galon	S/. 8.00	S/. 555.40
PAE	0.0004	galon	S/. 22.20	S/. 0.01
PRODUCCION PLANTA	1.3	m3	S/. 35.00	S/. 45.50
		TOTAL		S/. 643.09
		COSTO UNITARIO M3		S/. 494.69

PLANTA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
OPERADOR	1.0	dia	150.0	S/. 150.00
PEON	2.0	dia	100.0	S/. 200.00
		TOTAL DIA		S/. 350.00

MOVILIDAD				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
CARGADOR	7.0	hora	S/. 160.00	S/. 1,120.00
VOLQUETE	6.0	hora	S/. 110.00	S/. 660.00
		TOTAL HORA		S/. 1,780.00

PETROLEO 180M3 DIARIO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
CARGADOR	60.0	DIA	S/. 12.70	S/. 762.00
COMPRESORA	20.0	DIA	S/. 12.70	S/. 254.00
GRUPO ELECTROGENO	50.0	DIA	S/. 12.70	S/. 635.00
VOLQUETE	30.0	DIA	S/. 12.70	S/. 381.00
		TOTAL DIA		S/. 2,032.00
		TOTAL GALON DIA		160.00

PRODUCCION DIARIA =	180	M3
PRODUCCION TOTAL =	1.3	M2

RESUMEN		
DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO UNIT.
MEZCLA ASFALTICA EN FRIO	M3	S/. 494.69
PLANTA	M3	S/. 1.94
MOVILIDAD	M3	S/. 9.89
PETROLEO	M3	S/. 11.29

COSTO x M3 =	S/.	517.81
COSTO TOTAL =	S/.	673.15

COTIZACION DE PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

AREA	
LARGO m	1
ANCHO m	1
MEZCLA ASFALTICA	
AREA (m2)	1
ESPESOR REAL (m)	1.3

ESPESOR COMPACTADO m	ESPONJAMIENTO	FACTOR DE ESPONJAMIENTO
1.000	30.0%	0.3

MATERIALES		DESPERDICIO (m3)	MATERIAL UTIL (m3)	EMULSION (m3)	MATERIAL NETO (m3)
MAF (m3)	1.3	0	1.3	0.26	1.04
PIEDRA CHANCADA (m3)	0.5				
ARENA CHANCADA (m3)	0.4				
ARENA NATURAL (m3)	0.1				

INSUMOS							
	m3	LITROS	GALONES	SACOS	TONELADAS	TRAILER	CILINDROS
CAL (m3)	0.0			0.7	0.03		
EMULSION (m3)	0.3	264.5	69.88			0.0	1.3
PAE (m3)	0.0	0.0	0.0				0

MEZCLA ASFALTICA				
INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL
PIEDRA DE 1/2"	0.5	m3	S/. 37.00	S/. 18.36
ARENA CHANCADA DE 1/4	0.4	m3	S/. 20.00	S/. 7.87
ARENA NATURAL DE 3/8	0.1	m3	S/. 30.00	S/. 3.96
CAL HIDRATADA	0.03	ton	S/. 450.00	S/. 12.24
EMULSION	69.9	galon	S/. 8.00	S/. 559.06
PAE	0.0008	galon	S/. 22.20	S/. 0.02
PRODUCCION PLANTA	1.3	m3	S/. 35.00	S/. 45.50
		TOTAL		S/. 647.00
		COSTO UNITARIO M3		S/. 497.69

PLANTA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
OPERADOR	1.0	dia	150.0	S/. 150.00
PEON	2.0	dia	100.0	S/. 200.00
		TOTAL DIA		S/. 350.00

MOVILIDAD				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
CARGADOR	7.0	hora	S/. 160.00	S/. 1,120.00
VOLQUETE	6.0	hora	S/. 110.00	S/. 660.00
		TOTAL HORA		S/. 1,780.00

PETROLEO 180M3 DIARIO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
CARGADOR	60.0	DIA	S/. 12.70	S/. 762.00
COMPRESORA	20.0	DIA	S/. 12.70	S/. 254.00
GRUPO ELECTROGENO	50.0	DIA	S/. 12.70	S/. 635.00
VOLQUETE	30.0	DIA	S/. 12.70	S/. 381.00
		TOTAL DIA		S/. 2,032.00
		TOTAL GALON DIA		160.00

