

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“USO DE MEZCLA RECICLADA EN EL DISEÑO DE
PAVIMENTOS EN LAS CALLES DEL CERCADO DE
EL TAMBO HUANCAYO”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. TAIPE ALANYA, JUAN HENRY

ASESOR:

Mg. RANDO PORRAS OLARTE

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIÓN

HUANCAYO – PERÚ

2023

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

Dr. Rubén Tapia Silguera
PRESIDENTE

Mg. Julio Fredy Porras Mayta
JURADO

Ing. Christian Mallaupoma Reyes
JURADO

Ing. Nataly Lucia Córdova Zorilla
JURADO

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
SECRETARIO DE DOCENTE

DEDICATORIA

A mis padres quienes han sido mi apoyo, mi soporte para avanzar un paso más en mi vida. A los catedráticos de la facultad de ingeniería por brindarme sus conocimientos e instruirme y prepararme para la sociedad.

Bach. Taipe Alanya, Juan Henry

AGRADECIMIENTO

A mi madre Gloria, a mi padre Juan y a mi hermano Jhonatan, encargados de canalizarme por el sendero de la vida, a los catedráticos de mi alma mater, aquellos que se proyectan en una formación sublime para así originar una nueva concepción de profesionales.

Bach. Taipe Alanya, Juan Henry

CONSTANCIA 190

DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de la tesis titulado “USO DE MEZCLA RECICLADA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS EN LAS CALLES DEL CERCADO DE EL TAMBO HUANCAYO”.

Cuyo autor (a) (es) : Juan Henry, Taipe Alanya.

Facultad : Ingeniería.

Escuela Profesional : Ingeniería Civil.

Asesor (a) (es) : Mg. Rando Porras Olarte

Que, fue presentado con fecha 03.07.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 05.07.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de **06%**. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el **30%**. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 05 de Julio del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
CONTENIDO.....	VII
CONTENIDO DE TABLAS.....	XI
CONTENIDO DE FIGURAS.....	XIII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVI
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	18
1.2 Delimitaciones del problema.....	19
1.2.1 Delimitación espacial.....	19
1.2.2 Delimitación temporal.....	19
1.2.3 Delimitación económica.....	19
1.3 Formulación del problema.....	19
1.3.1 Problema general.....	19
1.3.2 Problemas específicos.....	19
1.4 Justificación.....	20
1.4.1 Justificación social o práctica.....	20
1.4.2 Justificación científica o teórica.....	20
1.4.3 Justificación metodológica.....	20
1.5 Objetivos.....	20
1.5.1 Objetivo general.....	20
1.5.2 Objetivos específicos.....	21
1.6 Limitaciones.....	21
CAPITULO II MARCO TEORICO.....	22
2.1 Antecedentes.....	22
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	22
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	26
2.1.3 Investigaciones de revistas especializadas.....	29
2.2 Bases Teórica o Científicas.....	30
2.2.1 Pavimento.....	30

2.2.2	Tecnologías para la elaboración de pavimentos asfálticos	33
2.2.3	Características del pavimento	36
2.2.4	Pavimento reciclado	37
2.2.5	Proceso de reciclado	38
2.2.6	Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en caliente	41
2.2.7	Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en frío	42
2.2.8	Cemento asfáltico	43
2.2.9	Requerimiento de agregados.....	43
2.2.10	Diseño de combinaciones asfálticas en altas temperaturas usando el método Marshall	45
2.2.11	El RAP como agente estabilizador	47
2.3	Marco Conceptual.....	47
2.3.1	Adhesividad	47
2.3.2	Afirmado.....	47
2.3.3	Agregados pétreos	47
2.3.4	Áridos	47
2.3.5	Asfalto	47
2.3.6	Cemento asfáltico	47
2.3.7	Peso unitario	48
2.3.8	Consistencia y penetración	48
2.3.9	Curva granulométrica	48
2.3.10	Ductilidad	48
2.3.11	Ensayo Marshall.....	48
2.3.12	Fragilidad	48
2.3.13	Fresado	48
2.3.14	Granulometría	49
2.3.15	Laboratorio.....	49
2.3.16	Mejorador de adherencia	49
2.3.17	Mezcla asfáltica.....	49
2.3.18	Pavimentos	49
CAPITULO III HIPOTESIS		50
3.1	Hipótesis general	50
3.2	Hipótesis específicas.....	50

3.3	Variables.....	50
3.3.1	Definición conceptual de las variables	50
3.3.2	Definición operacional de las variables	51
3.3.3	Operacionalización de las variables.....	51
CAPITULO IV METODOLOGIA.....		52
4.1	Método de investigación.....	52
4.2	Tipo de investigación.....	52
4.3	Nivel de investigación	53
4.4	Diseño de la investigación	53
4.5	Población y muestra.....	53
4.5.1	Población	53
4.5.2	Muestra	53
4.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	54
4.6.1	Técnicas de recolección de datos.....	54
4.6.2	Instrumentos de recolección de datos	55
4.7	Técnicas de proceso de la información y análisis de datos	55
4.7.1	Procesamiento de la información.....	55
4.7.2	Técnicas y análisis de datos	56
4.8	Aspectos éticos de la investigación	56
CAPITULO V RESULTADOS.....		57
5.1	Descripción del diseño tecnológico	57
5.1.1	Caso de investigación	58
5.1.2	Interpretación de las pruebas	58
5.1.3	Combinación de asfalto reciclado.....	59
5.2	Descripción de resultados	59
5.2.1	Porcentaje de asfalto.....	59
5.2.2	Análisis granulométrico del componente reciclado	59
5.2.3	Agregado pétreo de adición	61
5.2.4	Aditivo mejorador de asfalto Quimi bond 3000	66
5.2.5	Diseño de mezcla del pavimento reciclado.....	66
5.2.6	Diseño de mezcla asfáltica en caliente convencional	66

5.2.7	Diseño de mezcla asfáltica convencional más 10% mr. y 0.5% de quimibond 3000 del peso del cemento asfáltico	68
5.2.8	Diseño de mezcla del pavimento usual.....	76
5.2.9	Análisis económico del precio unitario del pavimento reciclado y usual	78
5.3	Contrastación de hipótesis	79
5.3.1	Hipótesis general	79
5.3.2	Hipótesis específicas.....	79
CAPÍTULO VI ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		80
6.1	Mezcla asfáltica reciclada.....	80
6.1.1	contenido de asfalto reciclado	80
6.1.2	Análisis granulométrico del material reciclado	81
6.1.3	Diseño de carpetas asfálticas en temperaturas altas.....	83
6.1.4	Análisis económico del precio unitario del RAP y usual.....	86
CONCLUSIONES.....		88
RECOMENDACIONES		89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		90
ANEXOS.....		92
ANEXO 1		93
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....		93
ANEXO 2.....		95
PANEL FOTOGRAFICO		95
ANEXO 3.....		97
LAVADO ASFALTICO Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL RAP.....		97
ANEXO 4.....		99
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS ARIDOS A ADICIONAR.....		99
ANEXO 5.....		104
DISEÑO MARSHALL CON 10% RAP		104
ANEXO 6.....		110
FICHA TECNICA ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA.....		110
ANEXO 7.....		112
DISEÑO MARSHALL CONVENCIONAL.....		112
ANEXO 8.....		123
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS.....		123
ANEXO 9.....		125
REVISTA COSTOS.....		125
ANEXO 10.....		127
ENSAYOS A LOS ARIDOS		127

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1-Parámetros de diseño de mezclas de carpeta asfáltica.....	35
Tabla 2-Tolerancia para la mezcla de la carpeta asfáltica en caliente	35
Tabla 3-parametros para los agregados gruesos	44
Tabla 4-Requisitos para los agregados finos	44
Tabla 5-Límites granulométricos para pavimentos asfálticos en caliente (MAC).....	44
Tabla 6-Tendencia de las curvas de las propiedades de diseño Marshall	46
Tabla 7-Operacionalización de las variables	51
TABLA 8. análisis granulométrico del lavado asfáltico reciclado	60
Tabla 9-Granulometría del agregado reciclado	61
Tabla 10-Análisis granulométrico del agregado grueso	62
Tabla 11-Análisis granulométrico de la gravilla	63
Tabla 12-Analisis granulométrico de la arena chancada	64
Tabla 13-Analisis granulométrico de la arena zarandeada	65
Tabla 14-Porcentajes retenidos del árido reciclado	66
Tabla 15-Porcentajes retenidos de los áridos.....	67
Tabla 16-Porcentajes para la combinación convencional	67
Tabla 17-Porcentaje parcial retenido por malla del agregado a adicionar	67
Tabla 18-Porcentajes para mezcla convencional de asfalto.....	68
Tabla 19-Combinacion final para mezcla convencional.....	68
Tabla 20-Granulometría de la combinación de agregado convencional	69
Tabla 21-Analisis de briquetas al 4.5% de c.a.....	70
Tabla 22-Analisis de briqueta al 5% de c.a.	71
Tabla 23-análisis de briqueta al 5.5% de c.a.	72
Tabla 24-Analisis de briqueta al 6% de c.a.	73
Tabla 25-Análisis de briqueta al 6.5% de c.a.	74
Tabla 26-Graficas de resistencia de mezcla reciclada	75
Tabla 27-Características Marshall de la combinación reciclada.....	76
Tabla 28-Características Marshall de la mezcla usual	76
Tabla 29-Gráficas de resistencia bituminosa usual.....	77
Tabla 30-Análisis de costos unitarios mezcla usual	78
Tabla 31-Análisis de costos unitarios mezcla usual más 10% de reciclado	78
Tabla 32-Análisis granulométrico y curva granulométrica del material reciclado	81
Tabla 33-Resumen de los porcentajes retenidos.....	82
Tabla 34-Combinación de agregados convencional	82
Tabla 35-Combinación de agregados con 10% MR y 0.5% de quimibond 3000 del peso del cemento asfáltico	83
Tabla 36-Características de la combinación de asfalto reciclado	83
Tabla 37-Características del pavimento usual	84
Tabla 38-Características de la mezcla EGC	84

Tabla 39-Características entre pavimento reciclado, pavimento convencional, y los requisitos de las EGC del MTC (2015).....	85
Tabla 40-Análisis de costos unitarios mezcla convencional.....	86
Tabla 41-Análisis de costos unitarios mezcla convencional más 10% de reciclado.....	86

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura N° 1-Pavimento flexible.....	30
Figura N° 2-Pavimento rigido	32
Figura N° 3-Tipos de mezcla a bases de asfalto	33
Figura N° 4-Extracción del pavimento asfáltico	39
Figura N° 5-Fresado del pavimento flexible	40
Figura N° 6-Proceso del fresado de carpeta asfáltica	42
Figura N° 7-Ubicación toma de muestra	57
Figura N° 8-Toma de muestra de pavimento existente.....	58
Figura N° 9-Granulometria del material reciclado	60

RESUMEN

La presente investigación se planteó como problema general: ¿Cuál es el resultado de la aplicación de la tecnología para la recuperación del pavimento asfáltico para su reciclaje El Tambo Huancayo 2021?, cuyo objetivo general fue: Establecer el resultado de la aplicación de la tecnología para la recuperación del pavimento asfáltico para su reciclaje El Tambo Huancayo 2021 y la hipótesis general fue: La aplicación de la tecnología para la recuperación del pavimento asfáltico mejora su comportamiento mecánico para su reciclaje El Tambo Huancayo 2021, para el desarrollo de la investigación se empleó el método científico, tipo aplicada, nivel descriptivo, diseño experimental – longitudinal, la población y muestra estuvo integrado por las calles del cercado de El Tambo Huancayo (entre Av. Ferrocarril y Av. Evitamiento); fruto a los resultados obtenidos después de haber realizado los ensayos correspondientes la investigación realizada, se tiene que se puede reciclar la carpeta asfáltica en un 10% combinando solamente con la cantera miomenita, a la vez se realizó un cuadro comparativo señalando las características del pavimento convencional y las características del pavimento reciclado en base a las normativas vigentes.

Palabras Clave: Tecnología de recuperación, pavimento asfáltico, reciclaje

ABSTRACT

The present investigation was raised as a general problem: What is the result of the application of the technology for the recovery of the asphalt pavement for its recycling El Tambo Huancayo 2021?, whose general objective was: Establish the result of the application of the technology for the recovery of the asphalt pavement for its recycling El Tambo Huancayo 2021 and the general hypothesis was: The application of the technology for the recovery of the asphalt pavement improves its mechanical behavior for its recycling El Tambo Huancayo 2021, for the development of the investigation the scientific method, applied type, descriptive level, experimental design - longitudinal, the population and sample was integrated by the streets of the fence of El Tambo Huancayo (between Av. Ferrocarril and Av. Evitamiento); Fruit of the results obtained after having carried out the corresponding tests of the investigation carried out, it is necessary to recycle the asphalt layer by 10% combining only with the myomenite quarry, at the same time a comparative table was made indicating the characteristics of the conventional pavement and the characteristics of the recycled pavement based on current regulations.

Key words: Recovery technology, asphalt pavement, recycling

INTRODUCCIÓN

La presente investigación denominada: “Uso de mezcla reciclada en el diseño de pavimentos en las calles del cercado de El Tambo Huancayo”, su propósito fue: obtener un pavimento mejor mecánicamente con todas las propiedades mecánicas, con respecto a los pavimentos flexibles convencionales. El objetivo principal es: establecer el resultado de la aplicación de la tecnología para la recuperación del pavimento asfáltico para su reciclaje El Tambo Huancayo 2021.

Se proponen tres objetivos específicos: Primero evaluar el resultado de la aplicación del pavimento asfáltico envejecido y ver cómo se comporta en la elaboración de una nueva mezcla asfáltica. Segundo, evaluar los factores ambientales que se conseguirán empleando el recurso de reconvertir las mezclas asfálticas elaboradas en altas temperaturas. Tercero, comentar acerca de los costos que se generaran al momento de aplicar la técnica del reciclado de carpeta asfáltica.

La idea de reutilizar la carpeta asfáltica es imperiosa debido a que es sostenible y es una práctica inusual pero imprescindible para mejorar el oficio del asfalto. Generado de esta manera muchos beneficios de este enfoque nuevo, tenemos el tipo económico la cual reduce costos pavimentación.

Es posible pavimentar con materiales reciclados, siguiendo los pasos de reciclaje: lavado de prueba, determinación del tamaño de partícula y determinación de la calidad del material recuperado.

Posteriormente, determinar la calidad Áridos a agregar como piedra triturada y arena, observe su análisis granulométrico, luego realizar ensayos mecánicos que garantizan la resistencia y durabilidad, luego utilizar PEN 85/100 que tiene como finalidad ser el aglutinante en la combinación de los áridos para la mezcla de pavimento asfáltico.

Por último, se realizó un diseño de pavimento empleando materiales reciclados, que serán sujeto a diferentes tipos de pruebas, por ejemplo, prueba de Marshall: estabilidad, fluidez y porcentaje de vacío, cuyos parámetros están establecidos.

El crecimiento de esta investigación esta ordenada por seis apartados cuyos contenidos son los siguientes:

En el capítulo I: Denominada el planteamiento del problema, se describe la realidad problemática, la delimitación espacial, temporal y económica, el problema general y específicos, seguidamente se dan a conocer la justificación de la investigación en la parte social, teórica y metodológica, para finalizar se expone el objetivo general y específico de la investigación.

El capítulo II: Denominada Marco teórico, se da a conocer los antecedentes internacionales, nacionales e investigaciones especializadas, continuando se da a conocer las bases teóricas o científicas y para finalizar el marco conceptual.

El capítulo III: Denominada Hipótesis, en ella se plantea la hipótesis general y también las hipótesis específicas, seguidamente se expone las definiciones conceptuales, operacionales y para finalizar la operacionalización de las variables.

El capítulo IV: Denominada metodología, se presenta el método, tipo, nivel, diseño de la investigación seguidamente la población y muestra, posteriormente se da a conocer las técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de procesamiento y análisis de datos y para finalizar se redacta los aspectos éticos.

En el capítulo V: Denominada resultados, se detalla los resultados alcanzados en la investigación y contrastación de hipótesis.

El capítulo VI: Denominada análisis y discusión de resultados, presenta el análisis de los de los resultados obtenidos y la discusión en base a las normativas y estudios anteriores.

Para fin ultimar, se procede a dar a entender y expresar las deducciones finales, los consejos y se menciona las bibliográficas utilizadas.

Bach. Taipe Alanya, Juan Henry

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Las vías en todo el Perú no cuentan con políticas de protección adecuada, debido a ello la mayoría de estas carreteras se encuentran en un estado de deterioro. Por eso se tiene la necesidad de restaurar muchos kilómetros de caminos, porque son formas de integrar la economía y así poder formar un desarrollo sostenible protegiendo nuestro bien, ya que se carece continuamente de áridos y recursos.

La regeneración de carreteras recorriendo al reciclaje de carpeta asfáltica es una alternativa empleada y utilizada en diferentes lugares del mundo. Las vías son importantes para el desarrollo de la población, promoviendo la movilización y la integración de las personas para satisfacer la carencia y la pobreza de transporte, requiriendo que se sometán al fortalecimiento físico, para proporcionar mantenibilidad a medida que crece la flota. El diseño estructural requiere que la superficie de rodadura esté en condiciones suficientemente cómodas y sostenibles, por lo que debe estabilizarse de manera eficiente de acuerdo a las propiedades obtenidas.

La firma dedicada al universo de construcción civil viene desarrollando recientes alternativas de ingeniería para poder readaptar la carpeta asfáltica y más adelante poderlos aprovechar cuando de completaron su ciclo.

El interés de contar con modernas alternativas de ingeniería, nos ayuda primero a la

protección de nuestra ecología y optimiza el curso constructivo de la capa asfáltica .

Entre las alternativas desarrolladas se encuentran el reciclaje en planta de la combinación de áridos en caliente y la plegadora asfáltica(fresado) para el reciclaje en sitio de mezcla asfáltica en caliente, es una serie de obras compuestas por una secuencia de maquinarias y acciones que son detallados.

El lucro que brinda la tecnología de reciclaje es la protección del medio ambiente, la reducción de la cantidad de material utilizado para construir pavimentos flexibles y la mejora del rendimiento en el campo. Reciclar a través del método anterior puede reducir la utilización de material cementante, agregados y también reducir el volumen de residuos sólidos. Sin embargo, en países latinoamericanos como Perú, el reciclaje de carpeta asfáltica se usa más en fabrica que en sitio, la intención que llevo a realizar este estudio es educar a las personas sobre la trascendencia de reciclar y reutilizar las mezclas asfálticas empleando la tecnología del fresado.

1.2 Delimitaciones del problema

1.2.1 Delimitación espacial

El proyecto delimita a la región Junín, provincia de Huancayo, distrito de El Tambo (Intersección Av. Ferrocarril y Av. Evitamiento).

1.2.2 Delimitación temporal

El estudio se delimita temporalmente al año 2021, en el periodo de julio a noviembre.

1.2.3 Delimitación económica

La realización de esta tentativa idea fue autofinanciada, la realización de pruebas en laboratorios especializados en mecánica de materiales y todos los gastos que se presentaron para poder culminar la investigación .

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

¿Cuál es el resultado de la aplicación de la tecnología para la recuperación del pavimento asfáltico para su reciclaje El Tambo Huancayo 2021?

1.3.2 Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el resultado de la aplicación del pavimento asfáltico envejecido como aporte a una nueva mezcla asfáltica?
- b) ¿Cuáles son los factores ambientales que se conseguirán aplicando la tecnología de reciclaje de pavimentos asfálticos en caliente?
- c) ¿Cuáles son los costos durante la ejecución de los proyectos, realizando la técnica de reciclaje en los pavimentos asfálticos?

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación social o práctica

El proyecto es socialmente ya que dará una solución adecuada a la longevidad y mantenimiento de los pavimentos.

1.4.2 Justificación científica o teórica

La investigación se justifica porque surge de la necesidad de comprender, evaluar y describir las características del pavimento asfáltico con una determinada cantidad de carpeta asfáltica reciclada, luego compararlas con las características del pavimento asfáltico convencional y así poder comparar las cualidades mecánicas obtenidas con el pliego de condiciones normadas en el manual de carreteras (especificaciones técnicas para la construcción MTC-EGC-2015) para registrar el apoyo de posteriores ideas de investigadores que se ajusten a la realización de rehabilitación de caminos.

1.4.3 Justificación metodológica

Las técnicas, procedimientos, métodos e instrumentos utilizados en la investigación se basan en lineamientos del método científico que servirán como bibliografía para futuras investigaciones. Los instrumentos diseñados y desarrollados se utilizarán para recopilar información y analizar datos.

La presente investigación se realizará basándose a la guía de carreteras denominada ETC-MTC-EGC-2015 y a la guía de pruebas del MTC-MEM-2016.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Establecer el resultado de la aplicación de la tecnología para la recuperación del pavimento asfáltico para su reciclaje El Tambo Huancayo 2021.

1.5.2 Objetivos específicos

- a) Evaluar el resultado de la aplicación del pavimento asfáltico envejecido como aporte a una nueva mezcla asfáltica.
- b) Evaluar los factores ambientales que se conseguirán aplicando la tecnología de reciclaje de pavimentos asfálticos en caliente.
- c) Comentar acerca de los costos durante la ejecución de los proyectos, realizando la técnica de reciclaje en los pavimentos asfálticos.

1.6 Limitaciones

En la realización del proyecto se tuvo como limitación más influyente la falta de equipos tecnológicos en el desarrollo de la obtención de la información de campo.

La realización de este proyecto fue en la pandemia del COVID-19, la cual limitó y condicionó a la investigación por las estables inmovilizaciones y requisitos que se daban.

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Según: (1), en su **monografía** “Estudio de las ventajas económicas del reciclaje en frío in situ de pavimentos asfálticos”. Publicado por la Universidad de Medellín y como asesor Ing. Héctor Enrique Cortez Pérez. Cuyo objetivo es estudiar las ventajas económicas del reciclaje en frío in situ de pavimentos asfálticos, quien llegó a las siguientes conclusiones:

- La recuperación con aditivos (cemento) tiene una amplia aplicabilidad y duración, pero en nuestro medio aún se sigue diseñando con el mismo criterio de subbase, base granular y pavimento en planta y en caliente, y en algunos casos esporádicos el fresado. La decisión de reutilizar los materiales existentes no ha sido muy utilizada, pero con las actuales exigencias en el campo ambiental y el agotamiento de recursos en algunos sitios de las regiones a intervenir, dará mayor relevancia a su uso y generaran menores costos de construcción.
- El uso de la recuperación de productos estabilizadores para estructuras, son alternativas viables y económicas, ya que permiten la reutilización del material existente en la vía logrando unos nuevos materiales de buena calidad para garantizar una estructura perdurable en el tiempo y que cumpla las especificaciones de diseño, además de obtener una importante reducción de costos por la disminución en los costos de transporte para nuevos materiales a colocar.
- Con la puesta en marcha de la Alternativa A para el mantenimiento de vías secundarias; por cada kilómetro de vía intervenido se logra un ahorro en los costos de

ejecución que puede llegar a ser hasta del orden del 35%, respecto a las demás alternativas planteadas.

➤ Luego de revisar todas las alternativas posibles con y sin mantenimiento, se puede asegurar que la Alternativa A sigue teniendo ventajas económicas respecto a las demás, incluso con la suma del valor sugerido para mantenimientos rutinarios de la vía intervenida. Generando ahorros al final de la vida útil del orden del 23% en los costos económicos.

➤ Se pudo constituir tanto con la utilización del árbol de decisión como con los criterios de incertidumbre, que la mejor alternativa para realizar el mantenimiento y rehabilitación de vías secundarias es la que involucra el reciclaje de pavimentos con adición de cemento, dadas las ventajas económicas que ofrece en lo que respecta a la reutilización de materiales pétreos existentes en la vía intervenida.

➤ Se aconseja que para la elaboración de futuros trabajos que involucren la consulta de expertos, se diseñe un formato de encuesta, que permita recolectar de manera ordenada la opinión de los mismos.

Según: (2), en su **tesis de maestría** “Análisis de reutilización de pavimentos asfálticos (RAP) para uso en pavimentos expuestos”. Publicado el Instituto Tecnológico de Costa Rica y como asesor MSC Ing. Sergio Fernández. Cuyo objetivo es juzgar el material producto del reciclado de pavimentos asfálticos (RAP) para reforzamiento de capas granulares para pavimentos con superficie de ruedo expuesta, quien llegó a los siguientes desenlaces:

➤ En consecuencia de los ensayos realizados cumplen con la declaración de precisión por repetibilidad de las normas de referencia para cada caso.

➤ De las señales de aceptación y calidad para seis fuentes de agregados, se logró obtener la caracterización de las propiedades físico-mecánicas de dos fuentes de material granular virgen y de dos de material producto del reciclado de pavimentos asfálticos.

➤ Pese a que los dos materiales RAP no tienen plasticidad no se deben descartar, por cuanto los parámetros técnicos permiten agregados no plásticos, siempre y cuando cumplan con tener más del 50% de caras fracturadas retenidas en la malla No. 4 (4,75 mm), en este caso todas fuentes muestreadas superaron este requisito.

- valorando los ensayos de granulometría, se puede concluir que el material proveniente del plantel de Dota (RAP-01) cumple parcialmente para Subbase Graduación B, mientras que el material proveniente del Plantel de Cartago (RAP-02) cumplió con los requerimientos de la graduación “B” y como material selecto para la capa superficial de la vía CR.204.07.
- revisando los resultados obtenidos en cuanto al análisis granulométrico es necesario realizar un procesamiento y homogenización de los materiales de RAP, así también incluir un proceso de trituración en caso de ser necesario.
- Ambos principios del RAP presentan una variabilidad significativa en cuanto a la densidad máxima seca, así como el valor de CBR obtenido, para el RAP-01 Dota se tiene que el CBR cumple como base y subbase, mientras que para RAP-02 Cartago solo cumple como subbase.
- Los indicadores de textura, abrasión, durabilidad y sanidad no presentan variabilidad significativa entre resultados de las fuentes de RAP, mismos que cumplen conforme a las especificaciones técnicas.
- En la valoración de material de RAP no necesariamente se puede obtener el CBR requerido para soportar la exigencia del tránsito de una vía, en términos generales la factibilidad inicial de un RAP se puede obtener mediante la determinación de la granulometría, densidad, contenido de humedad y el CBR de dicho material, mientras que características como durabilidad, textura, abrasión y sanidad se puede realizar una vez se han superado los parámetros de aceptación.
- El empleo de RAP como sustituto de material para caminos de lastre es factible siempre y cuando se evalúe su aporte basado en la caracterización de las propiedades físico-mecánicas.
- Acorde al análisis granulométrico las mezclas de RAP-MGV cumplen como Subbase Graduación B, Capa Granular de Rodadura Graduación TM-40b y Material Selecto para Capa Superficial.

- Para la composición de materiales de RAP-02 Cartago con MGCV-01 Ujarrás al aumentar el contenido de RAP de la mezcla los valores de CBR y densidad disminuyen, mientras que para la combinación de RAP-01 Dota con MGCV-02 Caracol se obtiene el resultado inverso donde se ve incrementado este parámetro.
- El RAP puede ser usado como material correctivo cuando se tiene MGCV con calidades inferiores a los requerimientos técnicos, siendo la mezcla de RAP-MGCV un material de mejores competencias.
- Las cualidades de ambas mezclas de RAP con MGCV en cuanto a durabilidad, abrasión y caras fracturadas cumplen conforme a las especificaciones técnicas, mientras que la pérdida por sanidad en sulfato de sodio solo cumple la combinación Ujarrás-Cartago.
- Concorde a una evaluación general las mezclas de RAP y MGCV, presentan un mejor desempeño para ser usados como material sustituto en caminos de lastre que el material de RAP por sí solo.
- La distribución de contenido de RAP de 50% al 75% de la combinación Ujarrás-Cartago es la que mejor enmarca el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

Según: (3), en su **artículo científico** “Desempeño del pavimento con mezcla reciclada-RAP y grano de caucho reciclado-GCR”. Publicado por la revista Infraestructura Vial del LanammeUCR, quienes llegan a los siguientes resultados:

- Una de las variables que tuvo mayor influencia durante la consecución del RAP fue el contenido de ligante presente en la mezcla envejecida. Este parámetro es esencial para garantizar la homogeneidad del RAP seleccionado.
- Debido a las variedades granulometrías que se consiguen durante los procesos de reciclaje in situ, la selección del RAP debe ajustarse a una granulometría para su reutilización, lo cual implica contar con la adición de material en los tamices en los cuales no se da cumplimiento a la granulometría. En este caso, la adición fue de arenas y material fino para quedar en la franja de la mezcla de diseño nueva tipo MDF-25.