PRODUCCION DIARIA =	180	M3
PRODUCCION TOTAL =	1.3	M2

RESUMEN		
DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO UNIT.
MEZCLA ASFALTICA EN FRIO	M3	S/. 497.69
PLANTA	M3	S/. 1.94
MOVILIDAD	M3	S/. 9.89
PETROLEO	M3	S/. 11.29

COSTO x M3 =	S/.	520.81
COSTO TOTAL =	S/.	677.06

COTIZACION DE PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

AREA	
LARGO m	1
ANCHO m	1
MEZCLA ASFALTICA	
AREA (m2)	1
ESPESOR REAL (m)	1.3

ESPESOR COMPACTADO m	ESPONJAMIENTO	FACTOR DE ESPONJAMIENTO
1.000	30.0%	0.3

MATERIALES		DESPERDICIO (m3)	MATERIAL UTIL (m3)	EMULSION (m3)	MATERIAL NETO (m3)
MAF (m3)	1.3	0	1.3	0.27	1.03
PIEDRA CHANCADA (m3)	0.5				
ARENA CHANCADA (m3)	0.4				
ARENA NATURAL (m3)	0.1				

INSUMOS							
	m3	LITROS	GALONES	SACOS	TONELADAS	TRAILER	CILINDROS
CAL (m3)	0.0			0.7	0.03		
EMULSION (m3)	0.3	265.9	70.25			0.0	1.3
PAE (m3)	0.0	0.0	0.0				0

MEZCLA ASFALTICA				
INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL
PIEDRA DE 1/2"	0.5	m3	S/. 37.00	S/. 18.45
ARENA CHANCADA DE 1/4	0.4	m3	S/. 20.00	S/. 7.91
ARENA NATURAL DE 3/8	0.1	m3	S/. 30.00	S/. 3.96
CAL HIDRATADA	0.03	ton	S/. 450.00	S/. 12.30
EMULSION	70.2	galon	S/. 8.00	S/. 561.98
PAE	0.0012	galon	S/. 22.20	S/. 0.03
PRODUCCION PLANTA	1.3	m3	S/. 35.00	S/. 45.50
		TOTAL		S/. 650.13
		COSTO UNITARIO M3		S/. 500.10

PLANTA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
OPERADOR	1.0	dia	150.0	S/. 150.00
PEON	2.0	dia	100.0	S/. 200.00
		TOTAL DIA		S/. 350.00

MOVILIDAD				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
CARGADOR	7.0	hora	S/. 160.00	S/. 1,120.00
VOLQUETE	6.0	hora	S/. 110.00	S/. 660.00
		TOTAL HORA		S/. 1,780.00

PETROLEO 180M3 DIARIO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
CARGADOR	60.0	DIA	S/. 12.70	S/. 762.00
COMPRESORA	20.0	DIA	S/. 12.70	S/. 254.00
GRUPO ELECTROGENO	50.0	DIA	S/. 12.70	S/. 635.00
VOLQUETE	30.0	DIA	S/. 12.70	S/. 381.00
		TOTAL DIA		S/. 2,032.00
		TOTAL GALON DIA		160.00

PRODUCCION DIARIA =	180	M3
PRODUCCION TOTAL =	1.3	M2

RESUMEN		
DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO UNIT.
MEZCLA ASFALTICA EN FRIO	M3	S/. 500.10
PLANTA	M3	S/. 1.94
MOVILIDAD	M3	S/. 9.89
PETROLEO	M3	S/. 11.29

COSTO x M3 =	S/.	523.22
COSTO TOTAL =	S/.	680.18

COTIZACION DE PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

AREA	
LARGO m	1
ANCHO m	1
MEZCLA ASFALTICA	
AREA (m2)	1
ESPESOR REAL (m)	1.3

ESPESOR COMPACTADO m	ESPONJAMIENTO	FACTOR DE ESPONJAMIENTO
1.000	30.0%	0.3

MATERIALES		DESPERDICIO (m3)	MATERIAL UTIL (m3)	EMULSION (m3)	MATERIAL NETO (m3)
MAF (m3)	1.3	0	1.3	0.27	1.03
PIEDRA CHANCADA (m3)	0.5				
ARENA CHANCADA (m3)	0.4				
ARENA NATURAL (m3)	0.1				

INSUMOS							
	m3	LITROS	GALONES	SACOS	TONELADAS	TRAILER	CILINDROS
CAL (m3)	0.0			0.7	0.03		
EMULSION (m3)	0.3	267.8	70.76			0.0	1.3
PAE (m3)	0.0	0.0	0.0				0

MEZCLA ASFALTICA				
INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL
PIEDRA DE 1/2"	0.5	m3	S/. 37.00	S/. 18.59
ARENA CHANCADA DE 1/4	0.4	m3	S/. 20.00	S/. 7.97
ARENA NATURAL DE 3/8	0.1	m3	S/. 30.00	S/. 3.95
CAL HIDRATADA	0.03	ton	S/. 450.00	S/. 12.39
EMULSION	70.8	galon	S/. 8.00	S/. 566.12
PAE	0.0016	galon	S/. 22.20	S/. 0.04
PRODUCCION PLANTA	1.3	m3	S/. 35.00	S/. 45.50
		TOTAL		S/. 654.55
		COSTO UNITARIO M3		S/. 503.50

PLANTA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
OPERADOR	1.0	dia	150.0	S/. 150.00
PEON	2.0	dia	100.0	S/. 200.00
		TOTAL DIA		S/. 350.00

MOVILIDAD				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
CARGADOR	7.0	hora	S/. 160.00	S/. 1,120.00
VOLQUETE	6.0	hora	S/. 110.00	S/. 660.00
		TOTAL HORA		S/. 1,780.00

PETROLEO 180M3 DIARIO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
CARGADOR	60.0	DIA	S/. 12.70	S/. 762.00
COMPRESORA	20.0	DIA	S/. 12.70	S/. 254.00
GRUPO ELECTROGENO	50.0	DIA	S/. 12.70	S/. 635.00
VOLQUETE	30.0	DIA	S/. 12.70	S/. 381.00
		TOTAL DIA		S/. 2,032.00
		TOTAL GALON DIA		160.00

PRODUCCION DIARIA =	180	M3
PRODUCCION TOTAL =	1.3	M2

RESUMEN		
DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO UNIT.
MEZCLA ASFALTICA EN FRIO	M3	S/. 503.50
PLANTA	M3	S/. 1.94
MOVILIDAD	M3	S/. 9.89
PETROLEO	M3	S/. 11.29

COSTO x M3 =	S/.	526.62
COSTO TOTAL =	S/.	684.61

COTIZACION DE PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

AREA	
LARGO m	1
ANCHO m	1
MEZCLA ASFALTICA	
AREA (m2)	1
ESPESOR REAL (m)	1.3

ESPESOR COMPACTADO m	ESPONJAMIENTO	FACTOR DE ESPONJAMIENTO
1.000	30.0%	0.3

MATERIALES		DESPERDICIO (m3)	MATERIAL UTIL (m3)	EMULSION (m3)	MATERIAL NETO (m3)
MAF (m3)	1.3	0	1.3	0.27	1.03
PIEDRA CHANCADA (m3)	0.5				
ARENA CHANCADA (m3)	0.4				
ARENA NATURAL (m3)	0.1				

INSUMOS							
	m3	LITROS	GALONES	SACOS	TONELADAS	TRAILER	CILINDROS
CAL (m3)	0.0			0.7	0.03		
EMULSION (m3)	0.3	269.8	71.28			0.0	1.3
PAE (m3)	0.0	0.0	0.0				0

MEZCLA ASFALTICA				
INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL
PIEDRA DE 1/2"	0.5	m3	S/. 37.00	S/. 18.72
ARENA CHANCADA DE 1/4	0.4	m3	S/. 20.00	S/. 8.03
ARENA NATURAL DE 3/8	0.1	m3	S/. 30.00	S/. 3.94
CAL HIDRATADA	0.03	ton	S/. 450.00	S/. 12.48
EMULSION	71.3	galon	S/. 8.00	S/. 570.26
PAE	0.0020	galon	S/. 22.20	S/. 0.04
PRODUCCION PLANTA	1.3	m3	S/. 35.00	S/. 45.50
		TOTAL		S/. 658.98
		COSTO UNITARIO M3		S/. 506.91

PLANTA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
OPERADOR	1.0	dia	150.0	S/. 150.00
PEON	2.0	dia	100.0	S/. 200.00
		TOTAL DIA		S/. 350.00