- La prueba de fatiga para la mezcla de RAP completamente virgen y sin ligante no se consiguió, dado que por los procesos de envejecimiento la adhesión se pierde completamente. Debido a esto, se realizó un ajuste con emulsión CRL-1+GCR.
- Contraponiendo la ley de fatiga para la mezcla con 100% RAP y la mezcla RAP+GCR, se evidencia que los resultados de la adición de emulsión CRL-1 y GCR, mejoran considerablemente los resultados de deformación de las mezclas con pavimento reciclado.
- La deformación plástica para la mezcla RAP modificada con emulsión CRL-1 y GCR, da como resultado en esta primera etapa, 0,30 cm en promedio de las seis briquetas. Sin embargo, este valor se debe contrastar con un mayor número de muestras y diferentes dosificaciones de asfalto residual.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Según: (4), en su **tesis** “Recuperación de pavimento flexible envejecido mediante el empleo de una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente para pavimentos en Huancayo 2016”. Publicado por la Universidad Peruana los Andes y como asesor Ing. Vladimir Ordoñez Camposano. Cuyo objetivo es evaluar la reutilización del pavimento flexible envejecido mediante el empleo de una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente para pavimentos en Huancayo 2016, quien llegó a los próximos resultados:

- La deriva de una mezcla experimental con el empleo de residuos de un pavimento flexible envejecido ha sido viable su reutilización en una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente, con las condiciones adecuadas de un procesamiento del material, cumpliendo con las especificaciones técnicas y de calidad para un pavimento flexible.
- La deriva de la ejecución de una mezcla experimental mediante el método Marshall, han comprobado la factibilidad de reutilización de una parte del material residuos de un pavimento flexible, como aporte de la mezcla asfáltica procesada en una planta asfáltica en caliente.
- Con la realización de la mezcla asfáltica con el empleo de una parte de residuos de un pavimento flexible envejecido, se ha logrado resultados satisfactorios, que han permitido

determinar la Estabilidad y el Flujo como parámetros medibles de calidad de una mezcla asfáltica.

➤ Los enunciados anteriores, se sustentan en la comparación de resultados de los ensayos Marshall de la mezcla experimental con parte del material de residuos de pavimentos envejecidos, que cuentan con un % de aporte de ligante (cemento asfáltico PEN 85/100) y otro con material nuevo o virgen que no presenta ningún aporte de material ligante; con resultados satisfactorios que indican que la mezcla experimental cumple las especificaciones técnicas, tales como: la estabilidad con el material reciclado es mayor comparado con el material nuevo, esta característica se debe a que el material reciclado ofrece mayor resistencia debido a que el peso unitario es mayor, 2,335.00 Kg/m³ a diferencia del material nuevo de 2,310.00 Kg/m³, el flujo, es un valor que determina la cantidad de ligante absorbido por la mezcla asfáltica. En el presente estudio es mayor a fin de soportar deformaciones o destrucciones, por tanto, nos demuestra que el índice de rigidez es adecuado o sea 2,823.40 Kg/cm contra 1,050 Kg/cm del material nuevo, brindando mayor soporte por unidad de medida lineal en la capa asfáltica compactada.

Según: (5), en su tesis “Influencia del reciclado de pavimento flexible para mejorar la conservación vial entre calles 6 y 7 de ventanilla alta, 2018”. Publicado por la Universidad Cesar Vallejo y como asesor Mg. Ericka Claudia Bonilla. Cuyo objetivo es expresar la manera en que el reciclado de pavimento flexible influye en la conservación vial entre las calles 6 y 7 de Ventanilla Alta, 2018, quien llegó a las siguientes conclusiones:

➤ La actual investigación determina que el reciclado de pavimento flexible influye en la conservación vial entre las calles 6 y 7 de Ventanilla Alta, 2018. Se hizo la verificación con otras tesis relacionadas con este proyecto de investigación, ambos afirman la conservación vial que se encuentra al aplicar el método del reciclado de pavimento flexible en frío in situ. Por lo cual un pavimento flexible envejecido puede ser reutilizado siguiendo el procedimiento de rehabilitación. También, beneficiando de manera productiva, económica y minimizando la contaminación ambiental.

➤ Se puede decir que el reciclado de pavimento flexible influye en el mejoramiento de las propiedades físicas de un pavimento”. “Existen distintos métodos de reciclar un pavimento, el objetivo de los métodos de reciclaje es recuperar el 100% de material inicial y esto se logra mezclando el pavimento envejecido con distintas clases de emulsiones. Por otro

lado, las ventajas de usar estos métodos son: la falta de emisión de agentes contaminantes, el requerimiento mínimo energía, una alta productividad y la posibilidad de reciclar un mayor espesor de carpeta asfáltica.

➤ Se puede señalar que, a través del estudio elaborado en el presente proyecto de investigación el reciclado de pavimento flexible influye en el mejoramiento del tráfico vehicular entre las calles 6 y 7 porque este método corrige las deficiencias de origen superficial y estructural, mejora el perfil geométrico de la calzada y permite incrementar la resistencia estructural del pavimento así este podrá resistir un volumen de carga pesada.

Según: (6), en su **tesis** “Utilización de material de pavimento asfáltico envejecido para reciclaje en caliente y reutilización en mezcla asfáltica en caliente”. Publicado por la Universidad Ricardo Palma y como asesor M. Sc. Ing. Nestor W. Huamán Guerrero. Cuya finalidad es valorar el aprovechamiento de la técnica de reciclaje en caliente de los pavimentos asfálticos envejecidos, para su reutilización en una nueva mezcla asfáltica en caliente, quien llegó a las siguientes conclusiones:

➤ Se desarrollo un diseño de carpeta asfáltica con el 10%, 20%, 30% y 40% de RAP, siendo el diseño con el 30% de RAP, el que cumplió con todos los requisitos que establece la norma. Teniendo un ahorro en el porcentaje de agregados nuevos del 14% de agregados gruesos y el 16% de agregados finos y un 1.52% de cemento asfáltico.

➤ La preservación del medio ambiente se ha convertido en una preocupación en la mayoría de los países a nivel mundial, por ello nosotros al aplicar la técnica del reciclado del pavimento asfáltico en caliente para su reutilización, reduciremos la explotación de las canteras nuevas, así mismo minimizar el acopio de pavimentos desechados para así poder reducir el deterioro de la capa de ozono y el impacto ambiental como se puede apreciar en la Tabla N°13 y N°14.

➤ Del análisis comparativo de costos se puede apreciar que a mayor cantidad de reciclado de pavimento asfáltico se obtendrán mayores ahorros, por lo que en nuestros resultados de laboratorio se tomará en cuenta el 30% de RAP el cual cumplió con las especificaciones técnicas dadas en la norma, se concluye que hay un ahorro del 10.8% del costo total de la

mezcla patrón, comprobando de esa manera que el uso del RAP reduce significativamente los costos de producción en la elaboración de carpetas asfálticas.

Según: (7), en su **tesis** “Formulación de pavimento con mezcla reciclada para reutilizarlos y optimizar costos”. Publicado por la Universidad Peruana los Andes y como asesor Dr. Francisco Cyl Godiño Poma. Cuya finalidad es desarrollar un pavimento con mezcla reciclada para reutilizarlo y optimizar costos, quien llegó a las siguientes conclusiones:

- Con la elaboración de pavimento con mezcla reciclada para reutilizarlo y optimizar costos, se logró reciclar una mezcla en caliente para volverla una mezcla nueva efectuándose un reusó del material en 85%, este diseño de mezcla reciclada en caliente cumple todos los parámetros que exigen la norma peruana que se encuentra en el EG-2013.
- En compatibilidad a la revisión de indicadores de diseño de pavimento con mezcla reciclada, encontramos que el caso de caras fracturadas que nos exige 75% min. solo se encontró 72% con un acra fracturada, este resultado revela que no hubo controles rigurosos en el diseño de mezcla inicial específicamente en el ensayo de caras fracturadas.
- Los efectos producidos en las características física-mecánicas del diseño de pavimento con mezcla reciclada fueron dos: pérdida de material fino en las mallas N° 80 y N° 200; pérdida de porcentaje de asfaltó por efecto de temperatura. as propiedades Físicas – mecánicas al reciclar el pavimento no son impedimento para diseñar la mezcla.
- El impacto económico del diseño de pavimento con mezcla reciclada fue positivo lográndose reducir costos en insumos en 38.7 %.

2.1.3 Investigaciones de revistas especializadas

Según: (8), en su **boletín técnico** “mezclas asfálticas con rap: pavimentos asfálticos reciclados”, publicado por LanammeUCR, quienes llegaron a las siguientes conclusiones:

- El conocimiento de las bondades y limitaciones de la incorporación de RAP en la mezcla asfáltica consiste en una herramienta valiosa para la implementación de la técnica en Costa Rica. Diferentes locaciones alrededor del mundo cuentan con tramos construidos que respaldan la técnica, tales como Georgia, (Kandhal, Rao, Watson & Young, 1995), Lousiana

(Paul, 1996), Barcelona (Centeno, Martínez, Miro & Perez, 2008), España (Gonzalo, Martínez, Pérez y Valdés, 2008), Illinois (Al-Qadi, et al., 2014), Colombia (Hernández, 2014), Australia (Petho & Denneman 2016). Tales experiencias, así como las recomendaciones de diseño y buenas prácticas dan paso a la aplicación de técnicas innovadoras con numerosos aportes económicos y ambientales que resultan en una mejor infraestructura vial para Costa Rica.

2.2 Bases Teórica o Científicas

2.2.1 Pavimento

El pavimento es una construcción vial compuesto por varios elementos. Existen tres tipos de pavimentos los cuales se está mencionando en las líneas siguientes.

Tipos de calzada en caliente

- Pavimento flexible
- Pavimento rígido

a) El pavimento flexible

Más conocida como carpeta asfáltica está compuesta por agregados minerales seleccionados y un porcentaje de ligante (cemento asfáltico). El asfalto cubre una amplia gama de aplicaciones pavimentos desde tratamientos superficiales finos hasta capas gruesas de asfalto. Está formado por cuatro capas o también llamado estructura.



Figura N° 1-Pavimento flexible

➤ Sub rasante

Es la capa más profunda de toda la estructura y la base del pavimento y sus con pocas excepciones, el espesor se considera infinito. Los suelos pertenecientes a los

sustratos serán apropiados con un CBR igual o superior al 6%. Si es menor (subrasante pobre o insuficiente), es necesario estabilizar la subrasante. Los suelos deben ser analizados en busca de soluciones alternativas, tales como estabilización mecánica, sustitución de suelos, química de suelos, estabilícese con geo sintéticos, entre otras cosas, elija la alternativa más conveniente.

En términos de tecnología y economía. La función principal es actuar como cimentación de pavimento flexible. Después de construir el pavimento, esto tiene dos tareas principales: la primera es apoyar al pavimento; la segunda tarea es distribuir la carga generada por el tránsito.

➤ **Sub base**

Es un componente de la estructura de pavimento, está compuesta de material selecto a una altura determinada en diseño con la función de soportar la base y la carpeta. También tiene la función de ser una capa de material drenante y controlar la capilaridad. Esta capa debe ser de material selecto con un valor de CBR mayor o igual a 40%.

La sub base tienen dos propósitos principales: el primero es proteger el pavimento de una gama de factores abrasivos de esta capa calzada; el segundo propósito es brindar protección contra impactos fenómeno de inundación por lluvia.

La sub base tiene como función proteger el pavimento de los factores externos como la precipitación y otras influencias de aguas de lluvia, ya que la sub base tiene la tarea de drenar el agua y pasarla hasta el fondo.

➤ **Base**

Es una de las partes que compone la estructura de pavimento. Se ubica sobre la sub base y su objetivo es absorber y transportar las acciones derivadas por el tráfico, las cuales están generadas sobre el camino y así repartirlos de forma uniforme a las capas que componen el camino.

Está compuesta de una combinación entre piedra chancada , arena natural, arena triturada y ligante.

➤ **Carpeta asfáltica o rasante**

Es el recubrimiento superior del pavimento asfáltico que puede estar compuesta de uno o varias capas asfálticas y tiene como principal función proporcionar una

superficie segura, cómoda y estable en el tránsito vehicular; además de actuar como capa impermeable para impedir la infiltración de agua en la estructura del pavimento.

b) El pavimento rígido

En este tipo de pavimento el recubrimiento superior de rodadura está constituida por una mezcla de áridos y cemento Pórtland, así mismo debe resistir los esfuerzos de corte, debe soportar sin deterioro, los esfuerzos de tracción por flexión. En estas mezclas las juntas y bordes constituyen sus puntos más débiles. La capacidad para una buena duración y servicio del pavimento depende en gran parte de las alturas optadas, así como los requisitos de ejecución y control de calidad de los áridos utilizados en su elaboración. Está conformado por tres capas o también llamado estructura.

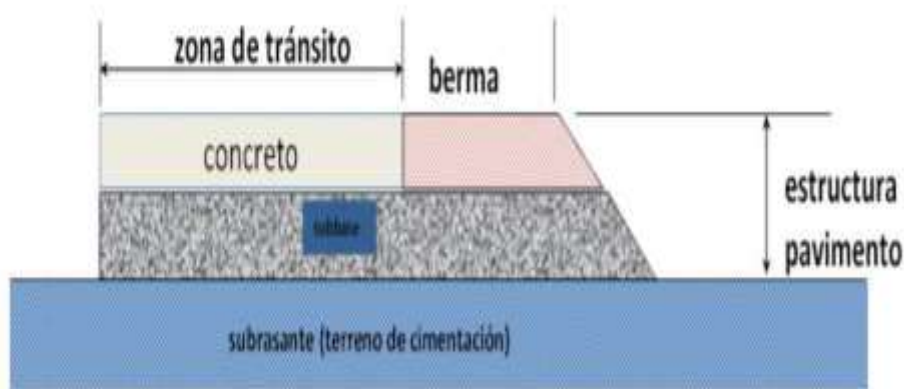


Figura N° 2-Pavimento rígido

➤ **Sub rasante**

Es la capa más profunda de un pavimento rígido y debe tener un CBR igual o superior al 6%.

➤ **Base**

Este componente de la estructura del pavimento está conformado por un material granular selecto, los cuales cumplen con una serie de propiedades mecánicas, funciona como elemento de transmisión y distribución de los esfuerzos que se generan al momento de la circulación de vehículos y a la vez tiene la función de separar a la losa de concreto con la subrasante.

➤ **Losa de concreto o rasante**

Es la capa final del pavimento rígido lo compone la combinación de piedra chancada, arena gruesa, cemento y agua, la cual descansa sobre la base. Esta última puede tener una altura de 10 a 20 centímetros.

2.2.2 Tecnologías para la elaboración de pavimentos asfálticos

Las tecnologías de elaboración de pavimentos asfálticos más conocidas son el pavimento de hormigón asfáltico caliente y frío.

a) Pavimento de carpeta asfáltica en caliente

Según: (10), pueden definir como aquellos pavimentos de carpeta asfáltica en la cual la sucesión de preparación de la capa asfáltica incluye la combinación de piedra chancada, arena natural y arena chancada , con materiales bituminosos sujetos a temperaturas elevadas, se pueden colocar en uno o más número de capas dependiendo de los requisitos del trabajo.

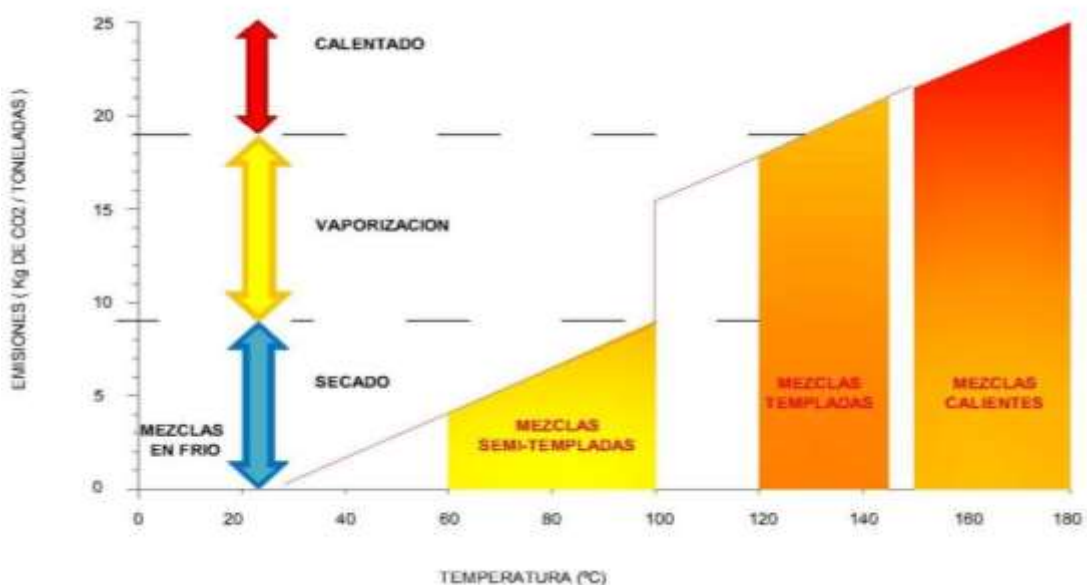


Figura N° 3-Tipos de mezcla a bases de asfalto

La figura 3 muestra los tipos de mezclas a base de asfalto. Las temperaturas que alcanzan durante la producción y las etapas por las que pasan cuando se calientan durante la producción. Se puede ver las condiciones de temperatura que puede alcanzar las mezclas asfálticas. Similarmente, los resultados muestran que, durante el proceso de refinación, la mezcla pasa por tres etapas, las cuáles son:

- Secado

- Vaporización
- Calefacción

En la fase inicial, el secado, la combinación de agregados ensaya la pérdida total de partículas de h₂o. En la segunda etapa, experimentarás evaporar toda la humedad presente en la composición asfáltica. En la etapa final, (se puede ver en la Figura 3, de 130 a 180 grados centígrados), la combinación de agregados y betún, alcanza la temperatura óptima, con lo que se obtiene un comportamiento de un líquido en esta forma está listo para ser colocado en la plataforma. Como se puede ver en la figura 3, la mezcla asfáltica en frío se caracteriza por debajo de los 20 grados Celsius en esta condición, una mezcla asfáltica fría no experimentará las etapas de secado, evaporación y calentamiento.

En la figura(3), también podemos identificar las carpetas asfálticas semi templadas, y su principal característica es estar entre 60 y 100 grados centígrados.

Por otro lado, existen mezclas asfálticas templadas y mezcla asfáltica en caliente. Estas características son altas temperaturas requeridas para el procesamiento. La preparación de la mezcla de las zonas templadas requiere un alcance de temperaturas entre el rango es de 120 a 150 grados centígrados.

➤ Después de colocar, compactar y enfriar la mezcla de asfalto, que consigue una excelente resistencia a la carga que genera el tránsito de vehículos, debido a este proceso surge un producto eficiente y relativamente barato.

Materiales utilizados en la elaboración el pavimento asfáltico en altas temperaturas:

- Piedra chancada
 - Arena natura y arena chancada
 - Cemento asfaltico
 - Polvo mineral o filler
- Equipos que se utilizan en la elaboración y colocado del pavimento asfaltico.
- Planta productora de carpeta asfáltica.
 - Maquinarias para transportar la carpeta asfáltica.
 - Maquinarias para el esparcimiento de la carpeta asfáltica.
 - Maquinaras de compactación y equipos de limpieza.

- Según: (10), la carpeta asfáltica en caliente tiene que cumplir los siguientes parámetros:

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	<u>Ver Tabla 423-10</u>		
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto (2)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Mín.		

*Tabla 1-Parámetros de diseño de mezclas de carpeta asfáltica
fuente: MTC EGC,2015*

Parámetros de Control	Variación permisible en % en peso total de áridos
N.º 4 o mayor	±5%
N.º 8	±4%
N.º 30	±3%
N.º 200	±2%
Asfalto	±0,2%

*Tabla 2-Tolerancia para la mezcla de la carpeta asfáltica en caliente
fuente: MTC EGC,2015*

b) Pavimento de carpeta asfáltica en frío

Llamado también hormigón asfáltico en frío, esta tecnología de preparación de carpetas asfálticas es parejo a la preparación de hormigón asfáltico en altas temperaturas, la desigualdad es que en estos casos la mezcla asfáltica no es doblegado a soportar temperaturas elevadas, tal resultado se logra empleando emulsionantes para mezclar áridos y materiales. El adhesivo solo funciona con agua, de esta forma, un híbrido las propiedades de fluencia son similares al asfalto caliente.

Según: (10), la carpeta asfáltica en frío es una tecnología que permite producir pavimentos flexibles, la cual representa la utilización de un insumo químico llamado asfalto emulsionado a la combinación de agua con piedra chancada, arena natural y arena chancada a una temperatura ambiente, la cual podría abarcar algún relleno mineral. Así se obtiene una carpeta asfáltica duradera, establece y muestra una conducta fluida con propiedades de viscosidad, sin la obligación que la carpeta asfáltica sea sometida a temperaturas elevadas.

Cabe destacar que la tecnología para generar la producción de asfalto se centra primordialmente en utilizar insumos de emulsificación industrial, en la actualidad, la emulsión es una combinación de dos elementos homogéneos.

Aunque las carpetas de asfalto en frío representa una solución adecuada a la construcción de carreteras con respecto a las carpetas de asfalto en caliente, las propiedades mecánicas del primero son inferiores a las del segundo.

Por ello, el asfalto en frío actualmente solo se utiliza para reparar baches y grietas en las carreteras asfaltadas en caliente debido a su versatilidad.

2.2.3 Características del pavimento

➤ Esfuerzos

Los esfuerzos son producidos por el contacto entre neumático y la rasante del pavimento. Luego se transfiere el esfuerzo pasando capa por capa hasta la sub rasante.

Según: (5), con respecto a los esfuerzos a los que están expuestas las carpetas asfálticas en caliente y en frío:

En los caminos construidos con carpeta asfáltica, llamados también pavimentos flexibles, la estructura que presenta del camino tiene la propiedad de disminuir, disipar el esfuerzo de compresión generado por el transcurrir vehicular y a la vez transmitirlo a la subrasante de la calzada del camino, la cual transmite con una magnitud menor a la inicial; en el idéntico caso, la base y sub base del pavimento tienen la función de disminuir la deformidad que se genera en el pavimento a consecuencia del impacto de las cargas generadas. Las carpetas asfálticas tienen que estar diseñadas con la finalidad de tolerar las fuerzas de corte y las que generan deformidad en su capa superior del camino.

Del escrito señalado, se puede indicar que los esfuerzos tendrán gran influencia en la carretera. Por eso se debe evaluar el comportamiento mecánico en la elaboración de los pavimentos con mezclas elaboradas en bajas y altas temperaturas, en donde es importante no sólo determinar la altura que debe tener el pavimento, sino también las características de los materiales que se emplean en su elaboración.

➤ **Deformación**

La deformación es una medida de distorsión de cargas superficiales o acciones superficiales sobre la geometría de un determinado objeto. Además, según el comportamiento mecánico del material, hay una conexión de deformación y esfuerzo, debido a ello su medición y valoración son muy importantes para poder realizar todo tipo de predimensionamiento de diseño estructural.

➤ **Deflexiones**

La deflexión, es un rango de movimiento de una masa o componente estructural causado por la aplicación de fuerzas.

Sobre este tema, Según: (5), indica que las deflexiones son un factor de gran significación al momento de realizar los cálculos para la determinación de los indicadores de las deformaciones elásticas que se generan en los caminos y está en función del tipo de construcción de pavimentos.

El resultado de la cita anterior, se puede afirmar que el impacto de la deformación de la carretera, depende de las propiedades mecánicas de los dos tipos de pavimentos flexibles y como superficies de carreteras rígidas; para medir y registrar efectos de deflexión, en general, se aplica el ensayo de viga benkelman.

2.2.4 Pavimento reciclado

Según: (9), en países extranjeros, el reciclaje de carpetas asfálticas es deficiente en su uso. Un caso, generar un crecimiento paulatinamente en la productibilidad de carpeta asfáltica en caliente en el país colombiano, donde hay desmantelamiento posterior de su material RAP para la producción de nuevas carpetas asfálticas.

Usar el RAP para disminuir la extracción de áridos, que a su vez genera sostenibilidad ambiental. En lo que respecta a China, existe una ley que prohíbe la eliminación de los pavimentos asfálticos ya que buscan una cultura de protección del medio ambiente y reducir la polución por residuos.

Finlandia, una legislación sólida y su implementación lo son todos. Los materiales reciclables demolidos deben ser reciclados. En Australia tienen proyectos realizados utilizan hormigón reciclado para nueva construcción productos de hormigón. Sin embargo, la industria australiana cree que las aplicaciones de gama baja lograron una mejor protección del medio ambiente.

Experiencia con mezclas asfálticas de recuperación de calor dentro de la fabrica

Según: (9), el reciclaje del pavimento asfáltico elaborado en altas temperaturas no es una tecnología nueva, ya que comenzó a utilizarse en E.E.U.U. en el año 1915 aproximadamente, aunque los trabajos con esta tecnología fueron muy escasos, este período duro un largo periodo de tiempo, gracias al bajo valor del asfalto y la costumbre de no usar esta técnica.

Al igual que E.E.U.U., Canadá también ha comenzado a realizar el reciclaje de pavimentos construidos en altas temperaturas hace muchos años, por ende, es uno de los principales países que utilizan estas tecnologías de reciclaje. Con años de experiencia, las autoridades canadienses han desarrollado un conjunto de normas Usa MBR para hacer nuevas mezclas. En base a los avances que se presentaban, El departamento de Transporte de Ontario se propuso definir los parámetros que deberían cumplir las carpetas asfálticas mediante la prueba de Marshall. El crecimiento de Canadá y otras instituciones y empresas dedicadas a esta industria buscaron excelentes rendimientos.

Se comenta que más adelante la mezcla reciclada sustituirá a la tradicional.

2.2.5 Proceso de reciclado

Según: (10), inicialmente se realiza el fresado o demolición del estrato de asfalto existente, esto se efectúa retirando las carpetas de asfalto en configuración de bloques, las cuales se obtiene empleando martillos neumáticos destructores mediante los escarificadores de los Buldóceres, si se requiere la expulsión completa de la mezcla asfáltica.

Cuando se requiere utilizar el fresado se emplea los mismos equipos que para los reutilizados "in situ", el cual es una máquina fresadora (Wirtgen, Caterpillar, etc.) con

controles automáticos, capaz de fresar el pavimento asfáltico con una profundidad precisa de corte y con el perfil y la pendiente transversal que se establezca.

El equipo estará provisto de una serie de dispositivos (banda transportadora) que sirve para verter el material fresado inmediatamente a los camiones para su llevado a su punto indicado, se puede eliminar una parte de la capa asfáltica del pavimento flexible evaluando, la propiedad de análisis granulométrico, contenido de cemento asfáltico, desgaste los ángeles entre otras características establecidas en las normativas vigentes.



Figura N° 4-Extracción del pavimento asfáltico

La figura 4 muestra la máquina de Wirtgen, la cual extrae material de capas asfálticas. Fresado de la carpeta asfáltica.



Figura N° 5-Fresado del pavimento flexible

Según: (10), Existen 2 estilos para poder recuperar los materiales de las carpetas asfálticas por fresado o por demolición de la carpeta asfáltica:

- Fresado: Es empleado cuando se pretende solo recuperar una determinada altura de carpeta asfáltica con el propósito de dejar una superficie plana y regular para un extendido posterior de nuevos pavimentos flexibles. El análisis granulométrico del material resultante del fresado está sujeto primeramente a la altura a reciclar y el aspecto de la capa a fresar; el tipo de fresadora empleada y la velocidad de marcha.

Existe tres formas de fresar el pavimento asfáltico existente.

- a. Fresado superficial: Se emplea para solucionar problemas visibles, por lo que no genera aporte de resistencia. En otras ciudades es denominado como micro fresado.
 - b. Fresado poco profundo: Se emplea en una determinada altura de mezclas asfálticas, en donde se hace potencial llevar a cabo los bacheos superficiales. Al igual que el precedente tipo de fresado no genera resistencia.
 - c. Fresado profundo o total: se emplea para generar resistencia al camino de mezcla asfáltica. Este tipo de fresado puede llegar a los componentes de la carretera.
- Demolición mecánica: Utilizada generalmente sino se tienen condiciones detalladas de aprovechar una determinada altura del pavimento que se desea reciclar, en este tipo de situaciones el material se presenta en forma de bloques.

2.2.6 Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en caliente

El desarrollo del aprovechamiento de las carpetas asfálticas surge a través de la idea de aprovechar el pavimento viejo; no obstante, a excepción del revestimiento del camino, en esta carpeta asfáltica, tendrá que usarse proporciones de nuevos áridos, cemento asfáltico, aditivos diseñados para rejuvenecer y aportar mayores cualidades mecánicas a la carpeta asfáltica.