MOVILIDAD				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
CARGADOR	7.0	hora	S/. 160.00	S/. 1,120.00
VOLQUETE	6.0	hora	S/. 110.00	S/. 660.00
		TOTAL HORA		S/. 1,780.00

PETROLEO 180M3 DIARIO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
CARGADOR	60.0	DIA	S/. 12.70	S/. 762.00
COMPRESORA	20.0	DIA	S/. 12.70	S/. 254.00
GRUPO ELECTROGENO	50.0	DIA	S/. 12.70	S/. 635.00
VOLQUETE	30.0	DIA	S/. 12.70	S/. 381.00
		TOTAL DIA		S/. 2,032.00
		TOTAL GALON DIA		160.00

PRODUCCION DIARIA =	180	M3
PRODUCCION TOTAL =	1.3	M2

RESUMEN		
DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO UNIT.
MEZCLA ASFALTICA EN FRIO	M3	S/. 506.91
PLANTA	M3	S/. 1.94
MOVILIDAD	M3	S/. 9.89
PETROLEO	M3	S/. 11.29

COSTO x M3 =	S/.	530.03
COSTO TOTAL =	S/.	689.04

COTIZACION DE PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

AREA	
LARGO m	1
ANCHO m	1
MEZCLA ASFALTICA	
AREA (m2)	1
ESPESOR REAL (m)	1.3

ESPESOR COMPACTADO m	ESPONJAMIENTO	FACTOR DE ESPONJAMIENTO
1.000	30.0%	0.3

MATERIALES		DESPERDICIO (m3)	MATERIAL UTIL (m3)	EMULSION (m3)	MATERIAL NETO (m3)
MAF (m3)	1.3	0	1.3	0.27	1.03
PIEDRA CHANCADA (m3)	0.5				
ARENA CHANCADA (m3)	0.4				
ARENA NATURAL (m3)	0.1				

INSUMOS							
	m3	LITROS	GALONES	SACOS	TONELADAS	TRAILER	CILINDROS
CAL (m3)	0.0			0.7	0.03		
EMULSION (m3)	0.3	271.8	71.80			0.0	1.3
PAE (m3)	0.0	0.0	0.0				0

MEZCLA ASFALTICA				
INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL
PIEDRA DE 1/2"	0.5	m3	S/. 37.00	S/. 18.86
ARENA CHANCADA DE 1/4	0.4	m3	S/. 20.00	S/. 8.09
ARENA NATURAL DE 3/8	0.1	m3	S/. 30.00	S/. 3.93
CAL HIDRATADA	0.03	ton	S/. 450.00	S/. 12.57
EMULSION	71.8	galon	S/. 8.00	S/. 574.40
PAE	0.0024	galon	S/. 22.20	S/. 0.05
PRODUCCION PLANTA	1.3	m3	S/. 35.00	S/. 45.50
		TOTAL		S/. 663.40
		COSTO UNITARIO M3		S/. 510.31

PLANTA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
OPERADOR	1.0	dia	150.0	S/. 150.00
PEON	2.0	dia	100.0	S/. 200.00
		TOTAL DIA		S/. 350.00

MOVILIDAD				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
CARGADOR	7.0	hora	S/. 160.00	S/. 1,120.00
VOLQUETE	6.0	hora	S/. 110.00	S/. 660.00
		TOTAL HORA		S/. 1,780.00

PETROLEO 180M3 DIARIO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL DIA
CARGADOR	60.0	DIA	S/. 12.70	S/. 762.00
COMPRESORA	20.0	DIA	S/. 12.70	S/. 254.00
GRUPO ELECTROGENO	50.0	DIA	S/. 12.70	S/. 635.00
VOLQUETE	30.0	DIA	S/. 12.70	S/. 381.00
		TOTAL DIA		S/. 2,032.00
		TOTAL GALON DIA		160.00

PRODUCCION DIARIA =	180	M3
PRODUCCION TOTAL =	1.3	M2

RESUMEN		
DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO UNIT.
MEZCLA ASFALTICA EN FRIO	M3	S/. 510.31
PLANTA	M3	S/. 1.94
MOVILIDAD	M3	S/. 9.89
PETROLEO	M3	S/. 11.29