La práctica de la tecnología de refinación de carpeta asfáltica reciclada tiene como objetivo primordial utilizar, reparar y mantener diferentes tipos de caminos. Esto es porque la carpeta de pavimento que se pretende reutilizar tiene aspectos positivos como la rentabilidad y la versatilidad en mejoramiento y mantenimiento de carreteras.

MTC-EGC (2015), recomienda que en el caso de reciclar pavimentos asfálticos, el proceso de construcción es semejante a la elaboración de la mezcla de asfalto en producida a altas temperaturas, la diferencia es que en esta mezcla de asfalto, se utiliza material de asfalto viejo, extraído de carreteras en reparación. Una vez que el asfalto sea recuperado reciclado y molido, se mezcla con porcentajes nuevos de materiales y c.a. ; luego la mezcla estará sometida a elevadas temperaturas y así la mezcla puede lograr propiedades de fluidez y viscosidad.

A esta combinación de áridos y cemento asfáltico también se agregan aditivos para ayudar a rejuvenecer y renovar las características mecánicas después del secado.

Materiales que componen la carpeta asfáltica reciclada producidas en altas temperaturas:

- ✓ Carpeta asfáltica procedente del fresado.
- ✓ Áridos que cumplan las propiedades establecidas.
- ✓ Material bituminoso.
- ✓ Aditivos químicos con propiedades rejuvenecedores.
- ✓ Aditivos químicos con propiedades de mejorar la adherencia.

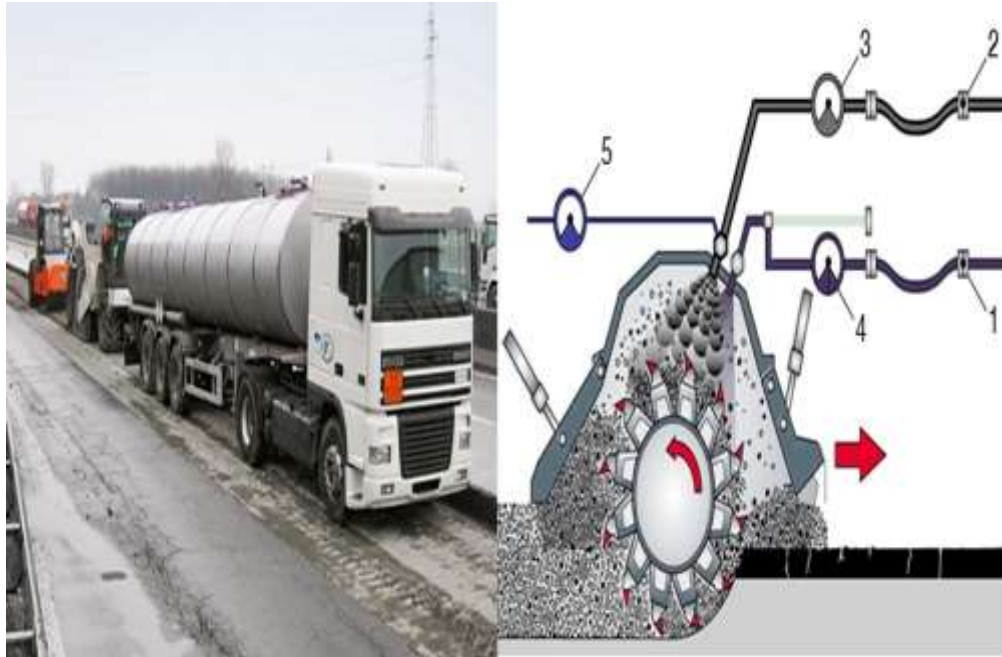


Figura N° 6-Proceso del fresado de carpeta asfáltica

La figura 6, muestra una máquina de reciclaje de asfalto, compuesta principalmente por tambores de molienda.

2.2.7 Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en frío

Cuando se refiera a carpeta de asfalto reciclado, refiérase a la construcción de pavimentos empleando una cierta cantidad de asfalto viejo retirado de tramos de carretera. La percepción primordial es utilizar el material conseguido de una determinada vía para que no se convierta en un problema de contaminación.

Se puede volver a utilizar después de la molienda, combinado con ponderación y la mezcla vuelve a ser un aditivo útil.

Según MTC-EGC (2015) señala que las mezclas asfálticas que se reciclan en bajas temperaturas son una combinación especial dirigida a mantenimientos y reparaciones viales, así pues durante su transformación de preparación, se pretende utilizar insumos industriales, como el asfalto emulsionado, con la finalidad de obtener carpetas asfálticas a temperatura normal; la característica principal a este tipo de asfalto es que se empleara una cierta cantidad de carpeta asfáltica reciclada, la cual será obtenida de combinaciones asfálticas viejas de caminos donde dicho material ha sido removido por el paso del tiempo. A este modelo de combinación asfáltica, además se le añadirá aditivos especiales, como rejuvenecedores y otros que proporcionen a que la nueva carpeta asfáltica reciclada en bajas temperaturas satisfaga los parámetros establecidos en las normativas vigentes.

2.2.8 Cemento asfáltico

Según MTC-EGC (2015) indica que el porcentaje óptimo de c.a. empleado en la combinación final del pavimento es la cantidad de material bituminoso. Este, actúa como material aglutinante en la combinación de los áridos y es requerido para cumplir los parámetros establecidos para las carpetas asfálticas.

Una dosificación óptima de cemento asfáltico se obtiene empleando el método de Marshall.

En base a la entrevista realizada a los ingenieros especialistas del laboratorio KLAFER SAC, el porcentaje óptimo de cemento asfáltico para la zona oscilan entre 5.5% a 6.5% de la masa total de la mezcla de carpeta asfáltica.

2.2.9 Requerimiento de agregados

Rondón y Reyes (2015) indican que los áridos tienen que tener un análisis granulométrico en base a los parámetros establecidos para satisfacer los estándares de calidad de la combinación asfáltica a producir, estos están indicados en los manuales de carreteras.

Los agregados pétreos, también denominados áridos son un material derivado de la roca que apenas sufre cuando se usa, a menudo se pueden hallar en macizos rocosos y en depósitos no consolidados o en sedimentos inexistentes la fusión contiene fragmentos de diferentes tamaños (arena y grava). Suelen ser naturales, aunque a veces se procesan o fabrican artificialmente. Se derivan de rocas o son de calidad similar y se utilizan casi exclusivamente en la industria de la construcción.

Según el MTC-EGC (2015), los áridos tienen que cumplir una cantidad de requisitos para la elaboración de las carpetas asfálticas reutilizadas:

Parámetros técnicos para los áridos:

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

Tabla 3-parametros para los agregados gruesos
Fuente MTC-EGC,2015

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

Tabla 4-Requisitos para los agregados finos
Fuente MTC-EGC,2015

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

Tabla 5-Límites granulométricos para pavimentos asfálticos en caliente (MAC)
Fuente MTC-EGC,2015

2.2.10 Diseño de combinaciones asfálticas en altas temperaturas usando el método Marshall

El procedimiento Marshall involucra la formulación de combinaciones de mezclas y su continuo diseño. Según MTC-EGC (2015), esto se basa en prueba MTC-MEM E-504.

Para poder obtener una óptima combinación de mezclas, se elaboran briquetas o testigos cilíndricos de 2½ pulg. de altura y 4 pulg. de diámetro con diversos porcentajes de contenido de cemento asfáltico (variando entre 0.50 % de material ligante).

Esta etapa inicial, ofrece las cualidades volumétricas de los testigos de mezcla asfáltica:

- Se realizará la fijación del peso específico aparente.
- Se realizará la fijación del porcentaje de vacíos de aire.
- Se realizará la fijación del porcentaje de vacíos del mineral.
- Se realizará la fijación del porcentaje de vacíos presente en el cemento asfáltico.

Los testigos construidos estarán sometidos a ensayos con el aparato Marshall para adquirir los siguientes datos:

- Estabilidad (kg).
- Flujo (pulg).

La estabilidad de la muestra está determinada por la carga. El valor máximo que puede soportar la muestra antes de sufrir una falla o rotura del testigo de carpetas asfáltica.

El resultado del procedimiento Marshall se arroja en figuras de curvas, a manera de la tabla 6, donde se comparan los porcentajes el cemento asfáltico presente en cada muestra se relaciona con el siguiente orden de magnitud: peso unitario, porcentaje de vacíos, estabilidad, V.M.A, flujo y vacíos llenos con asfalto.

CURVAS MARSHALL

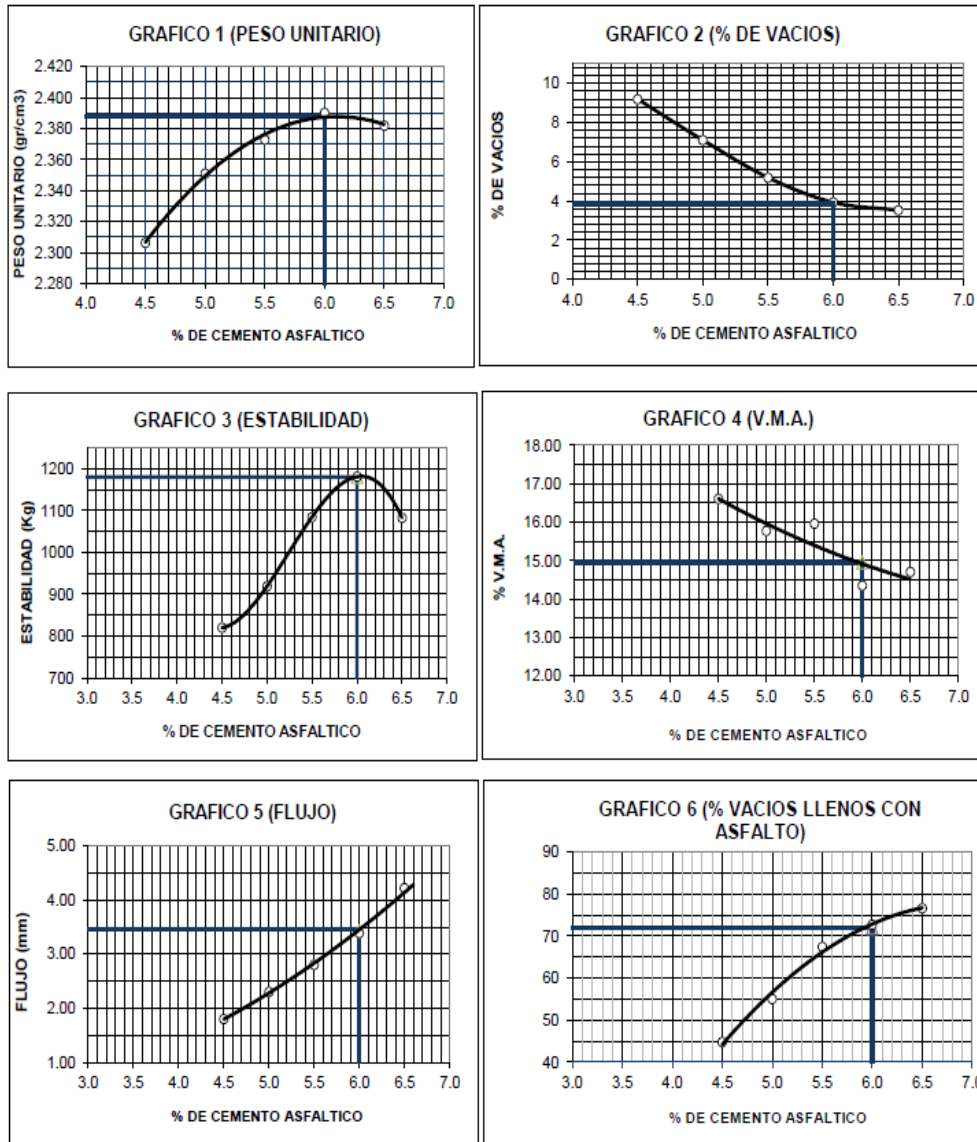


Tabla 6-Tendencia de las curvas de las propiedades de diseño Marshall

Fuente: laboratorio KLAFER SAC

a. Ensayos del laboratorio

Para realizar los ensayos de laboratorio, se empleó el MTC-MEM (2016), la cual indica los parámetros mínimos que debe cumplir estas mezclas, así como también la manera óptima del desarrollo y de la elaboración de estos. Se realizo los siguientes ensayos.

- TC-MEM E 502(lavado asfáltico).
- MTC-MEM E 503(granulometría).
- MTC-MEM E 504(Resistencia de combinaciones asfálticas bituminosas)

2.2.11 El RAP como agente estabilizador

Según: (11), estable que el RAP se puede emplear como agente estabilizador y /o mejorador de la sub rasante para la construcción de calzada y pavimentos flexibles

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Adhesividad

Según: (12) , define como la resistencia del asfalto a desprenderse de la piedra y arena por efecto de esfuerzos de tracción.

2.3.2 Afirmado

Según: (13), es un estrato de material seleccionado obtenido de acuerdo a un diseño, que se instala sobre la sub rasante o sub base de un camino.

2.3.3 Agregados pétreos

Según: (14), indica que es el apelativo que se tiene a los materiales selectos que originan de la disgregación de piedras.

2.3.4 Áridos

Según: (15), indica que está constituido por la agrupación de partículas pétreas de ciertos tamaños y de aspectos homogéneos, lo que le da a este material sus rasgos como granular.

2.3.5 Asfalto

Según: (16), El asfalto, llamado como betún es un material pegajoso, de color gris oscuro mezclada con arena y grava, se utiliza como aglomerante para caminos, carreteras y construcción de carreteras. Se encuentra en el petróleo crudo y consiste casi en su totalidad en betún. El betún es la sustancia que constituye la parte más pesada del petróleo crudo.

Según: (17), el asfalto es un elemento proveniente de derivación de los petróleos.

2.3.6 Cemento asfáltico

Según: (15), es una sustancia aglutinante y cemento negro que puede tener una consistencia sólida, Semisólido o pegajoso.

2.3.7 Peso unitario

Según: (14), afirman que el peso unitario es un orden de magnitud y su principal característica es brindar una referencia para obtener la cantidad óptima de ligante a requerir, esto da como resultado el valor más alto por unidad de peso.

2.3.8 Consistencia y penetración

Según: (15), señala que la prueba de penetración, es el encargado de medir la penetración d4 una aguja estandarizada con una carga de 100 gr ingresa de manera vertical, en un tiempo de 5seg, en un testigo de mezcla asfáltica a 25 °C.

2.3.9 Curva granulométrica

Asocem (2013), lo señala como la gráfica de los resultados obtenidos en la realización de la granulométrica empleando un sistema de filtros. En estas gráficas, se representa la distribución de los áridos con el fin de lograr una combinación adecuada.

2.3.10 Ductilidad

Comprender la viabilidad de la elongación sin romperse. Esto es primordial para los cambios generados por temperatura y el tránsito vehicular pueden crear deformaciones y cambios a las cuales el material de descanso tiene que soportar.

2.3.11 Ensayo Marshall

Recuenco (2014) menciona que es esencialmente la forma de preparación de los testigos de muestras estandarizadas, cada uno tiene un contenido de betún diferente.

2.3.12 Fragilidad

Recuenco (2014) expresa que consiste en el surgimiento de rotura sin ninguna deformación plástica. Por lo general suelen presentarse en bajas temperaturas.

2.3.13 Fresado

Según MTC-EGC (2015), el fresado consiste en seccionar la carpeta asfáltica, empleando equipos especialmente diseñados para esta determinada actividad, en donde se tiene una cierta altura para realizar el seccionamiento de la carpeta asfáltico.

2.3.14 Granulometría

Según: (13), es la medición del tamaño de partículas es la medición de partículas en formaciones sedimentarias y el cálculo de la abundancia de partículas correspondientes a cada tamaño predicho por la escala de tamaño de partículas, con el objetivo de analizar su origen y sus propiedades mecánicas.

2.3.15 Laboratorio

Según: (13), es una organización que ejecuta las diferentes pruebas y precisa las cualidades de los materiales.

2.3.16 Mejorador de adherencia

Rondón y Reyes (2015), señalaron que es una sustancia química que se produce industrialmente, esto puede mejorar la adhesión, ligadura y aglutinación, o mejora del enlace entre dos o más áridos.

2.3.17 Mezcla asfáltica

Es una combinación de materiales asfálticos y áridos minerales con diferentes tamaños. Esta mezcla se realiza mecánicamente, también se ejecuta en fábrica.

2.3.18 Pavimentos

Según NTP C.010, es una estructura compuesta por dos de capas colocadas una sobre la otra que se sostiene en toda su superficie encima el terreno de fundación durante un tiempo determinado a la cual se le llama periodo de diseño.

Según: (18), es una superficie uniforme de materiales compactos preparado para el tránsito de personas y/o vehículos.

CAPITULO III HIPOTESIS

3.1 Hipótesis general

La aplicación de la tecnología para la recuperación del pavimento asfáltico mejora su comportamiento mecánico para su reciclaje El Tambo Huancayo 2021.

3.2 Hipótesis específicas

- a) La aplicación del pavimento asfáltico envejecido incremento el porcentaje de betún como aporte a una nueva mezcla asfáltica.

- b) Los factores ambientales que se conseguirán aplicando la tecnología de reciclaje de pavimentos asfálticos en caliente ofrecen beneficios porque se reutiliza un material que es causa de contaminación.

- c) Los costos se reducen durante la ejecución de los proyectos, realizando la técnica de reciclaje en los pavimentos asfálticos, debido a su reciclaje.

3.3 Variables

3.3.1 Definición conceptual de las variables

a) Variable dependiente (X):

Mezcla asfáltica reciclada. Esta variante se relaciona con la idea de expresar un concepto con la finalidad de perfeccionar y afinar recursos por lo que se produce en la combinación de áridos, cemento asfáltico y aditivos, las cuales deben cumplir las normativas vigentes.

b) Variable independiente (Y):

Diseño de pavimento. Es la esencia de un proyecto de carreteras que surge de varios elementos y factores, en donde se determina su configuración definitiva de manera que cumpla los aspectos como la seguridad, la economía, la estética y otros que se requieran.

3.3.2 Definición operacional de las variables

a) Variable dependiente (X):

Mezcla asfáltica reciclada. Se define como un recurso efectivo teniendo en cuenta los problemas existentes y así poder ofrecer una combinación adecuada entre áridos, cemento asfáltico y aditivos para dar un producto exitoso, la cual presentara las calidades óptimas de comodidad y seguridad.

b) Variable independiente (Y):

Diseño de pavimento. Calidad en donde todos los componentes de los caminos están diseñados con materiales selectos para reducir y eliminar fallas, erosiones en el pavimento y así garantizar la vida útil.

3.3.3 Operacionalización de las variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente (diseño de pavimento)	Diseño de pavimento. Es la esencia de un proyecto de carreteras que surge de varios elementos y factores, en donde se determina su configuración definitiva de manera que cumpla los aspectos como la seguridad, la economía, la estética y otros que se requieran.	<ul style="list-style-type: none">- Ambiental- Económico- Mezcla asfáltica	<ul style="list-style-type: none">- Bajo impacto ambiental- Disminución explotación de cantera- Reducción de costos- Método Marshall- Norma técnica CE 0.10- MTC EGC-2015- MTC MEM-2016
Variable dependiente (mezcla asfáltica reciclada)	Mezcla asfáltica reciclada. Esta variante se relaciona con la idea de expresar un concepto con la finalidad de perfeccionar y afinar recursos por lo que se produce en la combinación de áridos, cemento asfáltico y aditivos, las cuales deben cumplir las normativas vigentes.	<ul style="list-style-type: none">- Reciclaje en campo- Reciclaje de planta	<ul style="list-style-type: none">- combinación asfáltica- Maquina recicladora- Maquinaria pesada- Planta recicladora

*Tabla 7-Operacionalización de las variables
Fuente: elaboración Propia*

CAPITULO IV METODOLOGIA

4.1 Método de investigación

Según: (19), el procedimiento cuantitativo es un recurso que quiere y desea obtener nuevas culturas, basándonos en la averiguación a través de elementos relacionados al conocimiento y en datos extraídos en las pruebas.

La presente investigación utilizara el método científico, este método sigue los procedimientos ordenados con la finalidad de resolver las incógnitas sobre distintos fenómenos que se dan.

En base a estas, la actual investigación utilizara el **método cuantitativo**.

4.2 Tipo de investigación

Según: (20), la exploración aplicada tiene por finalidad la concepción de nuevos conocimientos con aplicación directa. Este prototipo de estudios muestra un gran valor agregado por el empleo del conocimiento que se origina de la investigación básica.

Una exploración aplicada, es cuando su objeto es recolectar información de la existencia para engrandecer el entendimiento científico.

En base a esas condiciones, la **investigación es aplicada**, porque se tiene la finalidad ajustar problemas, para posibilitar soluciones a los problemas que se presentan.

4.3 Nivel de investigación

Según: (21), este proyecto es de **nivel descriptivo- explicativo**, debido a que su meta es caracterizar la población de estudio para así poder valorar su comportamiento en base a las normativas vigentes.

4.4 Diseño de la investigación

Esta investigación utilizó un diseño longitudinal experimental, ya que los resultados se encontraron con las siguientes pruebas laboratorio. Longitudinal, ya que la prueba es en cuanto a los diferentes tiempos de las muestras obtenidas.

4.5 Población y muestra

4.5.1 Población

La población es el conjunto de unidades de observación que surgen del interés en del investigador. En base a esto la población para esta investigación son las calles del cercado de El Tambo Huancayo (Av. Ferrocarril).

4.5.2 Muestra

Según: (22), una muestra es un subconjunto de la población, la cual se elige en base a ciertos criterios establecidos.

Según: (23), señala que la muestra es el subconjunto o parte del universo, la cual se selecciona por diversos métodos, pero teniendo siempre en cuenta la representatividad del mismo universo. Es pocas palabras, una muestra es simbólico si congrega las características del universo.

En este sentido, procedimos a delimitar una espécimen para la realización de ensayos: en el cercado de El Tambo, ubicado en el distrito de El Tambo y provincia de Huancayo, en la región de Junín. Para evaluar la calidad de los áridos a utilizar, que fueron añadidos posteriormente dentro de la mezcla asfáltica con material reciclado, se sometieron a diversos ensayos.

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según: (24), las técnicas e instrumentos se llegaron a denominar como un grupo de medios que nos contribuyen a la recolección y transmisión correcta de los resultados. Las técnicas están referidas a una manera óptima de cómo producir datos, gracias a ello se hace posible la obtención de datos y su debido almacenamiento.

4.6.1 Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos, se emplearon diversos resultados provenientes de los parámetros establecidos por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, las que están especificadas en el Manual de EM - 2016.

➤ Para la combinación de una nueva carpeta asfáltica incluyendo material reciclado, se realizaron las pruebas siguientes:

a) MTC E 502(lavado asfáltico).

b) MTC E 503(granulometría).

➤ Para los áridos se debe las siguientes pruebas:

a) **Calidad del agregado grueso**

- Durabilidad al sulfato de magnesio MTC E 209.
- Abrasión los ángeles MTC E 207.
- Adherencia MTC E 517.
- Índice de durabilidad MTC E 214.
- Partículas chatas y alargadas ASTM 4791.
- Caras fracturadas MTC E 210.
- Sales solubles totales MTC E 219.
- Absorción MTC E 206.
- Análisis granulométrico.

b) Calidad del agregado fino

- Prueba de equivalente arena MTC E 144.
- Angularidad del agregado fino MTC E 222.
- Azul de metileno AASTHO TP 57.
- Índice de plasticidad malla N° 40 MTC E 111.
- Durabilidad al sulfato de magnesio MTC E 209
- Índice de durabilidad MTC 214.
- Índice de plasticidad malla N° 200 MTC E 111.
- Sales solubles totales MTC E 219.
- Absorción MTC E 205.
- Análisis granulométrico.

➤ **Para el pavimento (reciclado)**

- Peso específico teórico máximo de mezclas asfálticas (Rice).
- Diseño de Mezcla asfáltica en caliente (Método Marshall).

4.6.2 Instrumentos de recolección de datos

Hernández (2018), un instrumento es cualquier elemento o factor de medida a la cual se ocupa de catalogar y asentar datos para así poder representarlos en graficas. Los ensayos de laboratorio nos permiten realizar estas representaciones.

4.7 Técnicas de proceso de la información y análisis de datos

4.7.1 Procesamiento de la información

Según: (25) llamado también trámite de la indagación la cual conserva la finalidad de originar datos agrupados y ordenados que suministran al investigador un análisis adecuado de la averiguación en base a los objetivos, hipótesis y preguntas que se realizó.

Los resultados obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos se presentan en forma tabular. Gráficos en una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Se han realizado tablas detallando desde pruebas de tamaño de partículas, contenido de cemento asfáltico, entre otras propiedades mínimas establecidas en las normas vigentes.

4.7.2 Técnicas y análisis de datos

En esta se no consiente la decisión de relacionar las variables empleadas, para así poder realizar una comparación entre los datos obtenidos.

4.8 Aspectos éticos de la investigación

La investigación se sometió a una revisión, valoración y finalmente fue aceptado por mi asesor y jurados. Igualmente en el transcurso de la realización de la investigación no se vulnero los aspectos éticos señalados en los protocolos establecidos en grados y títulos cumpliendo la autonomía, no vileza y justicia.

No se vulneró la autonomía porque esta investigación se ejecutó en base a los resultados de laboratorio.

No se vulnero la beneficencia y no maleficencia: La muestra fue recolectada por mi persona y los ensayos fueron realizados por los especialistas del laboratorio Klafer sac.

CAPITULO V RESULTADOS

5.1 Descripción del diseño tecnológico

El siguiente capítulo indica las características del diseño de pavimentos convencional y el diseño de pavimentos con material reciclado, con el fin de conocer las características de la nueva combinación de áridos y pavimento reciclado e interpretarlas en base a las normativas vigentes.

El presente proyecto de investigación se encuentra en las calles de El Tambo (intersección Av. Ferrocarril y Av. Evitamiento).



Figura N° 7-Ubicación toma de muestra



Figura N° 8-Toma de muestra de pavimento existente

5.1.1 Caso de investigación

En el distrito de El Tambo se aprecia que las avenidas principales están construidas por pavimentos asfálticos en caliente, se tomó una muestra en la intersección de Av. Ferrocarril y Av. Evitamiento.

Se realizó el ensayo de lavado asfáltico y se observó el tamaño de partícula y el porcentaje de betún. A partir de estos parámetros, podremos determinar el estado actual del material a reciclar, posteriormente se controla la masa de áridos (grueso y fino) que se añadirá, según Manual de Carreteras, (EGC-2015). Finalmente, se probará Marshall (Diseño) Máxima Gravedad Específica Teórica de Mezclas Asfálticas.

5.1.2 Interpretación de las pruebas

Cada prueba fue realizada independientemente por componente; por lo tanto, se evaluar su comportamiento mecánico y se revisó con la MTC-EGC-2015.

5.1.3 Combinación de asfalto reciclado

Para poder realizar la reutilización de una carpeta asfáltica, es necesario conocer el contenido de cemento asfáltico, en base a ello se debe realizar el lavado asfáltico y el análisis granulométrico del material resultante (granulometría).

5.2 Descripción de resultados

5.2.1 Porcentaje de asfalto

El contenido de cemento asfáltico en el material reciclado nos indicará cuánto porcentaje de c.a. se tendrá que añadir para poder realizar el RAP. El porcentaje de asfalto se basará en Mezcla asfáltica en caliente y pruebas Marshall (ver MTC-MEM 2016), en sus normas vigentes.

Para la determinación del contenido de c.a. se empleó dos litros de solución de tricloroetileno (C_2HCl_3).

Se recuperó 1325.00 gr. Luego se envió a la centrífuga.

Se extrae una solución de tricloroetileno y se coloca en la centrifuga, luego se comienza a centrifugar hasta que se obtenga tricloroetileno transparente.

Después de centrifugar hasta obtener tricloroetileno transparente. Se obtuvo un peso de 1249.06 gr de material.

El contenido de cemento asfáltico recuperado es:

$$\% \text{Contenido de Cemento asfáltico} = \left(\frac{100 \times 75.94}{1325.00} \right)$$

$$\% \text{Contenido de Cemento asfáltico} = (5.73\%).$$

5.2.2 Análisis granulométrico del componente reciclado

Con la prueba de granulometría obtendremos una curva en donde se verificará con los usos del MAC-2.

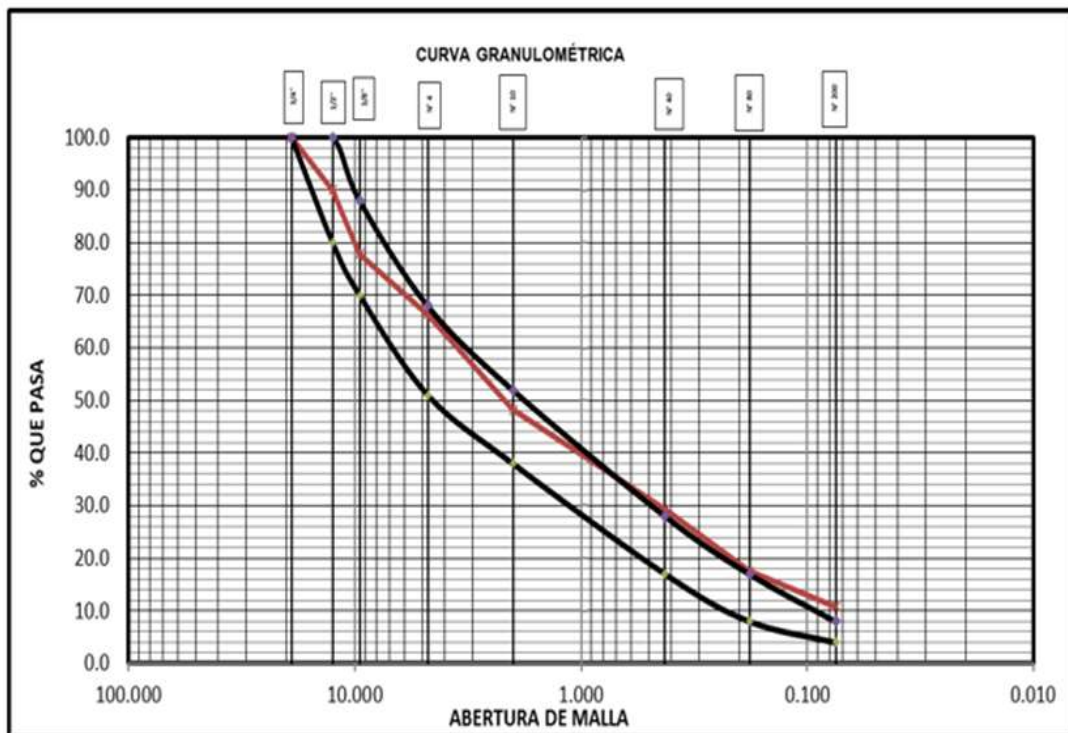


Figura N° 9-Granulometria del material reciclado

EL ensayo de análisis granulométrico se realizó en la empresa KLAFER SAC, se realizó el ensayo de extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos según MTC E 502.

LAVADO ASFÁLTICO Y GRANULOMETRÍA D 2172								
PRIMER LAVADO								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO								
TAMIZ	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA MAC-2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA PESO TOTAL: 1325.00 g PESO LAVADO: 1249.06 g DIFERENCIA: 75.94 g %CA: 5.73 %
						LI	LS	
1"	25.000							
3/4"	19.000				100	100	100	
1/2"	12.500	124.4	9.96	9.96	90.04	80	100	
3/8"	9.500	151.2	12.11	22.1	77.94	70	88	
#4	4.750	143.63	11.50	33.6	66.44	51	68	
#10	2.000	226.9	18.77	51.7	48.27	38	52	
#40	0.425	237.32	19.00	70.7	29.27	17	28	
#80	0.180	146.51	11.73	82.5	17.54	8	17	
#200	0.075	83.61	6.69	89.2	10.85	4	8	
FONDO		135.49	10.85	100.0	0.0			
PESO TOTAL		1249.06	100.00					

TABLA 8. análisis granulométrico del lavado asfáltico reciclado
Fuente: laboratorio KLAFER SAC



*Tabla 9-Granulometría del agregado reciclado
Fuente: laboratorio KLA FER SAC*

Se pudo observar que existe un desgaste en las mallas n°4, n°10 y un desfase en las mallas N° 40, N° 80 y N° 200.

5.2.3 Agregado pétreo de adición

Los materiales para la adicción proceden de la cantera Orcotuna (miomenita cg srl). Debido a que se requiere que cumpla con las especificaciones técnicas, según MTC-EGC 2015. También se observó que el material reciclado tiene las mismas propiedades Mineralogía que aquellos agregados que se adicionaran.

Análisis granulométrico de la grava

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	(%) acumulado que pasa	
				Retenido	Pasando
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	560.0	53.8	53.8	46.2
3/8"	9.500	480.0	46.2	100.0	0.0
1/4"	6.350	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº4	4.750	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº10	2.000	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº16	1.100	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº20	0.840	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº30	0.590	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº40	0.425	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº50	0.297	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº80	0.180	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº100	0.149	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
Pasa		0.0	0.0	100.0	0.0
Peso de muestra secada al horno		1,040.0			

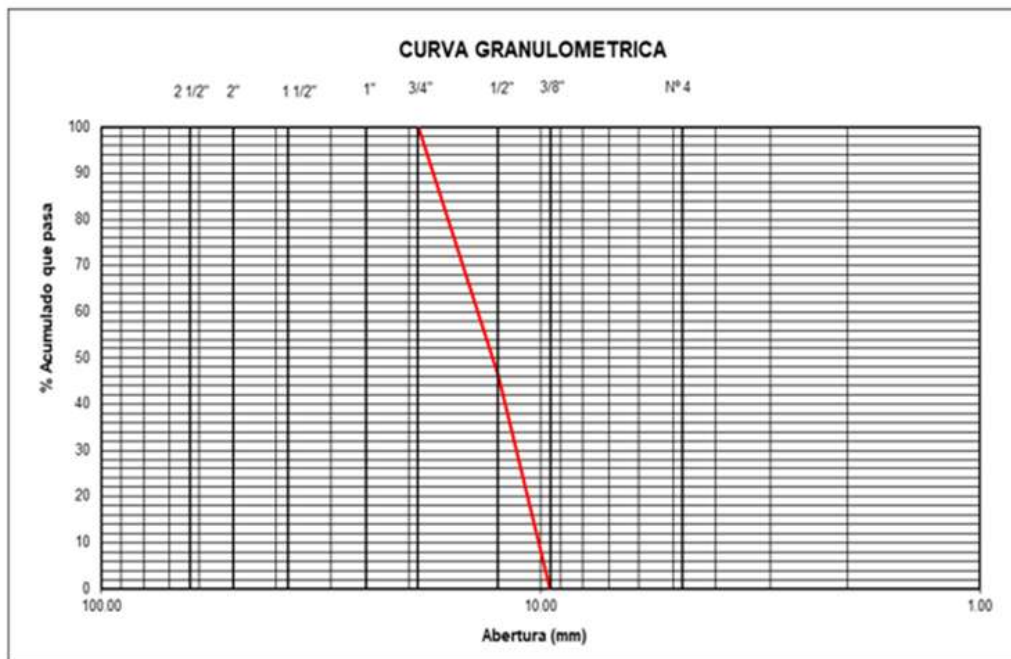


Tabla 10-Análisis granulométrico del agregado grueso
Fuente: laboratorio KLA FER SAC

Análisis granulométrico de la gravilla

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	(%) acumulado que pasa	
				Retenido	Pasando
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1/4"	6.350	210.0	42.0	42.0	58.0
Nº4	4.760	235.0	47.0	89.0	11.0
Nº8	2.360	25.0	5.0	94.0	6.0
Nº10	2.000	15.0	3.0	97.0	3.0
Nº16	1.100	0.0	0.0	97.0	3.0
Nº20	0.840	0.0	0.0	97.0	3.0
Nº30	0.590	0.0	0.0	97.0	3.0
Nº40	0.425	0.0	0.0	97.0	3.0
Nº50	0.297	0.0	0.0	97.0	3.0
Nº80	0.180	0.0	0.0	97.0	3.0
Nº100	0.149	0.0	0.0	97.0	3.0
Nº200	0.075	0.0	0.0	97.0	3.0
Pasa		15.0	3.0	100.0	0.0
Peso de muestra secada al horno		500.0			

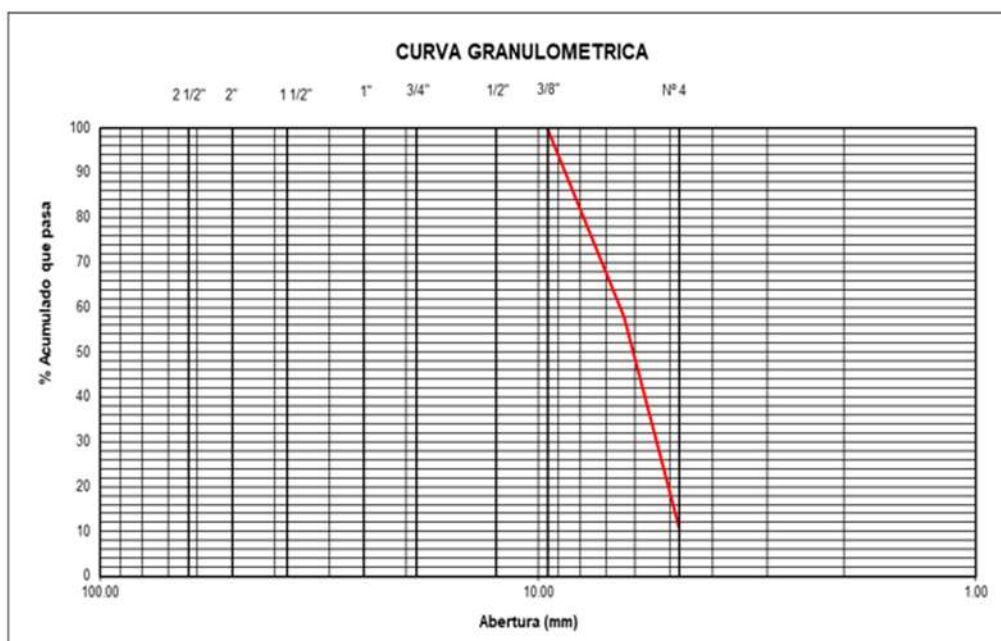


Tabla 11-Análisis granulométrico de la gravilla
Fuente: laboratorio KLA FER SAC

Análisis granulométrico de la arena chancada

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	(%) acumulado que pasa	
				Retenido	Pasando
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.0	100.0
Nº4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0
Nº8	2.360	42.3	8.5	8.5	91.5
Nº10	2.000	71.8	14.4	22.8	77.2
Nº16	1.100	59.4	11.9	34.7	65.3
Nº20	0.840	68.3	13.7	48.4	51.6
Nº30	0.590	87.2	17.4	65.8	34.2
Nº40	0.425	32.1	6.4	72.2	27.8
Nº50	0.297	30.2	6.0	78.3	21.7
Nº80	0.180	41.6	8.3	86.6	13.4
Nº100	0.149	20.1	4.0	90.6	9.4
Nº200	0.075	16.9	3.4	94.0	6.0
Pasa		30.1	6.0	100.0	0.0
Peso de muestra secada al horno		500.0			

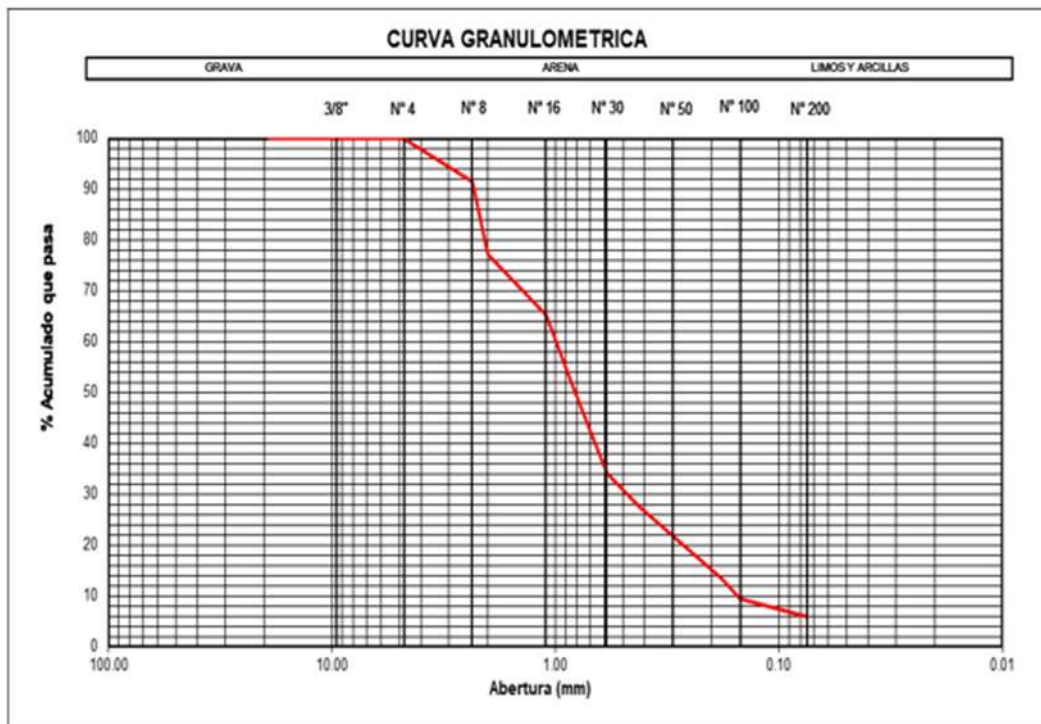


Tabla 12-Análisis granulométrico de la arena chancada
Fuente: laboratorio KLA FER SAC

5.2.4 Aditivo mejorador de asfalto Quimi bond 3000

Se utilizó 0.5% del peso del cemento asfáltico de aditivo mejorador de adherencia.

5.2.5 Diseño de mezcla del pavimento reciclado

➤ Análisis granulométrico del material reciclado

Se realizó el ensayo de extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos según MTC E 502

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
TAMIZ	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA MAC-2	
						LI	LS
1"	25.000						
3/4"	19.000				100	100	100
1/2"	12.500	124.4	9.96	9.96	90.04	80	100
3/8"	9.500	151.2	12.11	22.1	77.94	70	88
#4	4.750	143.63	11.50	33.6	66.44	51	68
#10	2.000	226.9	18.17	51.7	48.27	38	52
#40	0.425	237.32	19.00	70.7	29.27	17	28
#80	0.180	146.51	11.73	82.5	17.54	8	17
#200	0.075	83.61	6.69	89.2	10.85	4	8
FONDO		135.49	10.85	100.0	0.0		

*Tabla 14- Porcentajes retenidos del árido reciclado
Fuente: elaboración propia*

5.2.6 Diseño de mezcla asfáltica en caliente convencional

Se realizó el diseño de acuerdo con MTC-MEM (2016) E 504, el porcentaje a agregar a cada material está en proporcional a su volumen para hacer cumplir el eje principal de granularidad de nuestras curvas de mezcla.

Acerca del refinamiento en briquetas, tome 1200 g de material como muestras y con diferentes porcentajes de cemento asfáltico 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5% y con 0.5% de aditivo de mejor de adherencia del cemento asfáltico.

TAMIZ	ABERTURA mm.	RETENIDO RECICLADO	PESO RETENIDO AGREGADO A ADICIONAR			
			GRAVA	GRAVILLA	ARENA CH	ARENA ZA
3/4"	19.000					
1/2"	12.500	9.96	53.85			
3/8"	9.500	12.11	46.15			
#4	4.750	11.50		89.00		
#10	2.000	18.17		8.00	22.82	6.92
#40	0.425	19.00			49.40	46.60
#80	0.180	11.73			14.36	27.62
#200	0.075	6.69			7.40	14.96
FONDO		10.85		3	6.0	3.9
PESO TOTAL		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabla 15- Porcentajes retenidos de los áridos
Fuente: elaboración propia

➤ **Combinación de los agregados convencional**

COMBINACION CONVENCIONAL	
FILLER	2
GRAVA	25.10
GRAVILLA	22.50
ARENA C	27.20
ARENA Z	23.20
TOTAL	100.00

Tabla 16- Porcentajes para la combinación convencional
Fuente: elaboración propia

MALLA	GRAVA	GRAVILLA	ARENA CH.	ARENA ZAR.
	% PARCIAL RETENIDO			
3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0
1/2"	53.8	0.0	0.0	0.0
3/8"	46.2	0.0	0.0	0.0
1/4"	0.0	42.0	0.0	0.0
Nº4	0.0	47.0	0.0	0.0
Nº8	0.0	5.0	8.5	3.0
Nº10	0.0	3.0	14.4	3.9
Nº16	0.0	0.0	11.9	5.0
Nº20	0.0	0.0	13.7	8.5
Nº30	0.0	0.0	17.4	14.2
Nº40	0.0	0.0	6.4	18.9
Nº50	0.0	0.0	6.0	12.9
Nº80	0.0	0.0	8.3	14.7
Nº100	0.0	0.0	4.0	10.8
Nº200	0.0	0.0	3.4	4.1
FONDO	0.0	3.0	6.0	3.9

Tabla 17- Porcentaje parcial retenido por malla del agregado a adicionar
Fuente: elaboración propia

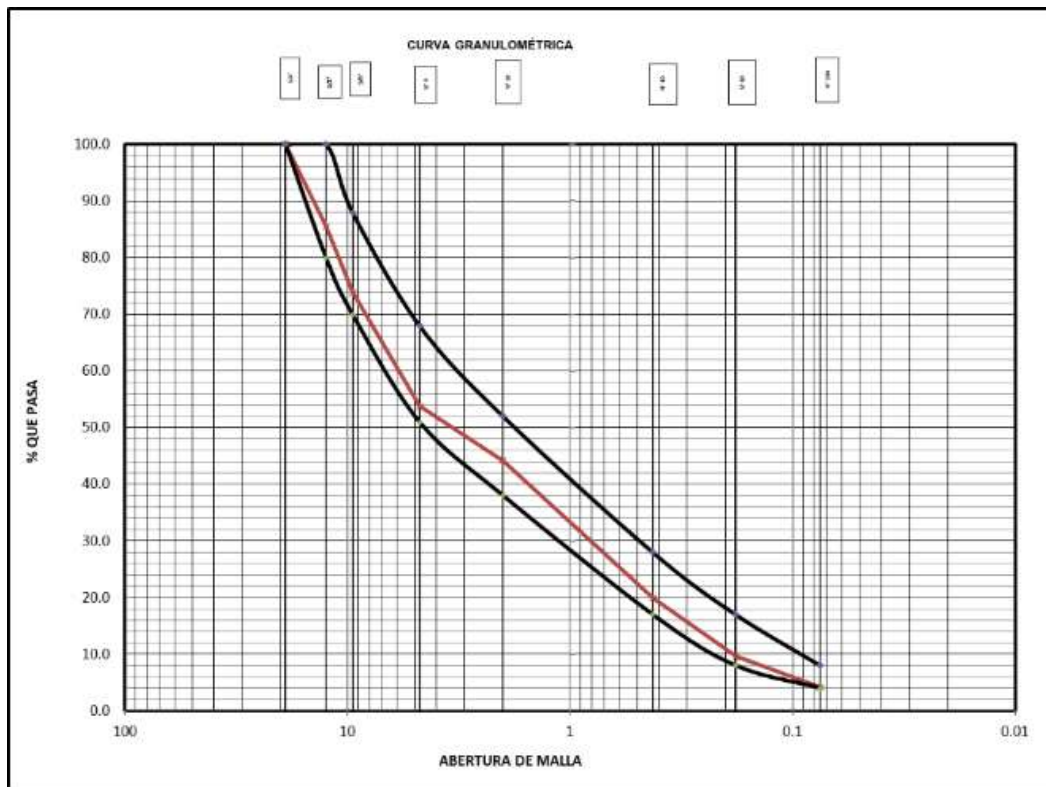
AGREGADO GLOBAL											
ABERTURA	MALLA	% RETENIDO				GLOBAL		% PESO	MAC 2		SITUACION
		GRAVA	GRAVILLA	ARENA CH.	ARENA Z.	PARCIAL	ACUMULADO		L.I.	L.S.	
		25.10	22.50	27.20	23.20			PASA			
19.000	3/4"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	100.00	100	100	CUMPLE
12.500	1/2"	13.52	0.00	0.00	0.00	13.520	13.52	86.48	80	100	CUMPLE
9.500	3/8"	11.58	0.00	0.00	0.00	11.580	25.10	74.90	70	88	CUMPLE
6.350	1/4"	0.00	9.45	0.00	0.00	9.450	34.55	65.45			
4.760	No 4	0.00	10.58	0.00	0.00	10.580	45.13	54.87	51	68	CUMPLE
2.360	No 8	0.00	1.13	2.30	0.70	4.130	49.26	50.74			
2.000	No 10	0.00	0.68	3.91	0.90	5.490	54.75	45.25	38	52	CUMPLE
1.100	No 16	0.00	0.00	3.23	1.15	4.380	59.13	40.87			
0.840	No 20	0.00	0.00	3.72	1.98	5.700	64.83	35.17			
0.590	No 30	0.00	0.00	4.74	3.30	8.050	72.88	27.12			
0.425	No 40	0.00	0.00	1.75	4.38	6.120	79.00	21.00	17	28	CUMPLE
0.297	No 50	0.00	0.00	1.64	3.00	4.640	83.64	16.36			
0.180	No 80	0.00	0.00	2.26	3.41	5.670	89.31	10.69	8	17	CUMPLE
0.149	No 100	0.00	0.00	1.09	2.51	3.600	92.91	7.09			
0.075	No 200	0.00	0.00	0.92	0.96	1.880	94.79	5.21	4	8	CUMPLE
	fondo	0.00	0.75	1.51	0.98	3.240	98.03	1.97	0	0	
		25.1	22.6	27.1	23.3	98.0					

Tabla 18- Porcentajes para mezcla convencional de asfalto
Fuente: elaboración propia

5.2.7 Diseño de mezcla asfáltica convencional más 10% mr. y 0.5% de quimibond 3000 del peso del cemento asfáltico

AGREGADO FINAL											
MALLA	% RETENIDO RECICLAD	% RETENIDO CONVENCIONAL				GLOBAL CON 0.5% DE QUIMIBOND 3000		% PESO	MAC 2		SITUACION
		GRAVA	GRAVILLA	ARENA CH.	ARENA Z.	PARCIAL	ACUMULADO		L.I.	L.S.	
		10.00	25.10	22.50	27.20			23.20			
3/4"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	CUMPLE
1/2"	1.00	13.52	0.00	0.00	0.00	14.51	14.51	85.49	80.00	100.00	CUMPLE
3/8"	0.00	11.58	0.00	0.00	0.00	11.58	26.10	73.90	70.00	88.00	CUMPLE
No 4	0.11	0.00	20.03	0.00	0.00	20.14	46.24	53.76	51.00	68.00	CUMPLE
No 10	0.00	0.00	1.80	6.21	1.61	9.61	55.85	44.15	38.00	52.00	CUMPLE
No 40	0.02	0.00	0.00	13.44	10.81	24.27	80.12	19.88	17.00	28.00	CUMPLE
No 80	0.00	0.00	0.00	3.91	6.41	10.31	90.43	9.57	8.00	17.00	CUMPLE
No 200	0.00	0.00	0.00	2.01	3.47	5.48	95.92	4.08	4.00	8.00	CUMPLE

Tabla 19- Combinación final para mezcla convencional
Fuente: elaboración propia



Briqueta con 4.5% de cemento Asfáltico

METODO MARSHALL		1		
	N° Briqueta	1	2	3
1	% C.A. En peso de la mezcla	4.5	4.5	4.5
2	% AG. Grueso <1" en peso de la mezcla	45.46	45.46	45.46
3	% Arena gruesa en peso de la mezcla	48.13	48.13	48.13
4	Peso específico del c.a. aparente	1.000	1.000	1.000
5	Peso específico del agregado grueso - Bulk (menor 3/4")	2.650	2.650	2.650
6	Peso específico de arena gruesa-Bulk	2.692	2.692	2.692
7	Peso específico de filler (cal hidratada)	1.335	1.335	1.335
8	altura promedio de la briqueta (cm.)	6.43	6.38	6.34
9	peso de la briqueta en aire (g.)	1187.2	1183.0	1194.6
10	peso de la briqueta SSS en aire (g.)	1188.0	1183.6	1196.3
11	peso de la briqueta SSS en agua (g.)	671.2	678.1	672.7
12	volumen de la briqueta (g.)	516.8	505.5	523.6
13	Peso específico Bulk de la briqueta (gr/cm ³)	2.297	2.340	2.281
14	Peso específico Bulk promedio de la briqueta (gr/cm ³)	2.306		
15	peso específico maximo - ASTM D2041 (RICE)	2.54	2.54	2.54
16	% Vacíos (VMT)	9.6	7.9	10.2
17	% Vacíos (VMT) promedio	9.20		
18	Peso específico aparente del agregado total	2.630	2.630	2.630
19	V. M. A. (%)	16.9	15.4	17.5
20	V.M.A. promedio	16.6		
21	% De vacíos llenados con C.A. (VFA)	43.6	48.9	41.9
22	% De vacíos llenados con C.A. promedio (VFA)	44.8		
23	Peso específico efectivo del agregado total	2.727	2.727	2.727
24	Asfalto absorbido por el agregado total	1.35	1.35	1.35
25	% asfalto efectivo	2.99	2.99	2.99
26	Flujo (mm.)	1.80	1.55	2.05
27	Flujo promedio (mm.)	1.80		
28	Estabilidad (lectura dial de carga)	172.05	184.05	184.05
29	Estabilidad sin corregir (kg.)	588	628	628
30	Factor de estabilidad	1.34	1.36	1.30
31	Estabilidad corregida (kg.)	788	857	816
32	estabilidad corregida promedio (kg.)	820		

Tabla 21-Analisis de briquetas al 4.5% de c.a.
Fuente: laboratorio KLAFER SAC

Briqueta con 5% de cemento asfáltico

Método Marshall		2		
N° Briqueta		1	2	3
1	% C.A. en peso de la mezcla	5.0	5.0	5.0
2	% Agregado grueso <1" en peso de la mezcla	45.22	45.22	45.22
3	% Arena gruesa en peso de la mezcla	47.88	47.88	47.88
4	Peso específico del C.A. aparente	1.000	1.000	1.000
5	Peso específico del agregado grueso - Bulk (menor 3/4")	2.650	2.650	2.650
6	Peso específico de arena gruesa-Bulk	2.692	2.692	2.692
7	Peso específico de filler (cal hidratada)	1.335	1.335	1.335
8	Altura promedio de la briqueta (cm.)	6.41	6.45	6.52
9	Peso de la briqueta en aire (g.)	1169.2	1184.2	1189.7
10	Peso de la briqueta SSS en aire (g.)	1170.2	1185.1	1191.0
11	Peso de la briqueta SSS en agua (g.)	672.5	686.2	680.5
12	Volumen de la briqueta (g.)	497.7	498.9	510.5
13	Peso específico Bulk de la briqueta (gr/cm ³)	2.349	2.374	2.330
14	Peso específico Bulk promedio de la briqueta (gr/cm ³)	2.351		
15	Peso específico máximo - ASTM d2041 (RICE)	2.531	2.531	2.531
16	% Vacíos (VMT)	7.2	6.2	7.9
17	% Vacíos (VMT) promedio	7.11		
18	Peso específico aparente del agregado total	2.635	2.635	2.635
19	V. M. A. (%)	15.8	15.0	16.5
20	V.M.A. promedio	15.8		
21	% De vacíos llenados con C.A. (VFA)	54.7	58.4	52.0
22	% De vacíos llenados con C.A. promedio (VFA)	55.0		
23	Peso específico efectivo del agregado total	2.735	2.735	2.735
24	Asfalto absorbido por el agregado total	1.39	1.39	1.39
25	% Asfalto efectivo	3.41	3.41	3.41
26	Flujo (MM.)	2.05	2.30	2.55
27	Flujo promedio (MM.)	2.30		
28	Estabilidad (lectura dial de carga)	205.05	196.05	193.05
29	Estabilidad sin corregir (kg.)	698	668	658
30	Factor de estabilidad	1.38	1.37	1.33
31	Estabilidad corregida (kg.)	963	917	877
32	Estabilidad corregida promedio (kg.)	919		