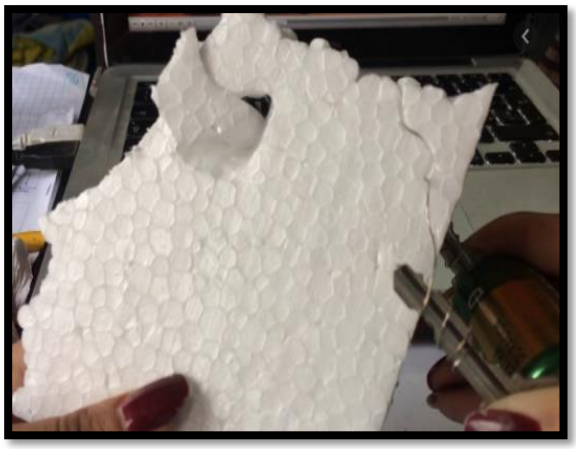
COSTO x M3 =	S/.	533.43
COSTO TOTAL =	S/.	693.46

PANEL

FOTOGRÁFICO

ELABORACIÓN DEL PAÊ

a) La fabricación del PAÊ consiste en poliestireno expandido (tecnopor) con acetato de etilo
b) Se recolecta todo tipo de material que esté hecho a base de poliestireno expandido (tecnopor) de forma limpia
c) Si tiene gran tamaño se corta en pedazos para su mejor empleo
d) Se vierte en un frasco de vidrio con tapa el acetato de etilo
e) Agregamos el poliestireno expandido (tecnopor) en trozos para hacer mejor su manejo
f) Con un palito tratamos de hundir el poliestireno expandido (tecnopor) en el acetato de etilo para lograr que todo se diluya en él
g) Seguir insertando el poliestireno expandido (tecnopor) hasta conseguir la consistencia como de un pegamento



NOEL

EXTRACCIÓN DEL MATERIAL

a. Se realiza una inspección a la cantera tomándose una muestra de pilas o depósitos de acopio en la cantera y en distintos intervalos de tiempo
b. Se recomienda que el muestreo de la grava y arena se realice cada 50 ton de producción

GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS

a) Teniéndose el material en una superficie plana se cuartea el agregado
b) Se toma los extremos opuestos representativos para tamizar
c) Se realiza el lavado por la malla #200 para así retirar desechos que ensucien el material
d) Se coloca las mallas en orden según su empleo
e) Se vierte el agregado en los tamices y se tamiza durante 2 minutos
f) Luego se retira tamiz por tamiz para pesar lo retenido por cada malla
g) Se coloca en bolsas para su mejor empleo más adelante

ARENA
NATURAL

ARENA
TRITURADA

PIEDRA
CHANCADA

ARENA
NATURAL

COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS

a. Contándose con las cantidades en porcentajes para emplear los agregados y emulsión para la mezcla
b. Se separa en taras para cada porcentaje requerido según su combinación
c. En la balanza se agrega primero el agregado, después la humedad requerida, el PAË de acuerdo a su porcentaje y la emulsión ya determinada
d. En una tara se mezcla uniforme todo hasta conseguir una mezcla homogénea