Tabla 22-Análisis de briqueta al 5% de c.a.
Fuente: laboratorio KLAFER SAC

Briqueta con 5.5% de cemento asfáltico

Método Marshall		3		
N° Briqueta		1	2	3
1	% C.A. en peso de la mezcla	5.5	5.5	5.5
2	% Agregado grueso <1" en peso de la mezcla	44.98	44.98	44.98
3	% Arena gruesa en peso de la mezcla	47.63	47.63	47.63
4	Peso específico del C.A. aparente	1.000	1.000	1.000
5	Peso específico del agregado grueso - Bulk (menor 3/4")	2.650	2.650	2.650
6	Peso específico de arena gruesa-Bulk	2.692	2.692	2.692
7	Peso específico de filler (cal hidratada)	1.335	1.335	1.335
8	Altura promedio de la briqueta (cm.)	6.4	6.31	6.7
9	Peso de la briqueta en aire (g.)	1185.7	1193.5	1189.7
10	Peso de la briqueta SSS en aire (g.)	1186.9	1194.8	1190.8
11	Peso de la briqueta SSS en agua (g.)	687.9	689.1	691.5
12	Volumen de la briqueta (g.)	499.0	505.7	499.3
13	Peso específico Bulk de la briqueta (gr/cm ³)	2.376	2.360	2.383
14	Peso específico Bulk promedio de la briqueta (gr/cm ³)	2.373		
15	Peso específico máximo - ASTM d2041 (rice)	2.503	2.503	2.503
16	% Vacíos (VMT)	5.1	5.7	4.8
17	% Vacíos (VMT) promedio	5.20		
18	Peso específico aparente del agregado total	2.643	2.643	2.643
19	V. M. A. (%)	15.8	16.4	15.6
20	V.M.A. promedio	16.0		
21	% De vacíos llenados con C.A. (VFA)	68.0	65.2	69.2
22	% De vacíos llenados con C.A. promedio (VFA)	67.5		
23	Peso específico efectivo del agregado total	2.717	2.717	2.717
24	Asfalto absorbido por el agregado total	1.03	1.03	1.03
25	% Asfalto efectivo	4.18	4.18	4.18
26	Flujo (mm.)	2.55	2.80	3.05
27	Flujo promedio (mm.)	2.80		
28	Estabilidad (lectura dial de carga)	228.05	231.05	239.05
29	Estabilidad sin corregir (kg.)	775	785	812
30	Factor de estabilidad	1.37	1.37	1.37
31	Estabilidad corregida (kg.)	1063	1077	1114
32	Estabilidad corregida promedio (kg.)	1085		

Tabla 23-análisis de briqueta al 5.5% de c.a.
Fuente: laboratorio KLAFER SAC

Briqueta con 6% de cemento asfáltico

Método Marshall		4		
N° Briqueta		1	2	3
1	% C.A. en peso de la mezcla	6.0	6.0	6.0
2	% Agregado grueso <1" en peso de la mezcla	44.74	44.74	44.74
3	% Arena gruesa en peso de la mezcla	47.38	47.38	47.38
4	Peso específico del C.A. aparente	1.000	1.000	1.000
5	Peso específico del agregado grueso - Bulk (menor 3/4")	2.650	2.650	2.650
6	Peso específico de arena gruesa-Bulk	2.692	2.692	2.692
7	Peso específico de filler (cal hidratada)	1.335	1.335	1.335
8	Altura promedio de la briqueta (cm.)	6.33	6.42	6.38
9	Peso de la briqueta en aire (g.)	1183.5	1187.6	1186.3
10	Peso de la briqueta SSS en aire (g.)	1187.2	1188.4	1187.3
11	Peso de la briqueta SSS en agua (g.)	694.7	688.1	691.8
12	Volumen de la briqueta (g.)	492.5	500.3	495.5
13	Peso específico Bulk de la briqueta (gr/cm ³)	2.403	2.374	2.394
14	Peso específico Bulk promedio de la briqueta (gr/cm ³)	2.390		
15	Peso específico máximo - ASTM D2041 (RICE)	2.488	2.488	2.488
16	% Vacíos (VMT)	3.4	4.6	3.8
17	% Vacíos (VMT) promedio	3.93		
18	Peso específico aparente del agregado total	2.621	2.621	2.621
19	V. M. A. (%)	13.9	14.945	14.2
20	V.M.A. promedio	14.4		
21	% De vacíos llenados con C.A. (VFA)	75.4	69.3	73.5
22	% De vacíos llenados con C.A. promedio (VFA)	72.7		
23	Peso específico efectivo del agregado total	2.747	2.747	2.747
24	Asfalto absorbido por el agregado total	1.74	1.74	1.74
25	% Asfalto efectivo	4.00	4.00	4.00
26	Flujo (mm.)	3.30	3.30	3.55
27	Flujo promedio (mm.)	3.38		
28	Estabilidad (lectura dial de carga)	248.05	253.05	251.05
29	Estabilidad sin corregir (kg.)	842	859	852
30	Factor de estabilidad	1.42	1.37	1.37
31	Estabilidad corregida (kg.)	1197	1178	1168
32	Estabilidad corregida promedio (kg.)	1181		

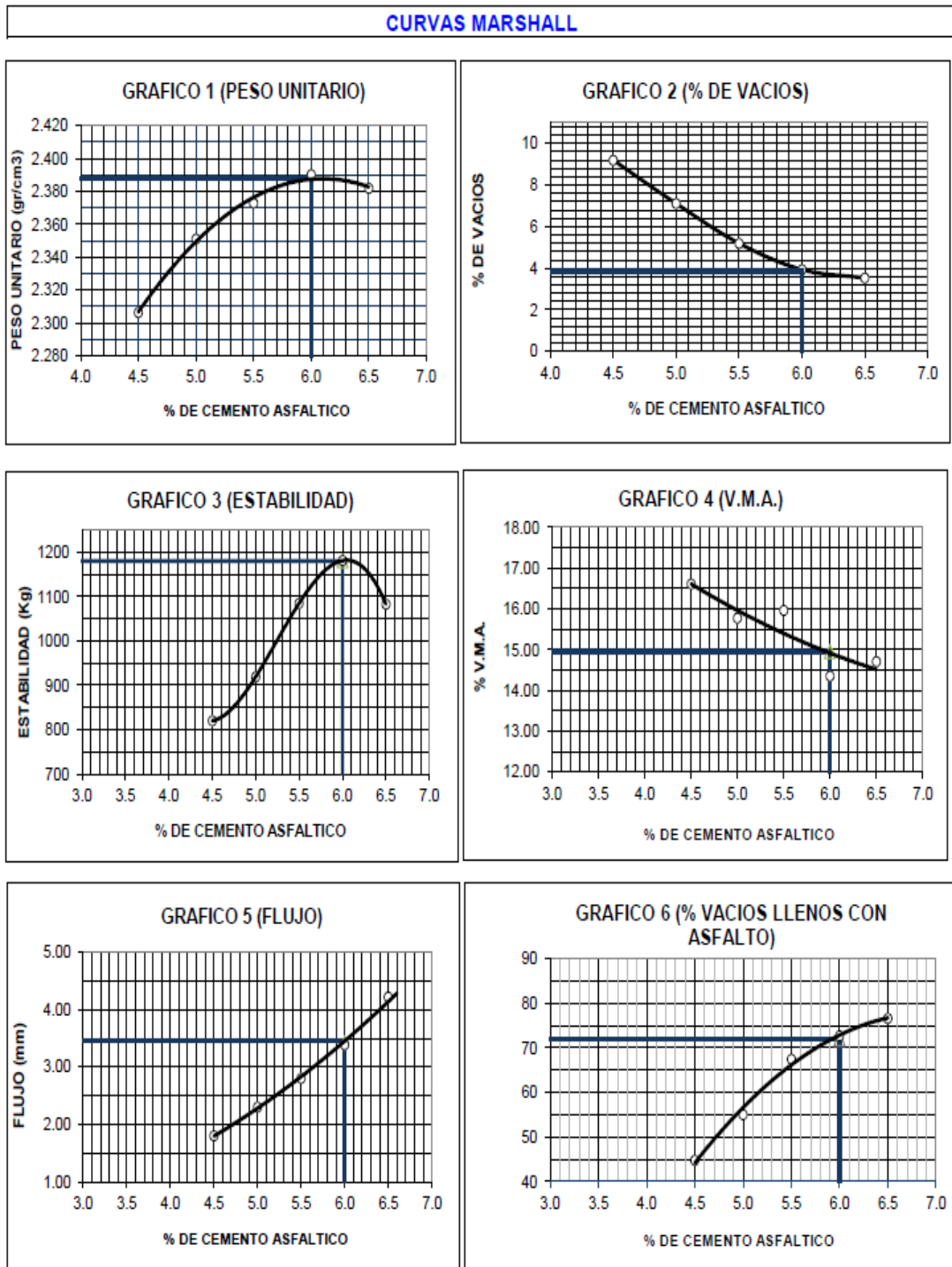
Tabla 24-Análisis de briqueta al 6% de c.a.
Fuente: laboratorio KLAFER SAC

Briqueta con 6.5% de cemento asfáltico

Método Marshall		5		
	N° briqueta	1	2	3
1	% C.A. en peso de la mezcla	6.5	6.5	6.5
2	% Agregado grueso <1" en peso de la mezcla	44.51	44.51	44.51
3	% Arena gruesa en peso de la mezcla	47.12	47.12	47.12
4	Peso específico del C.A. aparente	1.000	1.000	1.000
5	Peso específico del agregado grueso - Bulk (menor 3/4")	2.650	2.650	2.650
6	Peso específico de arena gruesa-Bulk	2.692	2.692	2.692
7	Peso específico de filler (cal hidratada)	1.335	1.335	1.335
8	Altura promedio de la briqueta (cm.)	6.4	6.38	6.41
9	Peso de la briqueta en aire (g.)	1185.1	1188.6	1187.3
10	Peso de la briqueta SSS en aire (g.)	1186.2	1189.9	1187.9
11	Peso de la briqueta SSS en agua (g.)	686.1	684.1	698.5
12	Volumen de la briqueta (g.)	500.1	505.8	489.4
13	Peso específico Bulk de la briqueta (gr/cm ³)	2.370	2.350	2.426
14	Peso específico Bulk promedio de la briqueta (gr/cm ³)	2.382		
15	Peso específico máximo - ASTM D2041 (RICE)	2.469	2.469	2.469
16	% Vacíos (VMT)	4.0	4.8	1.7
17	% vacíos (VMT) promedio	3.53		
18	Peso específico aparente del agregado total	2.616	2.616	2.616
19	V. M. A. (%)	15.2	15.9	13.1
20	V.M.A. promedio	14.7		
21	% De vacíos llenados con C.A. (VFA)	73.5	69.6	86.7
22	% De vacíos llenados con C.A. promedio (VFA)	76.6		
23	Peso específico efectivo del agregado total	2.754	2.754	2.757
24	Asfalto absorbido por el agregado total	1.92	1.92	1.96
25	% Asfalto efectivo	4.29	4.29	4.26
26	Flujo (mm.)	3.80	4.55	4.30
27	Flujo promedio (mm.)	4.22		
28	Estabilidad (lectura dial de carga)	226.05	248.05	215.05
29	Estabilidad sin corregir (kg.)	768	842	732
30	Factor de estabilidad	1.37	1.37	1.42
31	Estabilidad corregida (kg.)	1054	1155	1040
32	estabilidad corregida promedio (kg.)	1083		

Tabla 25-Análisis de briqueta al 6.5% de c.a.
Fuente: laboratorio KLAFER SAC

Tabla de resultados de Marshall con pavimento reciclado



*Tabla 26-Graficas de resistencia de mezcla reciclada
Fuente: laboratorio KLAFER SAC*

Comportamiento de la mezcla mejorada

Parámetros del diseño						Características de la mezcla	
% de C.A.	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	% de C.A	6
Peso específico (gr/cc.)	2.306	2.351	2.373	2.390	2.382	Peso UNITARIO (gr/cm3)	2.391
Estabilidad (kg)	820	919	1085	1181	1083	Estabilidad (kg)	1180
Flujo (mm)	1.80	2.30	2.80	3.38	4.22	Flujo (mm)	3.45
Vacíos (%)	9.20	7.11	5.20	3.93	3.53	Vacíos (%)	3.9
V. M. A. (%)	16.61	15.78	15.96	14.35	14.70	V:M.A. (%)	14.95
V. F.A. (%)	45	55	67	73	77	Estabilidad/Flujo (kg/cm2)	3420

Tabla 27- Características Marshall de la combinación reciclada
Fuente: elaboración propia

5.2.8 Diseño de mezcla del pavimento usual

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

CANTERA ALANIA KM 0+320

PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	: 37%
ARENA CHANCADA	: 41%
ARENA ZARANDEADA	: 22%
	: MAC-2
	: ESPECIFICACIÓN EG-2013.

2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de asfalto	: BETUTEC IB - PG 70-28
% óptimo de C.A.	: 6.2

3.- ADITIVO

Tipo de aditivo	: ADHESOL 10000
% de aditivo en peso del C.A.	: 0.5

4.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES		75	
CEMENTO ASFALTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	6.00	6.20	6.40
DENSIDAD SECA BULK (g/cm3)	2.340	2.346	2.351
VACIOS (%)	3.4	2.9	2.4
V.M.A. (%)	15.43	15.40	15.38
R.B.V. (%)	77.1	80.6	84.1
FLUJO (0,25 mm)	12.8	13.4	14.0
ESTABILIDAD (kg)	1779.0	1798.0	1806.0
Relación polvo - asfalto	1.18	1.14	1.09

5.- TEMPERATURA DE APLICACIÓN (°C)

Según carta de viscosidad

Temperatura de mezcla : 155.9°C - 162.8°C

Temperatura de compactación : 146.2°C - 155.9°C

Tabla 28- Características Marshall de la mezcla usual
Fuente: laboratorio TDM ASFALTO

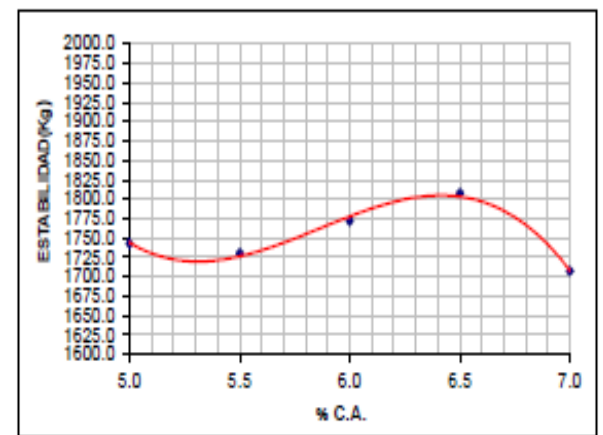
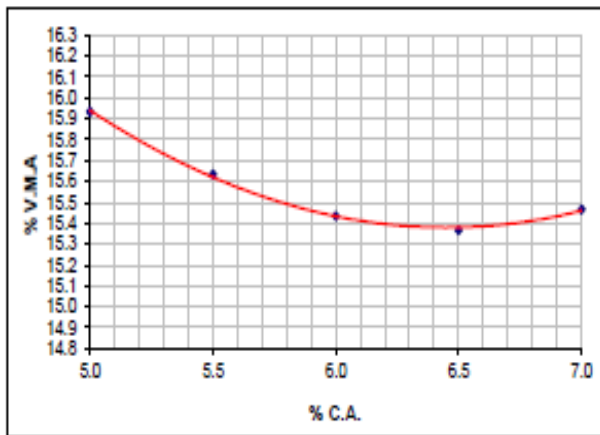
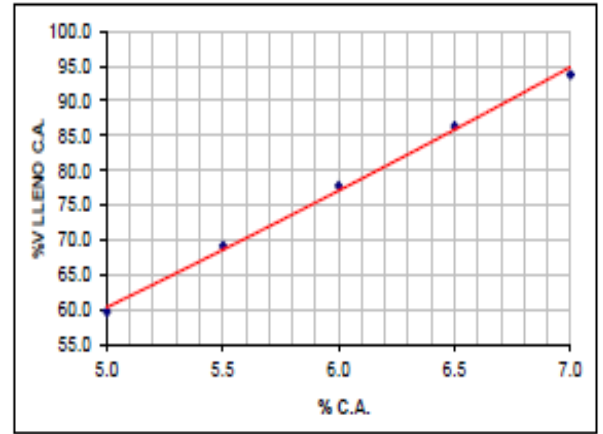
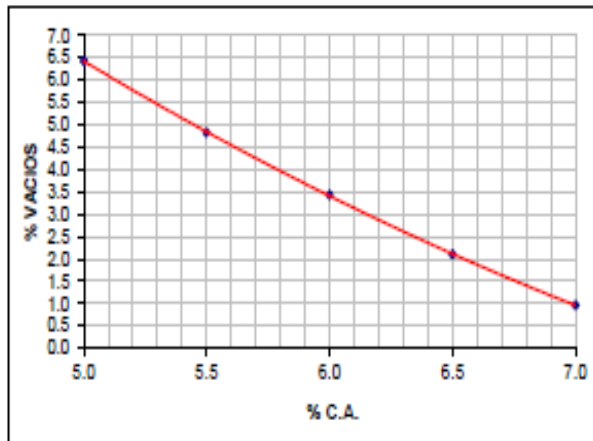
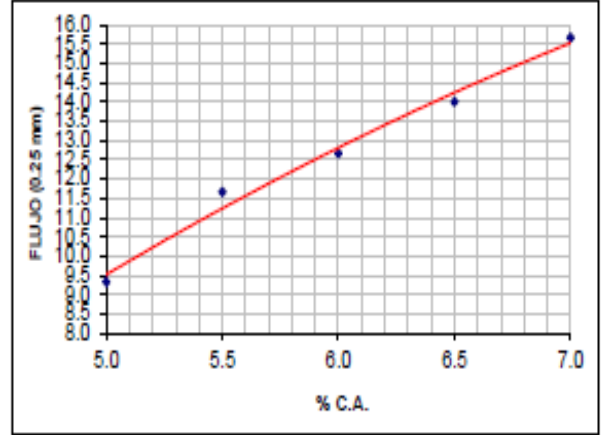
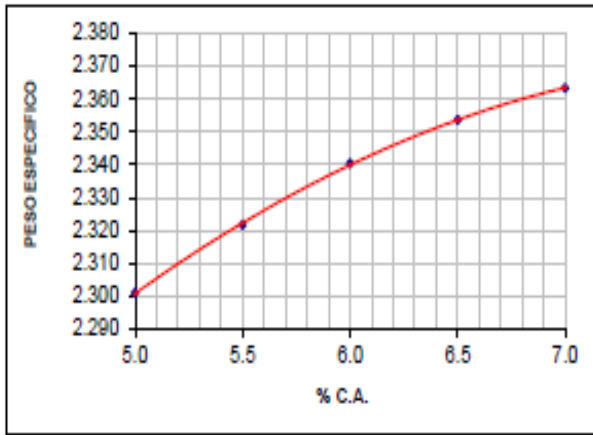


Tabla 29-Gráficas de resistencia bituminosa usual
Fuente: laboratorio TDM ASFALTO

5.2.9 Análisis económico del precio unitario del pavimento reciclado y usual

CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 9 CM						
MO. 2,000.0000	EQ.	2000		Costo unitario directo por : m2		69.62
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL	hh	1.0000	0.0040	18.57	0.07	
PEON	hh	8.0000	0.0320	16.79	0.54	
					0.61	
Materiales						
MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (PUESTO EN OBRA)	m3		0.1125	577.50	64.97	
					64.97	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	0.61	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0040	170.00	0.68	
RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOPROPULSADO 58-70HP 8-10 hm ton	hm	1.0000	0.0040	200.00	0.80	
CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	hm	1.0000	0.0040	192.37	0.77	
CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0040	144.07	0.58	
PAVIMENTADORA	hm	1.0000	0.0040	296.65	1.19	
					4.04	

*Tabla 30-Análisis de costos unitarios mezcla usual
Fuente: expediente técnico gobierno regional Junín*

CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 9 CM						
MO. 2,000.0000	EQ.	2000		Costo unitario directo por : m2		63.12
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL	hh	1.0000	0.0040	18.57	0.07	
PEON	hh	8.0000	0.0320	16.79	0.54	
					0.61	
Materiales						
MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (PUESTO EN OBRA)	m3		0.1125	577.50	58.47	
10% reciclado					58.47	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	0.61	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0040	170.00	0.68	
RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOPROPULSADO 58-70HP 8-10 hm ton	hm	1.0000	0.0040	200.00	0.80	
CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	hm	1.0000	0.0040	192.37	0.77	
CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0040	144.07	0.58	
PAVIMENTADORA	hm	1.0000	0.0040	296.65	1.19	
					4.04	

*Tabla 31-Análisis de costos unitarios mezcla usual más 10% de reciclado
Fuente: elaboración propia*

5.3 Contrastación de hipótesis

5.3.1 Hipótesis general

La aplicación de la tecnología para la recuperación del pavimento asfáltico si mejora su comportamiento mecánico para su reciclaje El Tambo Huancayo 2021.

5.3.2 Hipótesis específicas

- a) La aplicación del pavimento asfáltico envejecido no incrementa el porcentaje de betún como aporte a una nueva mezcla asfáltica.
- b) Los factores ambientales que se conseguirán aplicando la tecnología de reciclaje de pavimentos asfálticos en calientes si ofrecen beneficios porque se reutiliza un material que es causa de contaminación.
- c) Los costos si se reducen durante la ejecución de los proyectos, realizando la técnica de reciclaje en los pavimentos asfálticos, debido a su reciclaje.

CAPÍTULO VI ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Deducción de los resultados en laboratorios

6.1 Mezcla asfáltica reciclada

6.1.1 contenido de asfalto reciclado

Se obtuvo un peso de 1325.00 gr de material reciclado.

Se obtuvo un peso de 1249.06 gr de material lavado.

Se obtuvo un peso de 75.94 gr de c.a.

$$\% \text{ de c.a.} = \left(\frac{100 \times 75.94}{1325.00} \right)$$

$$\% \text{ de c.a.} = (5.73\%).$$

El contenido de cemento asfáltico para la zona de Huancayo 6%, por ende, se agregará 0.27% de cemento asfáltico.

Según la sección 403 del manual de carreteras. Pag 367. Señala que la nueva combinación de asfalto no tendrá más 40% de mezcla reciclada.

$$\% \text{ Contenido de Cemento asfáltico} = \left(\frac{6 \times 40}{100} \right)$$

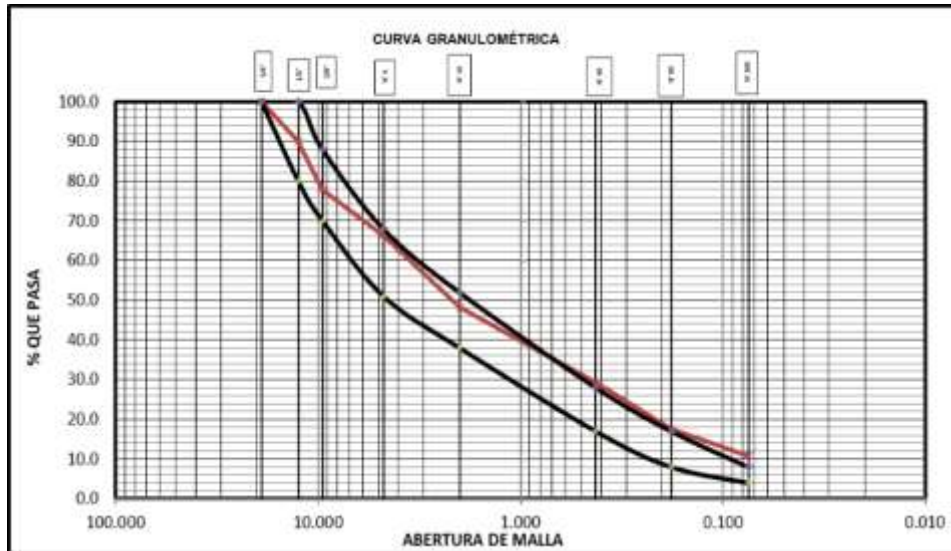
$$\% \text{ Contenido de Cemento asfáltico} = (2.40\%).$$

Entonces $2.40\% > 0.27\%$, se puede realizar el reciclado.

Chuman J. (2017), indica que se ha comprobado la factibilidad de reutilización de residuos de pavimento flexible y por ende, concuerdo que si es factible realizar el reciclado de pavimentos flexibles.

Figuroa A. & Santanilla E. (2020), indica que la variable con mayor influencia es el contenido de ligante, con acuerdo con el autor debido a que se empleó adito QUIMIBON 3000 en un 0.5% del peso del cemento asfáltico.

6.1.2 Análisis granulométrico del material reciclado



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
TAMIZ	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA MAC-2	
						LI	LS
1"	25.000						
3/4"	19.000				100	100	100
1/2"	12.500	124.4	9.96	9.96	90.04	80	100
3/8"	9.500	151.2	12.11	22.1	77.94	70	88
#4	4.750	143.63	11.50	33.6	66.44	51	68
#10	2.000	226.9	18.17	51.7	48.27	38	52
#40	0.425	237.32	19.00	70.7	29.27	17	28
#80	0.180	146.51	11.73	82.5	17.54	8	17
#200	0.075	83.61	6.69	89.2	10.85	4	8
FONDO		135.49	10.85	100.0	0.0		

Tabla 32-Análisis granulométrico y curva granulométrica del material reciclado
Fuente: laboratorio KLA FER SAC

Se pudo observar que existe un desgaste en las mallas n°4, n°10 y un desfase en las mallas N°40, N°80 y N°200.

Combinación

TAMIZ	ABERTURA mm.	RETENIDO RECICLADO	PESO RETENIDO AGREGADO A ADICIONAR			
			GRAVA	GRAVILLA	ARENA CH	ARENA ZA
3/4"	19.000					
1/2"	12.500	9.96	53.85			
3/8"	9.500	12.11	46.15			
#4	4.750	11.50		89.00		
#10	2.000	18.17		8.00	22.82	6.92
#40	0.425	19.00			49.40	46.60
#80	0.180	11.73			14.36	27.62
#200	0.075	6.69			7.40	14.96
FONDO		10.85		3	6.0	3.9
PESO TOTAL		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabla 33-Resumen de los porcentajes retenidos
Fuente: elaboración propia

AGREGADO GLOBAL											
ABERTURA	MALLA	% RETENIDO				GLOBAL		% PESO	MAC 2		SITUACION
		GRAVA	GRAVILLA	ARENA CH.	ARENA Z.	PARCIAL	ACUMULADO		L.I.	L.S.	
		25.10	22.50	27.20	23.20			PASA	%MIN	%MAX	
19.000	3/4"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	100.00	100	1/100	CUMPLE
12.500	1/2"	13.52	0.00	0.00	0.00	13.520	13.52	86.48	80	100	CUMPLE
9.500	3/8"	11.58	0.00	0.00	0.00	11.580	25.10	74.90	70	88	CUMPLE
6.350	1/4"	0.00	9.45	0.00	0.00	9.450	34.55	65.45			
4.760	No 4	0.00	10.58	0.00	0.00	10.580	45.13	54.87	51	68	CUMPLE
2.360	No 8	0.00	1.13	2.30	0.70	4.130	49.26	50.74			
2.000	No 10	0.00	0.68	3.91	0.90	5.490	54.75	45.25	38	52	CUMPLE
1.100	No 16	0.00	0.00	3.23	1.15	4.380	59.13	40.87			
0.840	No 20	0.00	0.00	3.72	1.98	5.700	64.83	35.17			
0.590	No 30	0.00	0.00	4.74	3.30	8.050	72.88	27.12			
0.425	No 40	0.00	0.00	1.75	4.38	6.120	79.00	21.00	17	28	CUMPLE
0.297	No 50	0.00	0.00	1.64	3.00	4.640	83.64	16.36			
0.180	No 80	0.00	0.00	2.26	3.41	5.670	89.31	10.69	8	17	CUMPLE
0.149	No 100	0.00	0.00	1.09	2.51	3.600	92.91	7.09			
0.075	No 200	0.00	0.00	0.92	0.96	1.880	94.79	5.21	4	8	CUMPLE
	fondo	0.00	0.75	1.51	0.98	3.240	98.03	1.97	0	0	
		25.1	22.6	27.1	23.3	98.0					

Tabla 34-Combinación de agregados convencional
Fuente: elaboración propia

AGREGADO FINAL											
MALLA	RETENIDO RECICLAD	% RETENIDO CONVENCIONAL				GLOBAL CON 0.5 % DE QUIMIBOND 3000		% PESO PASA	MAC 2		SITUACION
		GRAVA	GRAVILLA	ARENA CH.	ARENA Z	PARCIAL	ACUMULADO		L.I.	L.S.	
	10.00	25.10	22.50	27.20	23.20			%MIN	%MAX		
3/4"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	CUMPLE
1/2"	1.00	13.52	0.00	0.00	0.00	14.51	14.51	85.49	80.00	100.00	CUMPLE
3/8"	0.00	11.58	0.00	0.00	0.00	11.58	26.10	73.90	70.00	88.00	CUMPLE
No 4	0.11	0.00	20.03	0.00	0.00	20.14	46.24	53.76	51.00	68.00	CUMPLE
No 10	0.00	0.00	1.80	6.21	1.61	9.61	55.85	44.15	38.00	52.00	CUMPLE
No 40	0.02	0.00	0.00	13.44	10.81	24.27	80.12	19.88	17.00	28.00	CUMPLE
No 80	0.00	0.00	0.00	3.91	6.41	10.31	90.43	9.57	8.00	17.00	CUMPLE
No 200	0.00	0.00	0.00	2.01	3.47	5.48	95.92	4.08	4.00	8.00	CUMPLE

Tabla 35-Combinación de agregados con 10% MR y 0.5% de quimibond 3000 del peso del cemento asfáltico

Fuente: elaboración propia

Figuroa A. & Santanilla E. (2020). Indica que las diversas granulometrías que se consiguen durante los procesos de reciclaje in situ, la selección del RAP debe ajustarse a una granulometría para su reutilización, concuerdo con el autor ya que es necesario ajustar a los límites superior e inferior establecidos del mac-2.

6.1.3 Diseño de carpetas asfálticas en temperaturas altas

- Comportamiento obtenido al combinar áridos con cemento asfáltico incluyendo carpeta asfáltica reciclada

Parámetros del diseño					
% C.A. En peso de la mezcla	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
Peso específico (gr/cc.)	2.306	2.351	2.373	2.390	2.382
Estabilidad (kg)	820	919	1085	1181	1083
Flujo (mm)	1.80	2.30	2.80	3.38	4.22
Vacios (%)	9.20	7.11	5.20	3.93	3.53
V. M. A. (%)	16.61	15.78	15.96	14.35	14.70
V. F.A. (%)	45	55	67	73	77

Características de la mezcla	
% de C.A	6
Peso UNITARIO (gr/cm ³)	2.391
Estabilidad (kg)	1180
Flujo (mm)	3.45
Vacios (%)	3.9
V:M.A. (%)	14.95
Estabilidad/Flujo (kg/cm ²)	3420

Tabla 36-Características de la combinación de asfalto reciclado

Fuente: elaboración propia

➤ **Cualidades de la mezcla usual**

Nº DE GOLPES		75	
CEMENTO ASFALTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	6.00	6.20	6.40
DENSIDAD SECA BULK (g/cm ³)	2.340	2.346	2.351
VACIOS (%)	3.4	2.9	2.4
V.M.A. (%)	15.43	15.40	15.38
R.B.V. (%)	77.1	80.6	84.1
FLUJO (0,25 mm)	12.8	13.4	14.0
ESTABILIDAD (kg)	1779.0	1798.0	1806.0
Relación polvo - asfalto	1.18	1.14	1.09

*Tabla 37- Características del pavimento usual
Fuente: laboratorio TDM ASFALTO*

➤ **Comportamiento de la mezcla EGC sección 423 pavimentos asfálticos en caliente**

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	<u>Ver Tabla 423-10</u>		
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto (2)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Mín.		

*Tabla 38- Características de la mezcla EGC
Fuente: MTC EGC-2015*

➤ **Análisis comparativo de los parámetros de pavimento reciclado y usual**

se muestra una tabla de comparación.

CLASE DE MEZCLA A						
PARAMETRO	EGC MTC SECCION 423		CONVENCIONAL		CONVENCIONAL +10% DE RECICLADO	
COMPACTACION, NUMERO DE GOLPES POR LADO	75		75		75	
ESTABILIDAD(MINIMO) KN A KG*101.97	KG	KN	KG	KN	KG	KN
	831.06	8.15	1779.00	17.45	1180.00	11.57
FLUJO 0.01*(0.25mm)	8 - 14		12.8		3.45	
PORCENTAJE DE VACIOS CON AIRE(1)(MTCE 505)	3 - 5		3.4		4	
RELACION ESTABILIDAD/FLUJO	1700 - 4000		1389.84		3420.29	
VACIOS LLENOS CON ASFALTO (VFA) TABLA 423.10	65-75		77.1		73	
VACIOS MINIMOS EN AGREGADO MINERAL (VMA) TABLA 423.08 1/2"	15%		15.4		14.95	

Tabla 39- Características entre pavimento reciclado, pavimento convencional, y los requisitos de las EGC del MTC (2015)

Fuente: elaboración propia

- La estabilidad del pavimento reciclado resulto menor que la del pavimento usual, pero está dentro de los criterios de aceptación presentados por la sección 423.
- El flujo del pavimento reciclado resulto menor que la del pavimento usual, NO está dentro de los criterios de aceptación presentados por la sección 423.
- El porcentaje de vacíos con aire del pavimento reciclado resulto mayor que la del pavimento convencional, pero si está dentro de los parámetros establecidos por la sección 423.
- La relación estabilidad flujo del pavimento reciclado resulto mayor que la del pavimento convencional, pero si está dentro de los parámetros establecidos por la sección 423.
- El porcentaje de vacíos llenos con asfalto (VFA) de la carpeta asfáltica incluyendo reciclado resulto menor que la del pavimento usual, pero si está dentro de los parámetros establecidos por la sección 423.
- El porcentaje de vacíos mínimos en el agregado mineral (VMA) de la carpeta asfáltica incluyendo reciclado resulto menor mínimamente que la del pavimento usual, NO está dentro de los parámetros establecidos por la sección 423.

6.1.4 Análisis económico del precio unitario del RAP y usual

Se determino la desigualdad de costo económico del pavimento reciclado y pavimento usual, en donde se tendrá que evaluar la mano de obra, el uso de insumos y maquinarias adecuadas así como también los costos de envío de transporte de los áridos.

CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 9 CM						
MO. 2,000.0000	EQ.	2000		Costo unitario directo por : m2		69.62
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL	hh	1.0000	0.0040	18.57	0.07	
PEON	hh	8.0000	0.0320	16.79	0.54	
					0.61	
Materiales						
MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (PUESTO EN OBRA)	m3		0.1125	577.50	64.97	
					64.97	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	0.61	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0040	170.00	0.68	
RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOPROPULSADO 58-70HP 8-10 hm ton	hm	1.0000	0.0040	200.00	0.80	
CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	hm	1.0000	0.0040	192.37	0.77	
CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0040	144.07	0.58	
PAVIMENTADORA	hm	1.0000	0.0040	296.65	1.19	
					4.04	

*Tabla 40-Análisis de costos unitarios mezcla convencional
Fuente: expediente técnico gobierno regional Junín*

CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 9 CM						
MO. 2,000.0000	EQ.	2000		Costo unitario directo por : m2		63.12
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL	hh	1.0000	0.0040	18.57	0.07	
PEON	hh	8.0000	0.0320	16.79	0.54	
					0.61	
Materiales						
MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (PUESTO EN OBRA)	m3		0.1125	577.50	58.47	
10% reciclado					58.47	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	0.61	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0040	170.00	0.68	
RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOPROPULSADO 58-70HP 8-10 hm ton	hm	1.0000	0.0040	200.00	0.80	
CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	hm	1.0000	0.0040	192.37	0.77	
CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0040	144.07	0.58	
PAVIMENTADORA	hm	1.0000	0.0040	296.65	1.19	
					4.04	

*Tabla 41-Análisis de costos unitarios mezcla convencional más 10% de reciclado
Fuente: elaboración propia*

- Con respecto a la tabla número 39 y 40 se comenta que:
 - La mezcla asfáltica recuperada por calor es un 10.00 %.
 - Se ahorrará un 9.44% del costo del pavimento convencional.

MTC Sección 436 pavimento con mezcla asfáltica en caliente. (2015), indica que es posible reciclar un 40% de pavimento convencional.

Claudia B. (2018), indica que el objeto de los métodos de reciclaje es recuperar el 100% del material inicial, concuerdo con el autor ya que se puede reciclar el 100% de la mezcla asfáltica convencional.

CONCLUSIONES

1. El resultado de la aplicación de la tecnología para la recuperación del pavimento asfáltico para su reciclaje es positivo debido a que mejora las propiedades mecánicas establecidas en el MTC EGC-2015, así como también el MTC MC-2013, establece su uso como agente mejorador, estabilizador de sub rasante de calzada y pavimentos especiales, sub base de calzada y base de pavimentos especiales.
2. El resultado de la aplicación del pavimento asfáltico envejecido reduce el uso de cemento asfáltico, en base a los parámetros establecidos en el MTC EGC-2015 el diseño marshall con un RAP de 10%, esta dentro los parámetros siguientes: análisis granulométrico, estabilidad, con contenido de vacíos de aire, con relación estabilidad/flujo, con los vacíos llenos con asfalto(VFA), vacíos mínimos en agregado mineral(VMA) y no cumple con el parámetro: flujo. Debido a que el parámetro flujo no está dentro de los rangos establecidos se propone realizar tramos de pruebas.
3. El factor ambiental que se consigue aplicando la tecnología de reciclaje es la disminución de residuos sólidos, disminución de los depósitos de material excedente provenientes de pavimentos asfálticos.
4. Los costos durante la ejecución de proyectos, disminuirán debido a que se requerirá menos, cemento asfáltico y menos áridos para la conformación de la carpeta asfáltica. El costo aproximado que disminuirá es de 6.40 nuevos soles por m² de carpeta con espesor de 9cm.

RECOMENDACIONES

1. La aplicación de la tecnología de recuperación del asfalto mejora las propiedades mecánicas, el MTC EGC-2015 establece el RAP hasta un 40% y el MTC MC-2013 establece el RAP como agente mejorador, estabilizador de sub rasante de calzada y pavimentos especiales, sub base de calzada y base de pavimentos especiales. Teniendo en cuenta lo establecido por el MTC el RAP es factible, se recomienda realizar tramos de pruebas.
2. Debido a que el RAP, no cumple con un parámetro establecido se recomienda, realizar tramos de pruebas, evaluar el uso de otras canteras, aumentar y/o disminuir el porcentaje de quimibon-3000, aumentar y/o disminuir el porcentaje de áridos a adicionar, así como también a la vez se puede utilizar el RAP y la cantera en la construcción de otros tipos de pavimentos(mezclas abiertas y discontinuas).
3. Se recomienda realizar el reciclaje de materiales asfálticos ya que reduce la explotación de áridos y también se reduce la contaminación por residuos sólidos.
4. Se recomienda realizar el reciclaje de materiales asfálticos ya que reduce los costos de los insumos de áridos y cemento asfáltico. Además, tener en cuenta que el reciclaje de materiales se debe determinarse de acuerdo con el diseño y los requisitos que se señalan en el MTC-EGC (2015).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. STEPHENS ZAPATA, STEVE ALEXANDER y RESTREPO SIERRA, HÉCTOR ALBEIRO . *ESTUDIO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS DEL RECICLAJE EN FRÍO IN SITU DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS*. MEDELLÍN : MONOGRAFIA, 2015.
2. Camacho Salazar, Pablo. “*Evaluación del reciclado de pavimentos asfálticos (RAP) para uso en pavimentos expuestos*”. Cartago : s.n., 2016.
3. Figueroa Infante, Ana Sofía y Fonseca Santanilla, Elsa. *Desempeño del pavimento con mezcla reciclada-RAP y grano de caucho reciclado-GCR*. BOGOTA : s.n., 2020.
4. CHUMAN AGUIRRE, JORGE MANUEL. *REUTILIZACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE ENVEJECIDO MEDIANTE EL EMPLEO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PARA PAVIMENTOS EN HUANCAYO 2016*. HUANCAYO : s.n., 2017.
5. Lopez Cabrejos, Yesabel Victoria. “*Influencia del reciclado de pavimento flexible para mejorar la conservación vial entre calles 6 y 7 de Ventanilla Alta, 2018*”. CALLAO : s.n., 2018.
6. AGUILAR SARAVIA, ANGIE CAROLINA y INFANZÓN REYMUDEZ, RICHARD. *APROVECHAMIENTO DE MATERIAL DE PAVIMENTO ASFÁLTICO ENVEJECIDO PARA RECICLAJE EN CALIENTE Y REUTILIZACIÓN EN MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE*. LIMA : s.n., 2020.
7. VALENZUELA CRISOSTOMO, JASMANI. “*DISEÑO DE PAVIMENTO CON MEZCLA RECICLADA PARA REUTILIZARLOS Y OPTIMIZAR COSTOS*”. HUANCAYO : s.n., 2020.
8. Miranda Argüello, Fabiola y Aguiar Moya, Pablo. *MEZCLAS ASFÁLTICAS CON RAP: PAVIMENTOS ASFÁLTICOS RECICLADOS*. 2019.
9. GUACANEME LIZARAZO, FABIO ANDRÉS. *VENTAJAS Y USOS DEL CONCRETO RECICLADO*. BOGOTA : s.n., 2015.
10. MONROY LINAREZ, MARILY, LEÓN GALLEGO, JHON FREDY y RAMOS CÁRDENAS, MILLER ANDRÉS. *USO DE RAP (PAVIMENTOS ASFÁLTICO RECICLADOS) PARA LA REHABILITACIÓN DE VIAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE GIRARDOT - CUNDINAMARCA*. 2020.
11. MTC. *MANUAL DE CARRETERAS(SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS*. LIMA : s.n., 2013.
12. MTC. *MANUAL DE ENSAYOS Y MATERIALES*. LIMA : s.n., 2013.

13. MVCS. *CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS*. LIMA : s.n.
14. Rondón, Hugo Quintana y Reyes Lizcano, Fredy. *Pavimentos Materiales construcción y Diseño*. Lima : Macro, 2015.
15. RECUENCO AGUADO, EMILIO. *FIRMES Y PAVIMENTOS DE CARRETERAS Y OTRAS INFRAESTRUCTURAS*. s.l. : GARCETA GRUPO EDITORIAL, 2014.
16. WIKIPEDIA. [En línea] <https://es.wikipedia.org/wiki/Asfalto>.
17. INSTITUTE, THE ASPHALT. *MANUAL DEL ASFALTO*.
18. MVCS. *G.040 DEFINICIONES*. LIMA : s.n., 2021.
19. del canto, ero y SILVA SILVA, ALICIA. *Metodología cuantitativa: abordaje desde la complementariedad en ciencias sociales*. COSTA RICA : s.n., 2013.
20. *Investigación aplicada: definición, propiedad intelectual e industria*. Lozada, José. 2014.
21. Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. *Metodología de la Investigación*. s.l. : Sexta Edición, 2010.
22. HERNANDEZ SAMPIERI, ROBERTO. *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. MEXICO : s.n., 2018.
23. Ñaupas Paitán, Humberto. *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. 2013.
24. Vásquez Vélez, Luz América. *"Incidencia de los instrumentos de evaluación en el desarrollo de las competencias metacognitivas de los estudiantes del primer año de la facultad de pedagogía, psicología y educación de la universidad católica de cuenca"*. 2011.
25. Giraldo Huertas, Juan José. *Giraldo Huertas, Juan José*. 2016.
26. MTC. *MANUAL DE CARRETERAS ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCION*. LIMA : s.n., 2015.
27. *Metodología de la Investigación*. Hernández Sampieri, Roberto. 2018.

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES DE ESTUDIO	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cuál es el resultado de la aplicación de la tecnología para la recuperación del pavimento asfáltico para su reciclaje El Tambo Huancayo 2021?	Establecer el resultado de la aplicación de la tecnología para la recuperación del pavimento asfáltico para su reciclaje El Tambo Huancayo 2021.	La aplicación de la tecnología para la recuperación del pavimento asfáltico mejora su comportamiento mecánico para su reciclaje El Tambo Huancayo 2021.	Variable dependiente (mezcla asfáltica reciclada)	Bajo impacto ambiental Menor explotación de cantera Reducción de costos Método Marshall Norma técnica CE 0.10 MTC EG-2013	Método de investigación Científico ya que se sigue los procedimientos establecidos Tipo de investigación Aplicada ya que se recogerá información para enriquecer el conocimiento Nivel de investigación Descriptivo porque se basa en apoyar los resultados de las pruebas de laboratorio Diseño de investigación Longitudinal experimental ya que los resultados se encontraron en laboratorio con diferentes muestras Enfoque Cuantitativo Población Las calles del distrito de El Tambo Muestra El asfalto de la intersección de La Av. Ferrocarril y Av. Aviación
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECIFICAS			
¿Cuál es el resultado de la aplicación del pavimento asfáltico envejecido como aporte a una nueva mezcla asfáltica?	Evaluar el resultado de la aplicación del pavimento asfáltico envejecido como aporte a una nueva mezcla asfáltica.	La aplicación del pavimento asfáltico envejecido incrementa el porcentaje de betún como aporte a una nueva mezcla asfáltica.	Variable independiente (diseño de pavimento)	Carpeta asfáltica Maquina recicladora Maquinaria pesada Planta recicladora	
¿Cuáles son los factores ambientales que se conseguirán aplicando la tecnología de reciclaje de pavimentos asfálticos en caliente?	Evaluar los factores ambientales que se conseguirán aplicando la tecnología de reciclaje de pavimentos asfálticos en caliente.	Los factores ambientales que se conseguirán aplicando la tecnología de reciclaje de pavimentos asfálticos en caliente ofrecen beneficios porque se reutiliza un material que es causa de contaminación.			
¿Cuáles son los costos durante la ejecución de los proyectos, realizando la técnica de reciclaje en los pavimentos asfálticos?	Comentar acerca de los costos durante la ejecución de los proyectos, realizando la técnica de reciclaje en los pavimentos asfálticos.	Los costos se reducen durante la ejecución de los proyectos, realizando la técnica de reciclaje en los pavimentos asfálticos, debido a su reciclaje.			

ANEXO 2
PANEL FOTOGRAFICO



MUESTREO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. FERROCARRIL Y AV. AVIACIÓN



MUESTREO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. FERROCARRIL Y AV. AVIACIÓN

ANEXO 3

**LAVADO ASFALTICO Y ANÁLISIS
GRANULOMÉTRICO DEL RAP**



PROYECTO:	"USO DE MEZCLA RECICLADA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS EN LAS CALLES DEL CERCADO DE EL TAMBO HUANCAYO"	ING. RESP:	M.P.D.
SOLICITANTE:	Bach. TAIPE ALANYA, JUAN HENRY	FECHA DE RECEPCIÓN:	18/07/2022
MUESTRA:	INTERSECCIÓN AV. FERROCARRIL Y AV. EVITAMIENTO	FECHA DE ENTREGA:	19/07/2022

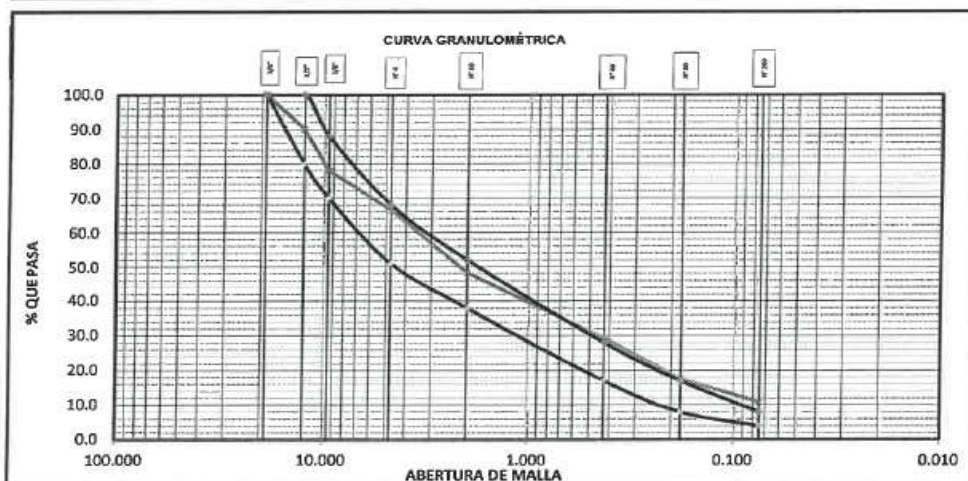
LAVADO ASFÁLTICO Y GRANULOMETRÍA D 2172

PRIMER LAVADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
TAMIZ	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA MAC-2	
						LI	LS
1"	25.000						
3/4"	19.000				100	100	100
1/2"	12.500	124.4	9.96	9.96	90.04	80	100
3/8"	9.500	151.2	12.11	22.1	77.94	70	88
#4	4.750	143.63	11.50	33.6	66.44	51	68
#10	2.000	226.9	18.17	51.7	48.27	38	52
#40	0.425	237.32	19.00	70.7	29.27	17	28
#80	0.180	146.51	11.73	82.5	17.54	8	17
#200	0.075	83.61	6.69	89.2	10.85	4	8
FONDO		135.49	10.85	100.0	0.0		
PESO TOTAL		1249.06	100.00				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

PESO TOTAL : 1325.00 gr
PESO LAVADO : 1249.06 gr
DIFERENCIA : 75.94 gr
X.C.A. : 5.73 %



OBSERVACIÓN : Muestra remitida por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

KLA FER S.A.C.

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP: 76936
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotécnica

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, BOLLAS, ALBARRADOS, UNIDADES DE ALBANILERIA, MAQUERA, ALBERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELECTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

ANEXO 4

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS
ARIDOS A ADICIONAR**



Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

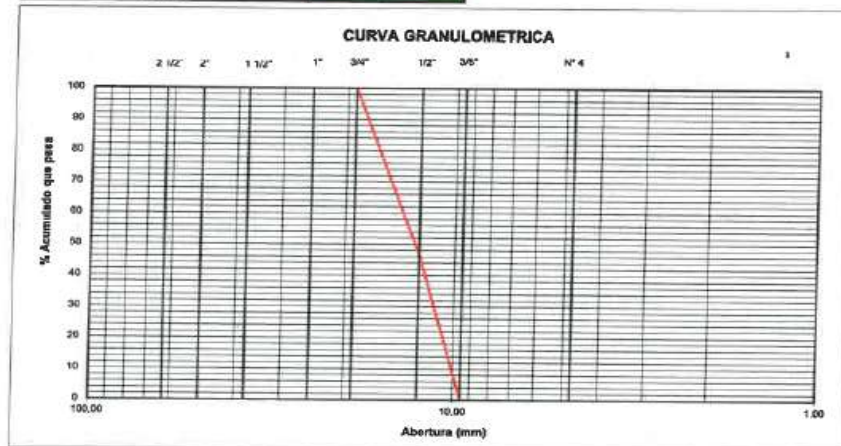
LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE: Bach. TAIPE ALANYA, JUAN HENRY
PROYECTO: "USO DE MEZCLA RECICLADA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS EN LAS CALLES DEL CERCADO DE EL TAMBO HUANCAYO"
CANTERA: ORCOTUNA
FECHA DE RECEPCIÓN: 01/07/2022
FECHA DE ENTREGA: 19/07/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	(%) acumulado que pasa	
				Retenido	Pasando
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	560.0	53.8	53.8	46.2
3/8"	9.500	480.0	46.2	100.0	0.0
1/4"	6.350	0.0	0.0	100.0	0.0
N°4	4.760	0.0	0.0	100.0	0.0
N°8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N°10	2.000	0.0	0.0	100.0	0.0
N°16	1.100	0.0	0.0	100.0	0.0
N°20	0.840	0.0	0.0	100.0	0.0
N°30	0.590	0.0	0.0	100.0	0.0
N°40	0.425	0.0	0.0	100.0	0.0
N°50	0.297	0.0	0.0	100.0	0.0
N°80	0.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N°100	0.149	0.0	0.0	100.0	0.0
N°200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
Pasa		0.0	0.0	100.0	0.0

Peso de muestra secada al horno	1,040.0
---------------------------------	---------



Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

KLA FER S.A.C
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP: 78036
Especialista en Mecánica de suelos,
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROJAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBANILERIA, MADERA, ALBRO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

SOLICITANTE:

Bach. TAIPE ALANYA, JUAN HENRY

PROYECTO:

"USO DE MEZCLA RECICLADA EN EL DISEÑO DE
PAVIMENTOS EN LAS CALLES DEL CERCADO DE EL
TAMBO HUANCAYO"

CANTERA:

ORCOTUNA

FECHA DE RECEPCIÓN:

01/07/2022

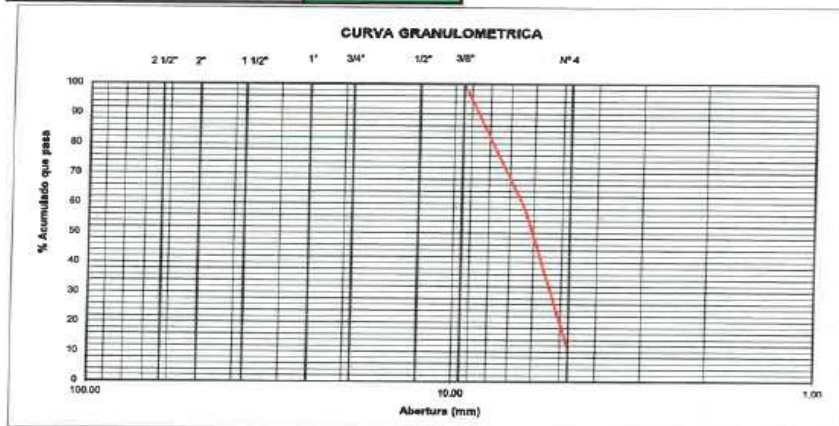
FECHA DE ENTREGA:

19/07/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO GRAVILLA

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	(%) acumulado que pasa	
				Retenido	Pasando
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1/4"	6.350	210.0	42.0	42.0	58.0
N°4	4.760	235.0	47.0	89.0	11.0
N°8	2.360	25.0	5.0	94.0	6.0
N°10	2.000	15.0	3.0	97.0	3.0
N°16	1.100	0.0	0.0	97.0	3.0
N°20	0.840	0.0	0.0	97.0	3.0
N°30	0.590	0.0	0.0	97.0	3.0
N°40	0.425	0.0	0.0	97.0	3.0
N°50	0.297	0.0	0.0	97.0	3.0
N°80	0.180	0.0	0.0	97.0	3.0
N°100	0.149	0.0	0.0	97.0	3.0
N°200	0.075	0.0	0.0	97.0	3.0
Pasa		15.0	3.0	100.0	0.0

Peso de muestra secada al horno	500.0
---------------------------------	-------



Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ABESCI TÉCNICO CIP 76336
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO: AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, RIGIDEZ, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBANILERÍA, MADERA, ALERÚ, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



KLA FER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE:

Bach. TAIFE ALANYA, JUAN HENRY

PROYECTO:

"USO DE MEZCLA RECICLADA EN EL DISEÑO DE
PAVIMENTOS EN LAS CALLES DEL CERCADO DE EL
TAMBO HUANCAYO"

CANTERA:

ORCOTUNA

FECHA DE RECEPCIÓN:

01/07/2022

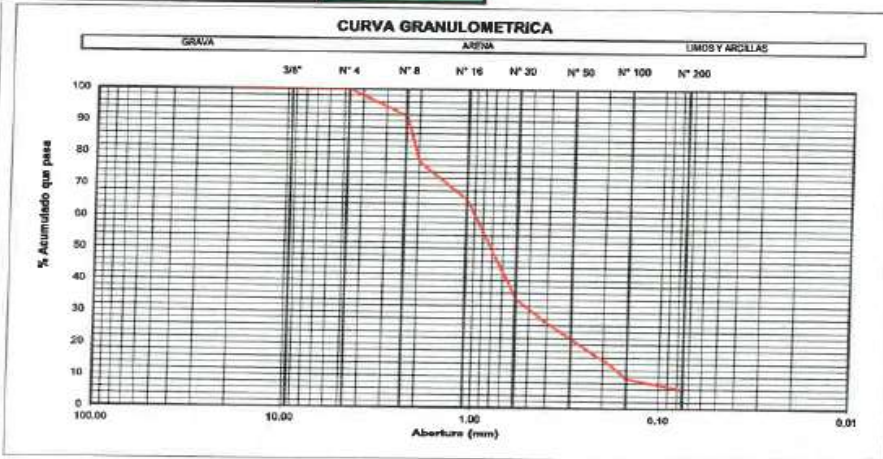
FECHA DE ENTREGA:

19/07/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA CHANCADA

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	(%) acumulado que pasa	
				Retenido	Pasando
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.0	100.0
N°4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0
N°8	2.360	42.3	8.5	8.5	91.5
N°10	2.000	71.8	14.4	22.8	77.2
N°16	1.100	59.4	11.9	34.7	65.3
N°20	0.840	68.3	13.7	48.4	51.6
N°30	0.590	87.2	17.4	65.8	34.2
N°40	0.425	32.1	6.4	72.2	27.8
N°50	0.297	30.2	6.0	78.3	21.7
N°80	0.180	41.6	8.3	86.6	13.4
N°100	0.149	20.1	4.0	90.6	9.4
N°200	0.075	16.9	3.4	94.0	6.0
Pasa		30.1	6.0	100.0	0.0

Peso de muestra secada al
horno **500.0**



Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

KLA FER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ABESON TÉCNICO CIP- 78930
Especialista en Mecánica de Suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROLAS, ALRECADOS, UNIDADES DE ALBANILERIA, MADERA, ALERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.



Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

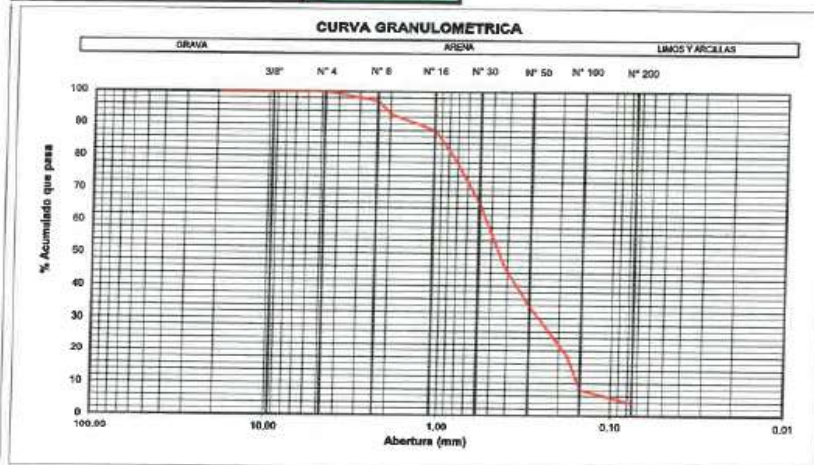
LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE: Bach. TAIPE ALANYA, JUAN HENRY
PROYECTO: "USO DE MEZCLA RECICLADA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS EN LAS CALLES DEL CERCADO DE EL TAMBO HUANCAYO"
CANTERA: ORCOTUNA
FECHA DE RECEPCIÓN: 01/07/2022
FECHA DE ENTREGA: 19/07/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA ZARANDEADA

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	(%) acumulado que pasa	
				Retenido	Pasando
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.0	100.0
N°4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0
N°8	2.360	15.1	3.0	3.0	97.0
N°10	2.000	19.5	3.9	6.9	93.1
N°16	1.100	24.8	5.0	11.9	88.1
N°20	0.840	42.7	8.5	20.4	79.6
N°30	0.590	71.2	14.2	34.7	65.3
N°40	0.425	94.3	18.9	53.5	46.5
N°50	0.297	64.7	12.9	66.5	33.5
N°80	0.180	73.4	14.7	81.1	18.9
N°100	0.149	54.1	10.8	92.0	8.0
N°200	0.075	20.7	4.1	96.1	3.9
Pasa		19.5	3.9	100.0	0.0

Peso de muestra secada al horno **500.0**



Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

KLA FER SAC
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 70030
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotécnica

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945516108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, RUCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MAQUINA ALERU, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRAULICOS EN AGUA, DRSAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

ANEXO 5

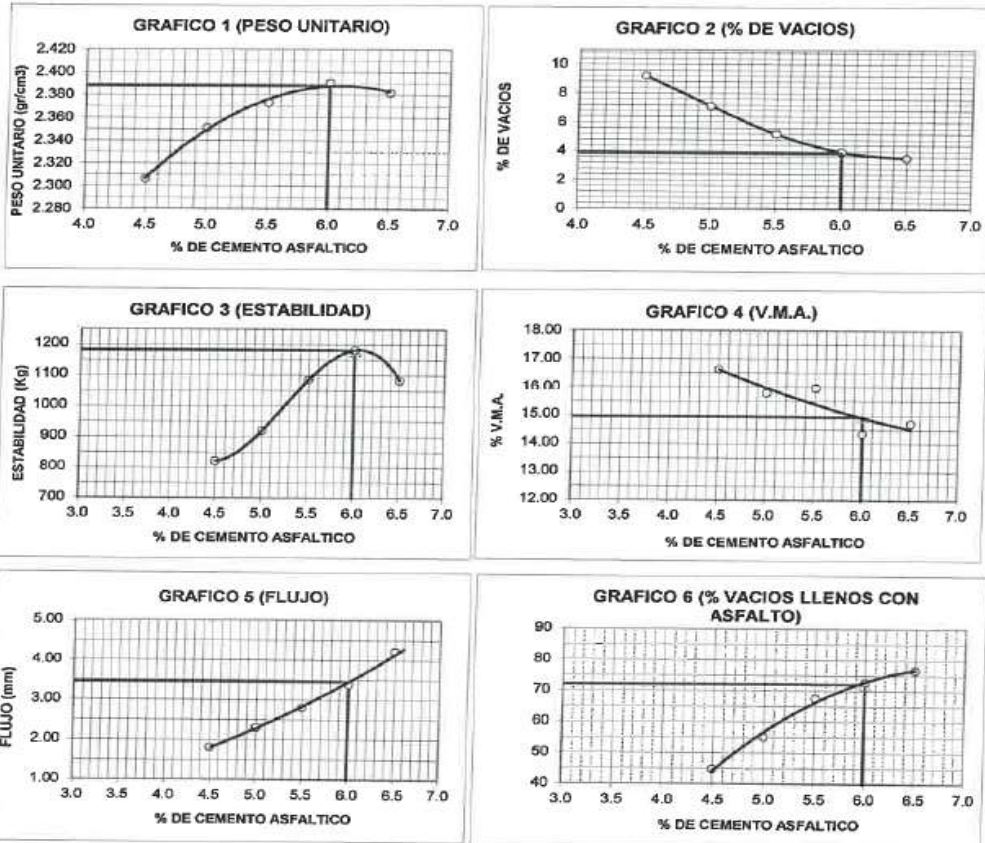
DISEÑO MARSHALL CON 10% RAP



SOLICITANTE : Bach. TAIBE ALANYA, JUAN HENRY
: "USO DE MEZCLA RECICLADA EN EL DISEÑO DE
PAVIMENTOS EN LAS CALLES DEL CERCADO DE EL
PROYECTO TAMBO HUANCAYO"
UBICACION : EL TAMBO HUANCAYO-JUNIN

ING. RESP: M.P.D.
FECHA DE RECEPCIÓN: 1/07/2022
FECHA DE ENTREGA 19/07/2022

CURVAS MARSHALL CON 0.5 % DE QUIMIBOND 3000



PARAMETROS DEL DISEÑO					
% C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
PESO ESPECIFICO (gr/cc.)	2.308	2.351	2.373	2.390	2.382
ESTABILIDAD (Kg)	820	919	1085	1181	1083
FLUJO (mm)	1.80	2.30	2.80	3.36	4.22
VACIOS (%)	9.20	7.11	5.20	3.93	3.53
V. M. A. (%)	16.61	15.78	15.96	14.35	14.70
V. F.A. (%)	45	55	67	73	77

CON 0.5 % DE QUIMIBOND 3000

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA	
% de C:A	
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.390
Estabilidad (kg)	1180
Flujo (mm)	3.45
Vacios (%)	3.93
V.M.A. (%)	14.95
Estabilidad/Flujo (kg/cm ²)	3420.29

OBSERVACIÓN : Muestra remitida por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOP: GP-004-1993)

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSB - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 141 - 145 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, RULAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MAQUERA ALERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.



SOLICITANTE : Bach. TAPE ALANYA, JUAN HENRY
 ING. RESP: M.P.D.
 PROYECTO : "USO DE MEZCLA RECICLADA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS EN LAS CALLES DEL CERCADO DE EL TAMBO HUANCAYO"
 FECHA DE RECEPCIÓN: 1/07/2022
 UBICACIÓN : EL TAMBO HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE ENTREGA: 19/07/2022

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

MUESTRA : UNICA

I- ENSAYOS PRELIMINARES

1.- ENSAYO DE ADERENCIA - PIEDRA - ASTM D1664

TIPO DE ASFALTO : PEN 85 - 100

RECUBRIMIENTO INICIAL RECUBRIMIENTO FINAL
% % RETENIDO

100 95

2.- ENSAYO DE RIEDEL WEBER - ARENA GRUESA

TIPO DE ASFALTO DESPLAZAMIENTO PARCIAL DESPLAZAMIENTO TOTAL
INDICE INDICE

PEN 85 - 100 4 10

3.- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D421

MALLA	GLOBAL		% PESO PASA	MAC 2		SITUACION
	PARCIAL	ACUMULADO		L.I.	L.S.	
3/4"	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	CUMPLE
1/2"	14.51	14.51	85.49	80.00	100.00	CUMPLE
3/8"	11.58	26.10	73.90	70.00	88.00	CUMPLE
No 4	20.14	46.24	53.76	51.00	68.00	CUMPLE
No 10	9.61	55.85	44.15	38.00	52.00	CUMPLE
No 40	24.27	80.12	19.88	17.00	28.00	CUMPLE
No 80	10.31	90.43	9.57	8.00	17.00	CUMPLE
No 200	5.48	95.92	4.08	4.00	8.00	CUMPLE

OBSERVACIÓN : Muestra remitida por el solicitante.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPÍ: GP.004: 1993)

KLA FER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP: 76936
 Especialista en Mecánica de suelos
 Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO: AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
 LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
 CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
 CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, RICAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBANILERIA, MAQUINA ALERO, DISEÑO
 DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
 RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.



SOLICITANTE : Srch. TAIPE ALANYA, JUAN HENRY
PROYECTO : "USO DE MEZCLA RECICLADA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS EN LAS CALLES DEL CERCADO DE EL TAMBO HUANCAYO"
UBICACIÓN : EL TAMBO HUANCAYO-JUNIN

ING. RESP: M.P.D.
FECHA DE RECEPCIÓN: 16/07/2022
FECHA DE ENTREGA: 19/07/2022

1.- ENSAYO DE PESO ESPECIFICO	- GRAVA	
PESO ESPECIFICO BULCK BASE SECA	:	2.650
PESO ESPECIFICO BULCK BASE SATURADA	:	2.746
PESO ESPECIFICO APARENTE	:	2.258
ABSORCION (%)	:	0.94
2.- ENSAYO DE PESO ESPECIFICO	- ARENA	
PESO ESPECIFICO BULCK BASE SECA	:	2.682
PESO ESPECIFICO BULCK BASE SATURADA	:	2.074
PESO ESPECIFICO APARENTE	:	2.086
ABSORCION (%)	:	1.22
3.- ENSAYO DE PESO ESPECIFICO	- FILLER	
PESO ESPECIFICO BULCK BASE SECA	:	1.335
PESO ESPECIFICO BULCK BASE SATURADA	:	1.405
PESO ESPECIFICO APARENTE	:	1.362
ABSORCION (%)	:	1.15

**II. DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE
METODO MARSHALL - ASTM D1559**

a.- MEZCLA DE AGREGADO

a.- MEZCLA DE AGREGADO

- PIEDRA CHANCADA 1/2	25.10 %	
- ARENA GRUESA	59.40 %	ARENA CHANCADA(27.2%) ARENA ZARANDEADA(23.2%)
- GRAVILLA	22.50 %	
- FILLER	2.00 %	
- AGREGADO RECICLADO	10.00 %	
- QUIMIBOND 3000	0.50 %	
- CA RECICLADO	0.27 %	

b.- LIGERAMENTE MESCLADO

- TIPO DE ASFALTO	PEP 85 100
- PORCENTAJE DE OPTIMO DE A.C.	6.00 %

c.- CARACTERISTICAS DEL MARSHALL

- N° DE GOLPES DE CAPA	75	75	75	75	75
- CEMENTO ASFALTICO (%)	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
- PESO ESPECIFICO (KR/CC.)	2.306	2.351	2.373	2.380	2.382
- ESTABILIDAD (KG)	820	919	1085	1181	1083
- FLUJO (MM)	1.80	2.30	2.80	3.38	4.22
- VACIOS DE AIRE (%)	9.20	7.11	5.20	3.93	3.53
- VACIOS DE AGREGADO MINERAL (%)	16.6	15.8	16.0	14.4	14.7
- VACIOS LLENOS DE C.A. (%)	45	55	67	73	77

OBSERVACIÓN : Muestra remitida por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPi: GP:004: 1999)

KLA FER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP: 78836
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotécnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROLLOS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBANILERIA, MADERA, ALERU, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

ANEXO 6
FICHA TECNICA ADITIVO MEJORADOR
DE ADHERENCIA

QUIMIBOND 3000

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA PARA ASFALTO

Descripción

QUIMIBOND 3000 es un aditivo líquido, base amina que mejora la adherencia entre el agregado-asfalto evitando la formación de bolsas de agua que impiden la adhesión del cemento asfáltico al agregado. Mejora el desempeño de la mezcla asfáltica. Los ingredientes del QUIMIBOND 3000 permiten una excelente cohesión del pavimento durante largo tiempo.

Aplicaciones principales

- En asfalto en caliente para mejorar la adherencia entre el concreto asfáltico y los agregados.
- Como promotor de adherencia en mezclas frías.
- En riegos de impregnación, para mejorar la penetración del impregnante a la base.
- En riegos de liga para una buena unión base-carpeta.
- Se recomienda su uso bajo las siguientes situaciones críticas:
 - Cuando se utilizan agregados difíciles.
 - En ambientes con alta humedad ambiental.
 - Cuando se empleen agregados con alto contenido de sílice.

Beneficios

- Fácil de dosificar al ser un aditivo líquido.
- Sin olor corrosivo que pueden afectar a los operarios.
- Larga duración del asfalto.

Propiedades

Color: Ámbar Claro-Oscuro
Apariencia: Líquida Lig. viscosa
Densidad: 0.96 Kg/l +/- 0.03
Dosificación: 0.3% - 0.8% del peso del cemento asfáltico.

Información técnica

Determinación	Contenido	Determinación	Contenido
Color	Ámbar Claro-Oscuro	Gravedad Específica	0.96 promedio
Contenido de Aminas	400 – 600	Gasolina	Insoluble
Propiedades físicas a 25 °C	Líquido	Agua	Soluble
Viscosidad a 25 °C	2000 -6500 cs	Alcohol Isopropílico	Soluble
Aminas	563 aprox.	Punto de Inflamación en Cemento Asfáltico	≥ 165 °C

ANEXO 7

DISEÑO MARSHALL CONVENCIONAL



EXPEDIENTE MAC
018-2019-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)
(RESUMEN)

SOLICITANTE : CONSORCIO HUACHÓN
UBICACIÓN : PASCO
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA NIÑACARA - HUACHÓN, PROVINGA DE PASCO.
REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 27-06-19

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

CANTERA ALANIA KM 0+320

PIEDRA CHANCADA DE 1/2" : 37%
ARENA CHANCADA : 41%
ARENA ZARANDEADA : 22%
MAC-2 :
ESPECIFICACIÓN EG-2013.

2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de asfalto : BETUTEC IB - PG 70-25
% óptimo de C.A. : 6.2

3.- ADITIVO

Tipo de aditivo : ADHESOL 10000
% de aditivo en peso del C.A. : 0.5

4.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	6.00	6.20	6.40
DENSIDAD SECA BULK (g/cm ³)	2.340	2.346	2.351
VACIOS (%)	3.4	2.9	2.4
V.M.A. (%)	15.43	15.40	15.38
R.B.V. (%)	77.1	80.6	84.1
FLUJO (0,25 mm)	12.8	13.4	14.0
ESTABILIDAD (kg)	1779.0	1798.0	1806.0
Relación polvo - a asfalto	1.18	1.14	1.09

5.- TEMPERATURA DE APLICACIÓN (°C)

Según carta de viscosidad
Temperatura de mezcla : 155.9°C - 162.8°C
Temperatura de compactación : 146.2°C - 155.9°C

6.- OBSERVACIONES

- Se recomienda realizar los ensayos faltantes que exige la especificación EG-2013.
- Se utilizó 0.5% de mejorador de adherencia con respecto al peso del asfalto -Mejorador de adherencia ADHESOL 10000.
- Para validar este diseño se recomienda realizar los ensayos de desempeño a la Mezcla Asfáltica.

Hector Huapaya N.
Laboratorista

Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de Emisión : Lima, 11 de julio del 2019

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

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

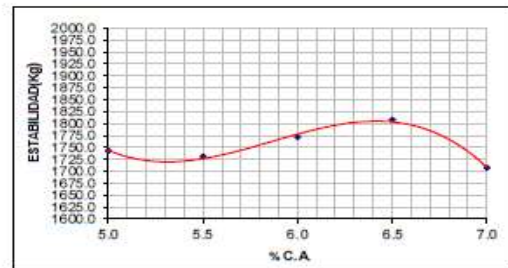
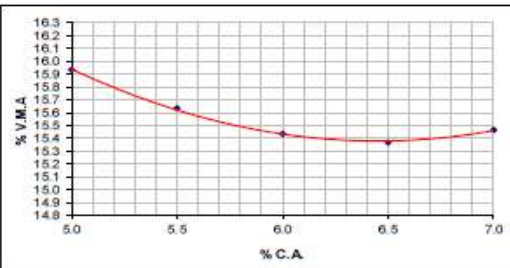
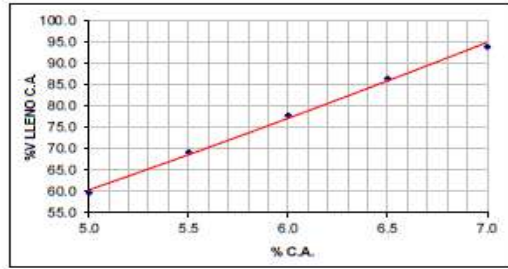
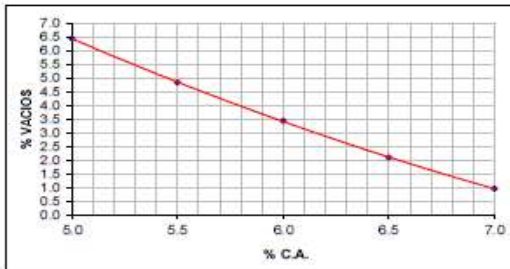
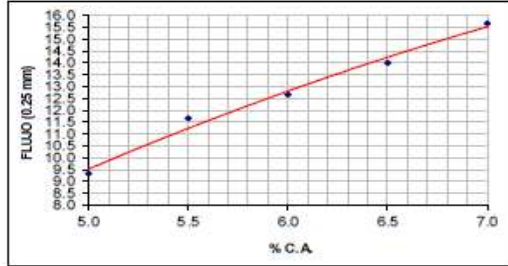
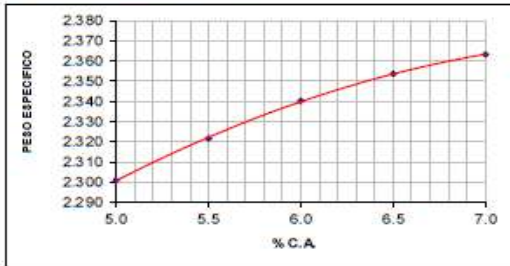
REG-III-TEC-38.V01



EXPEDIENTE MAC
018-2019-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)

SOLICITANTE : CONSORCIO HUACHON
UBICACIÓN : PASCO
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA NINACARA - HUACHON, PROVINCIA DE PASCO.
REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 27-06-19



OBSERVACIONES:
BETUTEC IB - PG 70-28

Huapaya
Hector Huapaya N.
Laboratorista

Wendy Herencia
Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de Emisión : Lima, 11 de julio del 2019

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



EXPEDIENTE MAC
016-2019-LAB TDM ASFALTOS

INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)

SOLICITANTE : CONSORCIO HUACHON
UBICACIÓN : PASCO
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA NINACARA - HUACHON, PROVINCIA DE PASCO.
REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 27-06-19

	1	14	18	2	24	28	34	38	44	48	54	58
1) % CA EN PESO DE LA MEZCLA	5.0	5.0	5.0	5.5	5.5	5.5	6.0	6.0	6.5	6.5	7.0	7.0
2) % PIEDRA CHANCADA EN PESO DE LA MEZCLA	35.15	35.15	35.15	34.97	34.97	34.97	34.78	34.78	34.60	34.60	34.41	34.41
3) % MEZCLA DE ARENAS EN PESO DE LA MEZCLA	59.85	59.85	59.85	59.54	59.54	59.54	59.22	59.22	58.91	58.91	58.59	58.59
4) PESO ESPECÍFICO DEL C.A. APARENTE	1.018	1.018	1.018	1.018	1.018	1.018	1.018	1.018	1.018	1.018	1.018	1.018
5) PESO ESPECÍFICO BULK DE LA PIEDRA CHANCADA	2.614	2.614	2.614	2.614	2.614	2.614	2.614	2.614	2.614	2.614	2.614	2.614
6) PESO ESPECÍFICO BULK DE LA MEZCLA DE LA ARENA	2.593	2.593	2.593	2.593	2.593	2.593	2.593	2.593	2.593	2.593	2.593	2.593
7) PESO DE LA BROQUETA EN EL AIRE (g)	1133.7	1134.2	1133.5	1161.5	1162.2	1161.2	1159.4	1160.2	1158.5	1158.5	1171.2	1169.9
8) PESO DE LA BROQUETA EN EL AIRE (SS (g))	1136.7	1137.2	1136.8	1163.2	1164.8	1163.9	1161.4	1159.9	1156.5	1157.9	1170.9	1170.5
9) PESO DE LA BROQUETA EN EL AGUA (g)	642.1	645.5	644.8	663.5	663.2	664.1	665.0	666.9	666.3	665.7	675.6	675.9
10) VOLUMEN DE LA BROQUETA (cm ³)	494.6	491.7	492.0	499.6	501.6	499.8	495.2	496.5	492.2	492.0	494.7	494.6
11) PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BROQUETA	2.292	2.307	2.304	2.325	2.317	2.323	2.341	2.341	2.350	2.353	2.360	2.365
12) PESO UNITARIO DE LA BROQUETA (20% (g/cm ³)-ASTM D 2776	2.285	2.300	2.297	2.318	2.310	2.316	2.334	2.334	2.343	2.346	2.353	2.358
13) PESO ESPECÍFICO MÁXIMO-ASTM D 2041	2.460	2.460	2.460	2.440	2.440	2.440	2.423	2.423	2.404	2.404	2.387	2.387
14) % VACIOS-ASTM D 3033	6.8	6.2	6.3	4.7	5.0	4.8	3.4	3.4	1.9	2.3	2.1	0.9
15) PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601
16) V.M.A. (V)	16.3	15.7	15.8	15.5	15.8	15.6	15.4	15.4	15.2	15.5	15.4	15.4
17) % VACIOS LLENADOS CON C.A.	38.3	60.5	60.1	69.7	68.4	69.2	77.9	77.9	87.5	85.2	92.9	94.2
18) PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.658	2.658	2.658	2.656	2.656	2.656	2.657	2.657	2.656	2.656	2.655	2.655
19) ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
20) % ASFALTO EFECTIVO	4.20	4.20	4.20	4.73	4.73	4.73	5.22	5.22	5.74	5.74	6.25	6.25
21) FLUIDO (0.01 (peso/g))	9.0	10.0	9.0	11.0	12.0	12.0	13.0	12.0	14.0	14.0	15.0	16.0
22) ESTABILIDAD SIN CORREGIR	1644	1555	1538	1686	1623	1682	1644	1623	1686	1665	1623	1602
23) FACTORES DE ESTABILIDAD (TABLA)	1.09	1.09	1.09	1.04	1.04	1.04	1.09	1.04	1.09	1.09	1.04	1.09
24) ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg)	1752	1686	1741	1754	1688	1750	1792	1666	1657	1638	1688	1746

OBSERVACIONES :

BETUTEC (B - PG 70-28)

Hector Huapaya N.
Hector Huapaya N.
Laboratista

Wendy Herencia
Wendy Herencia
Jefe del Area Técnica

Fecha de Emisión : Lima, 11 de julio del 2019

La información contenida en este documento se basa en ensayos asociados, según y correcta. Las recomendaciones, procedimientos y sugerencias no constituyen garantía ya que, al estar fuera de nuestro alcance controlar las condiciones de aplicación, ni los procedimientos para el uso inadecuado de los productos.

Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Pederas de Lumín - Lumín. Teléfono (511) 6148011 Fax: 6148013



INFORME DE DISEÑO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA NINACARA - HUACHON, PROVINCIA DE PASCO.
 UBICACIÓN : PASCO
 SOLICITANTE : CONSORCIO HUACHON
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA : 27-06-19

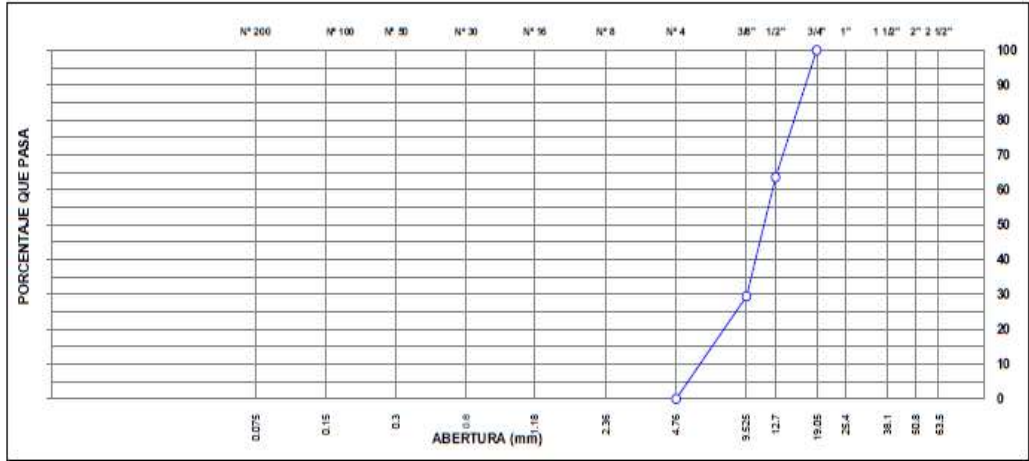
DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA ALANIA KM 0+320
 DESCRIPCIÓN : PIEDRA CHANCADA 1/2"
 PRESENTACIÓN : saco de polipropileno
 CANTIDAD : 40 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)						
MALLAS						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	ESPECIFICACIÓN
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050				100.0	
1/2"	12.700	3874.0	36.5	36.5	63.5	
3/8"	9.525	3827.0	34.2	70.7	29.3	
1/4"	6.350					
# 4	4.750	3116.0	29.3	100.0	0.0	
# 6	3.350					
# 8	2.380					
# 10	2.000					
# 16	1.190					
# 20	0.840					
# 30	0.590					
# 40	0.425					
# 50	0.297					
# 60	0.177					
# 100	0.149					
# 200	0.074					
<# 200	(ASTM C-117)					

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO	
P.E. MASA (ASTM C127)	: 2.614 g/cm ³
P.E. SSS (ASTM C127)	: 2.644 g/cm ³
P.E. APAR. (ASTM C127)	: 2.693 g/cm ³
ABSORCIÓN (ASTM C127)	: 1.1 %
1 CARA FRACT. (ASTM D5821)	: 98.9%
2 CARAS FRACT. (ASTM D5821)	: 90.5%
CHATAS Y ALARG. (ASTM D4791)	: 6.3 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



Hector Huapaya N.
 Laboratorista

Wendy Herencia
 Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte Lima, 11 de julio del 2019



INFORME DE DISEÑO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA NINACARA - HUACHON, PROVINCIA DE PASCO.
 UBICACIÓN : PASCO
 SOLICITANTE : CONSORCIO HUACHON
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA : 27-06-19

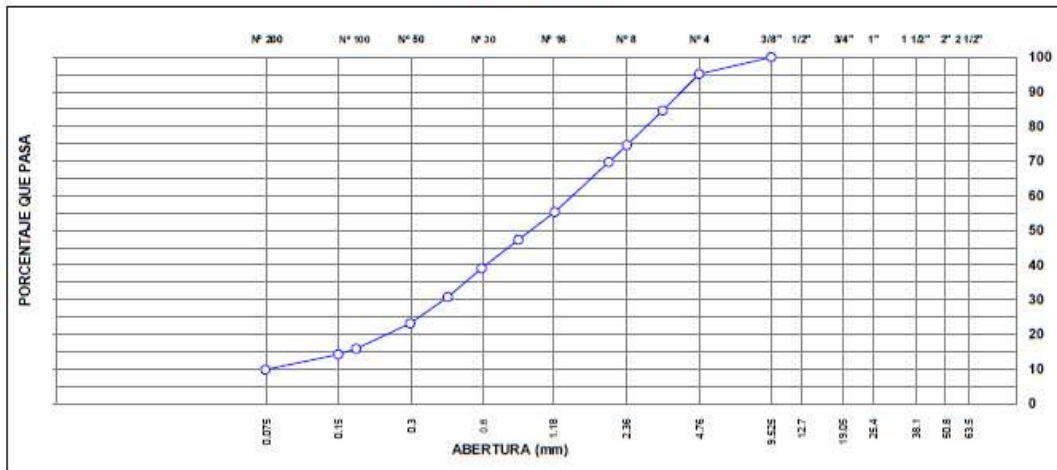
DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA ALANIA KM 0+320
 DESCRIPCIÓN : 65.1 % DE ARENA CHANCADA 1/2"-34.9% DE ARENA ZARANDEADA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)					
MALLAS					
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	ESPECIFICACIÓN
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525			100.0	
1/4"	6.350				
# 4	4.760	4.8	4.8	95.2	
# 6	3.360	10.6	15.4	84.6	
# 8	2.380	10.0	25.4	74.6	
# 10	2.000	5.0	30.3	69.7	
# 16	1.190	14.4	44.7	55.3	
# 20	0.840	8.0	52.7	47.3	
# 30	0.590	8.2	61.0	39.0	
# 40	0.426	8.3	69.3	30.7	
# 50	0.297	7.6	76.9	23.1	
# 80	0.177	7.3	84.1	15.9	
# 100	0.149	1.7	85.8	14.2	
# 200	0.074	4.4	90.2	9.8	
< # 200	(ASTM C-117)	9.8	100.0	0.0	