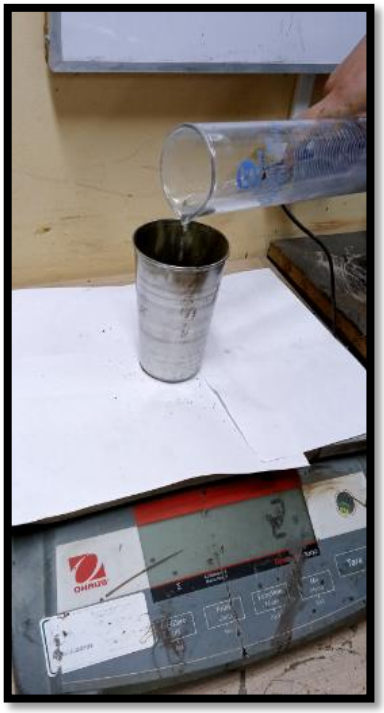
MAF
BASE 1

MAF
BASE 3

MAF

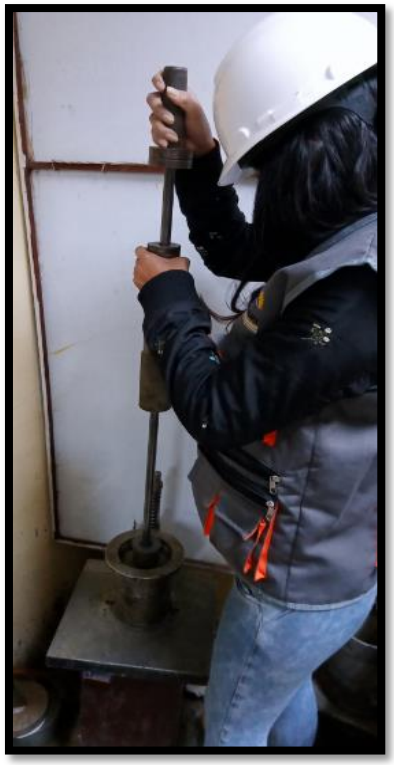
MAF

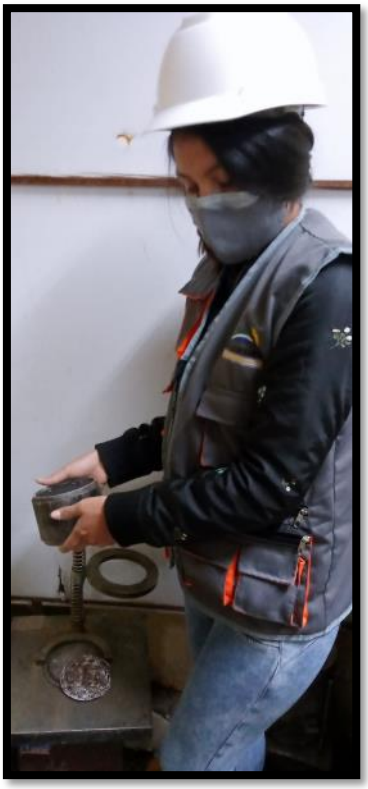
Arena Gruesa
Arena Natural
Piedra 1/2
Piedra 3/4

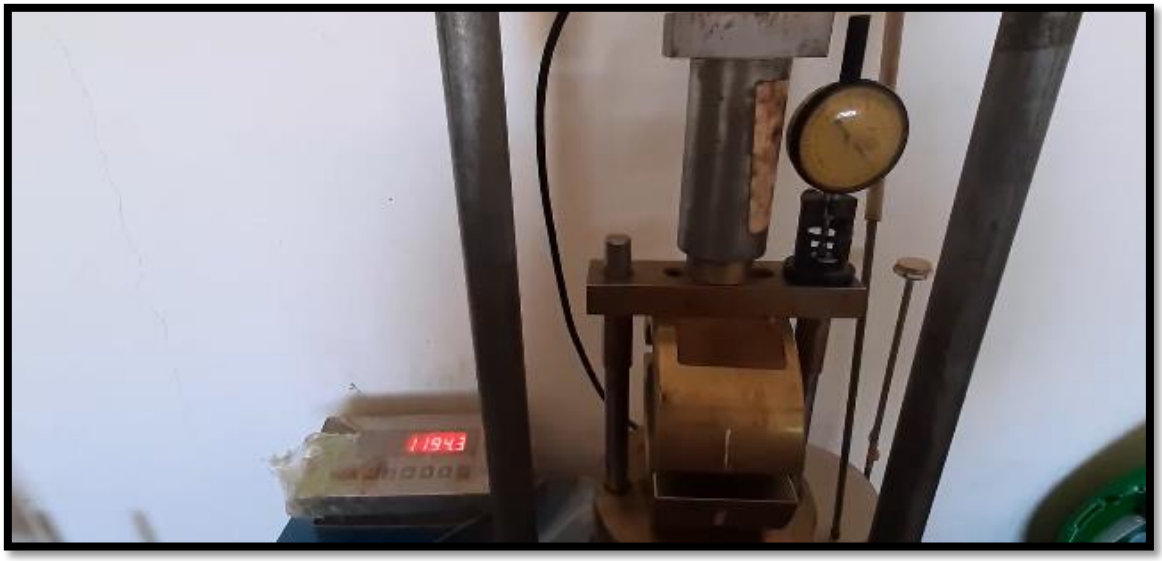


ENSAYO MARSHALL

a) Teniéndose la mezcla realizada por cada porcentaje que se necesite
b) Colocar un disco de papel en la parte inferior y superior y echar la mezcla en el molde Marshall y punzar con la barrilla 15 veces en el perímetro y 10 veces en el centro para distribuir bien la mezcla
c) Teniéndose la mezcla en el pedestal de compactación se procede a dar 75 golpes por cada cara con el martillo Marshall
d) Se deja reposar por 24 horas para el curado antes de desmoldar la briqueta
e) Desmoldando la briqueta con la ayuda del gato hidráulico y se procede a tomar las dimensiones de las briquetas
f) Se pesa la briqueta en seco, sumergido y saturado para la determinación del peso específico de la briqueta
g) Se pone en baño María a 25 °C por 30 minutos y se retira para secarlo con toques suaves superficialmente
h) Se coloca en la prensa para determinar su estabilidad y flujo
i) Se realiza el mismo procedimiento para las otras briquetas
j) Para la estabilidad retenida se tiene que dejar durante 24 horas en baño María y después se realiza el mismo procedimiento anterior

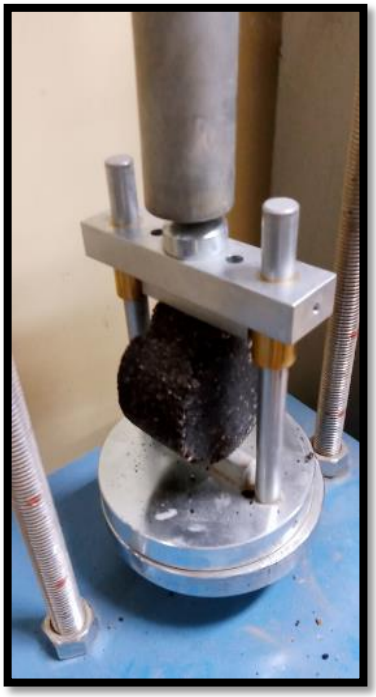






ENSAYO LOTTMAN

a. Teniéndose la mezcla realizada por cada porcentaje que se necesite. Colocar un disco de papel en la parte inferior y superior y echar la mezcla en el molde y punzar con la barrilla 15 veces en el perímetro y 10 veces en el centro para distribuir bien la mezcla. Teniéndose la mezcla en el pedestal de compactación se procede a dar 75 golpes por cada cara con el martillo, se deja reposar por 24 horas para el curado antes de desmoldar la briqueta. Desmoldando la briqueta con la ayuda del gato hidráulico y se procede a tomar las dimensiones de las briquetas.
b. Se pone al horno a 60 °C durante 4 días para eliminar humedad
c. Se pesa la briqueta en seco, sumergido a 25 °C y saturado para la determinación del peso específico de la briqueta
d. Se tendrá dos pasos distintos para cada 3 briquetas
   1° PASO
e. Las 3 briquetas en seco a 25°C
f. Se coloca en la prensa para determinar la tracción y se abre con la mano para examinar su el desprendimiento de los agregados
   2° PASO
g. Otras 3 briqueta se pone en baño maría a 60 °C por 24 horas y se retira para secarlo con toques suaves superficialmente
h. Se deja por 2 horas a temperatura ambiente
i. Se coloca en la prensa para determinar la tracción y se abre con la mano para examinar su el desprendimiento de los agregados
j. Se realiza el mismo procedimiento para las otras briquetas



ENSAYO CÁNTABRO

a) Teniéndose la mezcla realizada por cada porcentaje que se necesite
b) Colocar un disco de papel en la parte inferior y superior y echar la mezcla en el molde Marshall y punzar con la barrilla 15 veces en el perímetro y 10 veces en el centro para distribuir bien la mezcla
c) Teniéndose la mezcla en el pedestal de compactación se procede a dar 75 golpes por cada cara con el martillo Marshall
d) Se deja reposar por 24 horas para el curado antes de desmoldar la briqueta
e) Desmoldando la briqueta con la ayuda del gato hidráulico y se procede a tomar las dimensiones de las briquetas
f) Se pesa la briqueta en seco
g) Se inserta en el tambor del equipo los Ángeles
h) Se da 100, 200 y 300 rotaciones del tambor
i) Tomándose los pesos de la briqueta ya desgastada por cada 100 vueltas.