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO	
P.E. MASA (ASTM C 127)	: 2.593 g/cm ³
P.E. SSS (ASTM C 127)	: 2.631 g/cm ³
P.E. APAR. (ASTM C 127)	: 2.696 g/cm ³
ABSORCIÓN (ASTM C 127)	: 1.5 %
EQUIV. DE ARENA (ASTM D2419)	: 70 %
AZUL DE METILENO (AASHTO TP 57)	4.0 mg/g

CURVA GRANULOMÉTRICA



Hector Huapaya N.
 Laboratorista

Wendy Herencia
 Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte

Lima, 11 de julio del 2019



INFORME DE DISEÑO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA NINACARA - HUACHON, PROVINCIA DE PASCO.
 UBICACIÓN : PASCO
 SOLICITANTE : CONSORCIO HUACHON
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA : 27-06-19

DETALLE DE LA MUESTRA

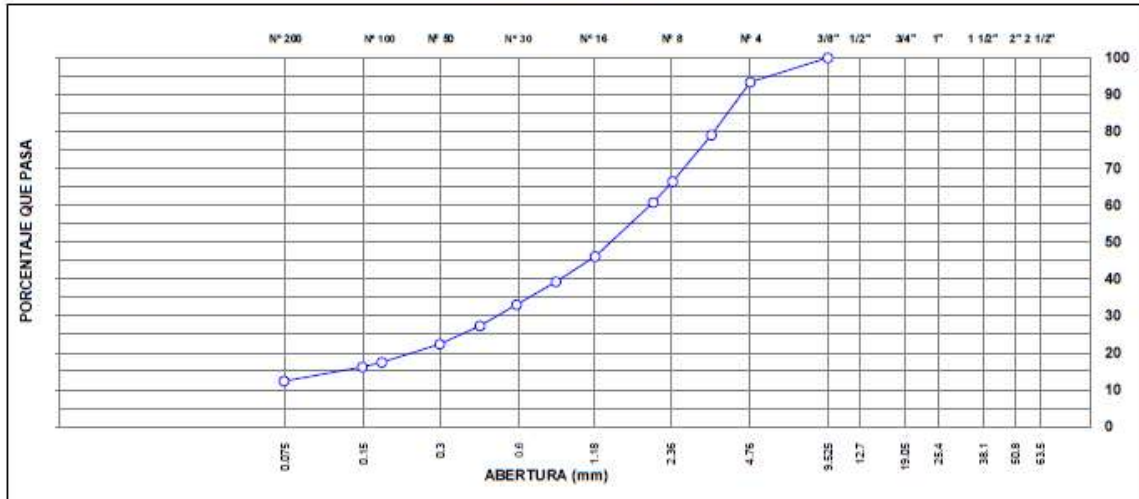
IDENTIFICACIÓN : CANTERA ALANIA KM 0+320
 DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA

PRESENTACIÓN : saco de polipropileno
 CANTIDAD : 40 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)						
MALLAS						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	ESPECIFICACIÓN
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.350					
# 4	4.760	61.2	6.6	6.6	93.4	
# 6	3.360	132.8	14.4	21.0	79.0	
# 8	2.380	116.2	12.6	33.6	66.4	
# 10	2.000	51.9	5.6	39.2	60.8	
# 16	1.190	135.5	14.7	53.9	46.1	
# 20	0.840	60.3	6.9	60.7	39.3	
# 30	0.590	57.3	6.2	67.0	33.0	
# 40	0.426	52.9	5.7	72.7	27.3	
# 50	0.297	46.0	5.0	77.7	22.3	
# 80	0.177	45.5	4.9	82.6	17.4	
# 100	0.149	11.5	1.2	83.8	16.2	
# 200	0.074	36.5	3.8	87.7	12.3	
< # 200	(ASTM C-117)	113.7	12.3	100.0	0.0	

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO

CURVA GRANULOMÉTRICA



Hector Huapaya N.
 Laboratorista

Wendy Herencia
 Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte Lima, 11 de julio del 2019



INFORME DE DISEÑO

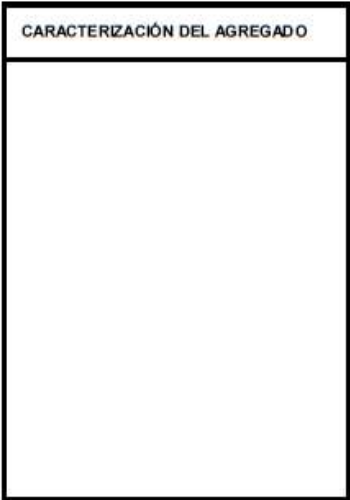
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA NINACARA - HUACHON, PROVINCIA DE PASCO.
 UBICACIÓN : PASCO
 SOLICITANTE : CONSORCIO HUACHON
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA : 27-06-19

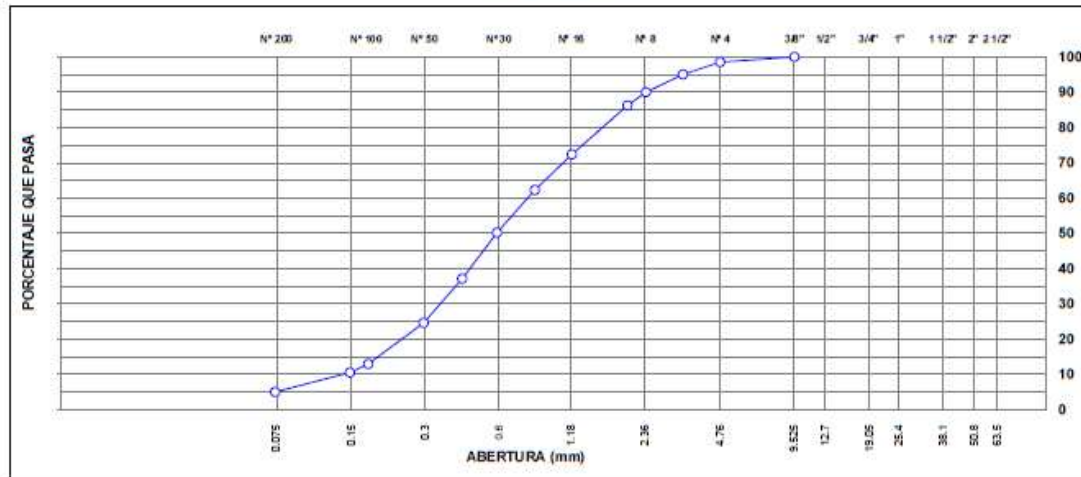
DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA ALANIA KM 0+320
 DESCRIPCIÓN : ARENA ZARANDEADA
 PRESENTACIÓN : saco de polipropileno
 CANTIDAD : 40 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)						
MALLAS						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	ESPECIFICACIÓN
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.350					
# 4	4.750	7.4	1.4	1.4	98.6	
# 6	3.350	18.1	3.5	4.9	96.1	
# 8	2.360	26.1	5.1	10.0	90.0	
# 10	2.000	19.2	3.7	13.7	86.3	
# 16	1.190	71.7	13.9	27.8	72.4	
# 20	0.840	52.2	10.1	37.7	62.3	
# 30	0.590	62.1	12.0	49.8	50.2	
# 40	0.425	67.6	13.1	62.9	37.1	
# 50	0.297	64.6	12.5	75.4	24.6	
# 80	0.177	60.0	11.6	87.0	13.0	
# 100	0.149	12.7	2.5	89.5	10.5	
# 200	0.074	28.3	5.5	95.0	5.0	
< # 200	(ASTM C-117)	26.0	5.0	100.0	0.0	



CURVA GRANULOMÉTRICA



Hector Huapaya N.
Hector Huapaya N.
Laboratorista

Wendy Herencia
Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte Lima, 11 de julio del 2019



INFORME DE DISEÑO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA NINACARA - HUACHON, PROVINCIA DE PASCO.
 UBICACIÓN : PASCO
 SOLICITANTE : CONSORCIO HUACHON
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA : 27-06-19

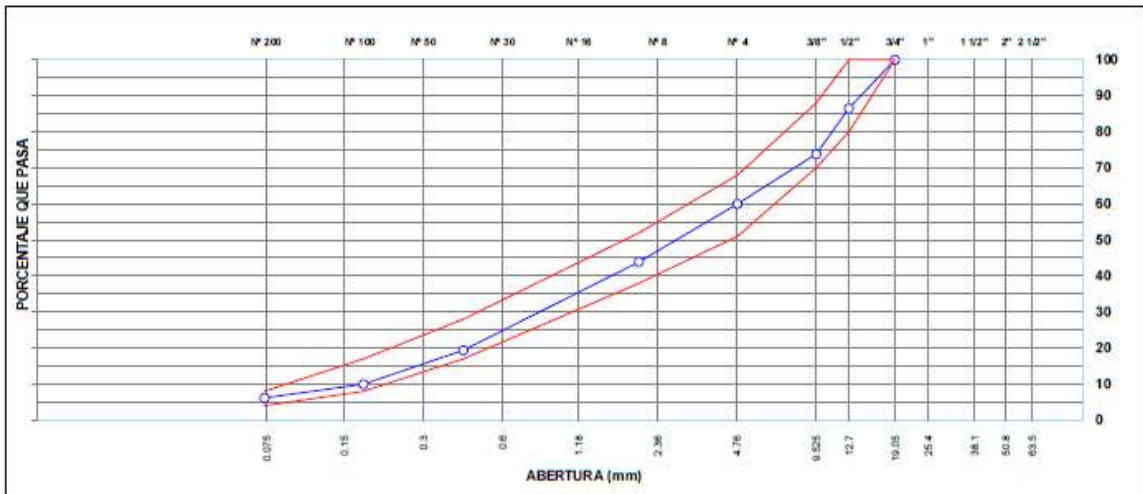
DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA ALANIA KM 0+320
 DESCRIPCIÓN : MEZCLA DE AGREGADOS

COMBINACIÓN TEORICA DE AGREGADOS GRUESO Y FINO					
MALLAS					
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	ESPECIFICACION MAC 2
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050			100.0	100 100
1/2"	12.700	13.5	13.5	86.5	80 100
3/8"	9.525	12.6	26.1	73.9	70 88
1/4"	6.350				
# 4	4.750	13.9	40.0	60.0	51 68
# 6	3.360	6.7	46.7	53.3	
# 8	2.380	6.3	53.0	47.0	
# 10	2.000	3.1	56.1	43.9	38 52
# 16	1.190	9.1	65.2	34.8	
# 20	0.840	5.0	70.2	29.8	
# 30	0.590	5.2	75.4	24.6	
# 40	0.426	5.2	80.6	19.4	17 28
# 50	0.297	4.8	85.4	14.6	
# 80	0.177	4.6	90.0	10.0	8 17
# 100	0.149	1.1	91.1	8.9	
# 200	0.074	2.8	93.8	6.2	4 8
< # 200	(ASTM C-117)	6.2	100.0	0.0	

PROPORCIONES DE AGREGADOS	
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	37.0 %
ARENA CHANCADA	41.0 %
ARENA ZARANDADA	22.0 %
ESPECIFICACIONES	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES EG-2013 PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE.	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Huapaya
Hector Huapaya Ñ,
 Laboratorista

Wendy Herencia
Wendy Herencia
 Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte Lima, 11 de julio del 2019



TDM ASFALTOS

BETUTEC IB

GUA TDM ASFALTOS : _____
 CLIENTE: CONSORCIO HUACHON

TANQUE: _____ CINTILLO DE SEGURIDAD N°: _____
 LOTE DE PRODUCCIÓN: LABORATORIO
 CANTIDAD: 2 KILOS
 FECHA DE PRODUCCIÓN: 02/07/2019

ENSAYOS	MÉTODO ASTM	UNIDADES	ESPECIFICACIONES		RESULTADO
			MÍNIMO	MÁXIMO	
PENETRACIÓN 5 s, 25°C	D-5	dmm	75	100	82
VISCOSIDAD ABSOLUTA 60°C	D-2171	Po	2500	--	26035
VISCOSIDAD CINEMÁTICA 135°C	D-2170	cSt	--	3000	1057.5
PUNTO DE INFLAMACIÓN	D-92	°C	232	--	282
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO	D-2042	%	99	--	99.80
VISCOSIDAD BROOKFIELD 135°C	D-4402	cP	--	--	987.5
VISCOSIDAD BROOKFIELD 145°C	D-4402	cP	--	--	605.0
VISCOSIDAD BROOKFIELD 175°C	D-4402	cP	--	--	182.5
RECUPERACION ELASTICA LINEAL Método A, 10 cm, 25°C	D-6084	%	60	--	74
RECUPERACION ELASTICA LINEAL Método A, 10 cm, 5°C	D-6084	%	--	--	50
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	D-36	°C	50	--	55.2

ESTABILIDAD A ALMACENAMIENTO 163°C, 48 horas	D-7173				
SEPARACION, DIFERENCIA	D-36	°C	--	2.2	0.0

RESIDUO DESPUÉS DE PELÍCULA FINA ROTATORIA		MÉTODO ASTM	UNIDADES	ESPECIFICACIONES		RESULTADO
				MÍNIMO	MÁXIMO	
RECUPERACION ELASTICA LINEAL Método A, 10 cm, 25°C		D-6084	%	60	--	65
PENETRACIÓN 4°C, 200 g, 60 s		D-5	dmm	15	--	29
SEPARACION, diferencia		D-36	°C	--	10	1.0

OBSERVACIONES: 1. El producto cumple especificaciones de calidad, en concordancia con MTC EG2013.
2. Los resultados solo corresponden a la muestra analizada.
3. No presenta espuma a 163 °C

Original Cliente
 Cargo: Laboratorio

Hector Huapaya N.
 Laboratorista

Wendy Herencia
 Jefe del Área Técnica

Fecha de Emisión : Lima, 11 de julio del 2019

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

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

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

REG-III-TEC-38.V01

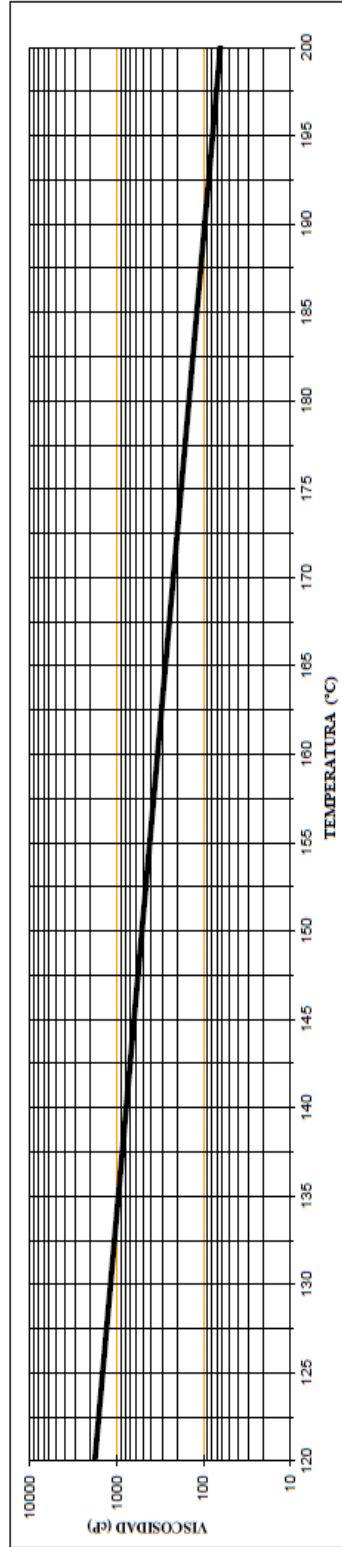


Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín
Teléfono (511) 6169311 Fax: 6169313

GRÁFICO DE TEMPERATURAS DE MEZCLA Y COMPACTACIÓN

PRODUCTO: BETUTEC IB

FECHA: 11/07/2019



RANGO DE TEMPERATURA DE MEZCLA RANGO DE TEMPERATURA DE COMPACTACIÓN DE MEZCLA

155.9	A	162.8
146.2	A	155.9

RANGO DE TEMPERATURA DEL LIGANTE ASFÁLTICO EN LA MEZCLA CON VISCOSIDADES ENTRE 300 A 400 cP
RANGO DE TEMPERATURA DE COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA CON VISCOSIDADES ENTRE 400 A 600 cP

Original: Cliente
Cargo: Laboratorio

Hector Huapaya N.
Laboratorista

Wendy Herencia
Jefe del Área Técnica

Fecha de reporte

Lima, 11 de julio del 2019

ANEXO 8
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0401013 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. AMISTAD ENTRE EL EMP. PE 3SB Y LA AV. SAN ISIDRO Y AV. SAN ISIDRO ENTRE AV. AMISTAD HASTA KM 0+560, DISTRITO DE TRES DE DICIEMBRE - PROVINCIA DE CHUPACA - DEP. DE JUNIN

Subpresupuesto 001 PISTAS Y VEREDAS Fecha presupuesto 24/08/2021

Partida	02.01.01.03	CONFORMACION DE BASE GRANULAR E=0.15M						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 485.0000	EQ. 485.0000			Costo unitario directo por : m3		57.79
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0660	16.79	1.11		1.11
	Materiales							
0205000046	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		1.2000	40.00	48.00		48.00
0239050000	AGUA	m3		0.0700	5.00	0.35		48.35
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.11	0.06		0.06
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0165	170.00	2.81		2.81
0349090001	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0165	211.86	3.50		3.50
0349110031	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122 HP 2000 GL	hm	1.0000	0.0165	118.64	1.96		8.33
Partida	02.01.02.01	IMPRIMACION ASFALTICA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 3,500.0000	EQ. 3,500.0000			Costo unitario directo por : m2		7.17
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0023	18.57	0.04		0.04
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0137	16.79	0.23		0.23
	Materiales							
0213000026	ASFALTO LIQUIDO MC-30	gal		0.4000	15.00	6.00		6.00
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.27	0.01		0.01
0349030074	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	hm	1.0000	0.0023	85.00	0.20		0.20
0349060061	MINICARGADOR 70 HP	hm	1.0000	0.0023	58.83	0.14		0.14
0349060062	BARREDORA MECANICA 10-20 HP	hm	1.0000	0.0023	50.84	0.12		0.12
0349310004	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1800 GAL.	hm	1.0000	0.0023	185.00	0.43		0.90
Partida	02.01.02.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 9 CM						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000			Costo unitario directo por : m2		69.62
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0040	18.57	0.07		0.07
0147010004	PEON	hh	8.0000	0.0320	16.79	0.54		0.54
	Materiales							
0213520043	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (PUESTO EN OBRA)	m3		0.1125	577.50	64.97		64.97
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.61	0.02		0.02
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0040	170.00	0.68		0.68
0349030043	RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOPROPULSADO 58-70HP 8-10 ton	hm	1.0000	0.0040	200.00	0.80		0.80
0349040098	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	hm	1.0000	0.0040	192.37	0.77		0.77
0349110025	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0040	144.07	0.58		0.58
0349250004	PAVIMENTADORA	hm	1.0000	0.0040	296.65	1.19		4.04

ANEXO 9
REVISTA COSTOS

Precios de Partidas

CÓD.	PARTIDA	UND	P.U.	M.O.	MAT.	EQU.
DE.5.2.1.63*	SAUDA PYTOMACORR.BIPOL.DOBLE TUB.SAP.3/4 AIA.TW12 CAJA.L/M	PTD	150,87	86,20	62,08	2,59
DE.5.2.1.64*	SAUDA PYTOMACORR.BIPOL.DOBLE TUB.SAP.3/4 AIA.TW12 CAJA.PESA	PTD	153,55	86,20	64,76	2,59
DE.5.2.1.65*	SAUDA PYTOMACORR.BIPOL.DOBLE TUB.SAP.3/4 AIA.TW14 CAJA.L/M	PTD	145,43	86,20	56,64	2,59
DE.5.2.1.66*	SAUDA PYTOMACORR.BIPOL.DOBLE TUB.SAP.3/4 AIA.TW14 CAJA.PESA	PTD	148,11	86,20	59,32	2,59
DE.5.2.1.71*	SAUDA PARA THERMAS PVC SEL	PTD	92,28	52,62	37,03	2,63
DE.5.2.1.72*	SAUDA PARA THERMAS PVC SAP 3/4"	PTD	105,08	52,62	49,83	2,63
DE.5.2.1.81*	SAUDA PARA FUERZA DE COCINA PVC SEL	PTD	88,69	35,08	51,86	1,75
DE.5.2.1.82*	SAUDA PARA FUERZA DE COCINA PVC SAP 1"	PTD	169,78	35,08	132,95	1,75
DE.5.2.1.83*	SAUDA DE FUERZA DESDE 1/2 HASTA 5 HP	PTD	331,44	185,08	137,11	9,25
DE.5.2.1.84*	SAUDA DE FUERZA DESDE 6 HASTA 10 HP	PTD	422,41	185,08	228,08	9,25
DE.5.2.1.91*	SAUDA PARA TELEFONOS DIRECTOS (DE SERVICIO PUBLICO)SAP	PTD	96,62	70,16	22,95	3,51
DE.5.2.1.92*	SAUDA PARA TELEFONOS INTERNOS (DE INTERCOMUNICACION)SAP	PTD	95,54	70,16	21,87	3,51
DE.5.2.1.93*	SAUDA PARA ANTENAS DE RADIO	PTD	58,81	52,62	3,56	2,63
DE.5.2.1.94*	SAUDA PARA ANTENAS DE TELEVISION -SEL	PTD	64,78	52,62	9,53	2,63
DE.5.2.1.95*	SAUDA PARA TIMBRES ZUMBADOR SAP SIN CABLE	PTD	205,51	138,82	59,75	6,94
DE.5.2.2. CANALIZACIONES, CONDUCTOS O TUBERIAS						
DE.5.2.2.11*	TUBERIAS DE PVC-SAP (ELECTRICAS) D=1/2" 15 MM	M	148,5	11,49	3,02	0,34
DE.5.2.2.12*	TUBERIAS DE PVC-SAP (ELECTRICAS) D=3/4"	M	154,4	11,49	3,61	0,34
DE.5.2.2.13*	TUBERIAS DE PVC-SAP (ELECTRICAS) D=1"	M	192,6	13,79	5,09	0,41
DE.5.2.2.14*	TUBERIAS DE PVC-SAP (ELECTRICAS) D=1 1/4"	M	191,2	13,79	4,92	0,41
DE.5.2.2.15*	TUBERIAS DE PVC-SAP (ELECTRICAS) D=1 1/2"	M	208,7	13,79	6,67	0,41
DE.5.2.2.16*	TUBERIAS DE PVC-SAP (ELECTRICAS) D=2"	M	340,9	17,25	16,26	0,52
DE.5.2.2.17*	TUBERIAS DE PVC-SAP (ELECTRICAS) D=2 1/2"	M	254,7	17,25	7,70	0,52
DE.5.2.2.21*	TUBERIAS DE PVC-SEL (ELECTRICAS) D=5/8"	M	155,1	11,49	3,68	0,34
DE.5.2.2.22*	TUBERIAS DE PVC-SEL (ELECTRICAS) D=3/4"	M	155,5	11,49	3,72	0,34
DE.5.2.2.23*	TUBERIAS DE PVC-SEL (ELECTRICAS) D=1"	M	192,4	13,79	5,04	0,41
DE.5.2.2.24*	TUBERIAS DE PVC-SEL (ELECTRICAS) D=1 1/4"	M	213,0	13,79	6,82	0,69
DE.5.2.2.25*	TUBERIAS DE PVC-SEL (ELECTRICAS) D=1 1/2"	M	222,6	13,79	8,06	0,41
DE.5.2.2.26*	TUBERIAS DE PVC-SEL (ELECTRICAS) D=2"	M	292,8	17,25	11,51	0,52
DE.5.2.6. TABLEROS PRINCIPALES						
DE.5.2.6.11*	TABLEROS DISTRIB.CAJA METALICA CON 12 POLOS	PZA	968,63	138,82	825,65	4,16
DE.5.2.6.12*	TABLEROS DISTRIB.CAJA METALICA CON 18 POLOS	PZA	1.115,36	185,08	924,73	5,55
DE.5.2.6.13*	TABLEROS DISTRIB.CAJA METALICA CON 24 POLOS	PZA	1.627,52	480,60	1.122,89	24,03
DE.5.2.6.14*	TABLEROS DISTRIB.CAJA METALICA CON 36 POLOS	PZA	1.679,05	277,63	1.387,09	8,33
DE.5.2.6.15*	TABLEROS DISTRIB.CAJA METALICA CON 48 POLOS	PZA	1.871,21	277,63	1.585,25	8,33
DE.5.2.8. DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y PROTECCION						
DE.5.2.8.11*	INTERUPTOR TERMOMAGNETICO MONOFASICA 2 X 15A	PZA	46,19	17,36	28,31	0,52
DE.5.2.8.12*	INTERUPTOR TERMOMAGNETICO MONOFASICA 2 X 30A	PZA	46,19	17,36	28,31	0,52
DE.5.2.8.13*	INTERUPTOR TERMOMAGNETICO MONOFASICA 2 X 40A	PZA	59,57	17,36	41,69	0,52
DE.5.2.8.14*	INTERUPTOR TERMOMAGNETICO MONOFASICA 2 X 60A	PZA	68,47	17,36	50,99	0,52
DE.5.2.8.21*	INTERUPTOR TERMOMAGNETICO TRIFASICA 2 X 30A	PZA	118,66	23,14	94,83	0,69
DE.5.2.8.22*	INTERUPTOR TERMOMAGNETICO TRIFASICA 3 X 50A	PZA	126,20	23,14	102,37	0,69
DE.5.2.8.23*	INTERUPTOR TERMOMAGNETICO TRIFASICA 3 X 60A	PZA	126,20	23,14	102,37	0,69
DE.5.2.8.24*	INTERUPTOR TERMOMAGNETICO TRIFASICA 3 X 70A	PZA	39,85	23,14	16,02	0,69
DE.5.2.8.25*	INTERUPTOR TERMOMAGNETICO TRIFASICA 3 X 100A	PZA	39,85	23,14	16,02	0,69
DE.5.5. ARTEFACTOS						
DE.5.5.1. LAMPARAS						
DE.5.5.1.11*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR SIST. REJILLA RES E 4X36W TS G13 EE BL 2 X4" RAL	PZA	605,85	69,41	534,36	2,08
DE.5.5.1.12*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR SIST. REJILLA RES E 4X18W TS G13 EE BL 2 X2" RAL	PZA	402,93	69,41	331,44	2,08
DE.5.5.1.13*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR SIST. REJILLA RES E 3X36W TS G13 EE BL 2 X4" RAL	PZA	521,30	69,41	449,81	2,08
DE.5.5.1.14*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR SIST. REJILLA RES E 3X18W TS G13 EE BL 2 X2" RAL	PZA	416,45	69,41	344,96	2,08
DE.5.5.1.15*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR SIST. REJILLA RES E 2X36W TS G13 EE BL 1 X4" RAL	PZA	348,81	69,41	277,32	2,08
DE.5.5.1.16*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR SIST. REJILLA RES E 2X18W TS G13 EE BL 1 X2" RAL	PZA	331,90	69,41	260,41	2,08
DE.5.5.1.21*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR SISTEMA REJILLA NAIRA E 4X14 TS EE	PZA	579,18	69,41	490,39	2,59
DE.5.5.1.22*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR SISTEMA REJILLA NAIRA E 3X14 TS EE	PZA	588,94	69,41	517,45	2,08
DE.5.5.1.23*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR SISTEMA REJILLA NAIRA E 2X54 TS EE	PZA	578,79	69,41	507,30	2,08
DE.5.5.1.24*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR SISTEMA REJILLA NAIRA E 2X18 TS EE	PZA	575,41	69,41	503,92	2,08
DE.5.5.1.31*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR MELOW LIGHT LRC E 2X40 TOL EE 2X2"	PZA	473,95	69,41	402,46	2,08
DE.5.5.1.32*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR MELOW LIGHT LRC E 2X65 TOL EE 2X2"	PZA	507,77	69,41	436,28	2,08
DE.5.5.1.33*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR MELOW LIGHT LRC E 2X28 TS EE 2X4"	PZA	575,41	69,41	503,92	2,08
DE.5.5.1.41*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR RAS A 4X36W TS G13 EE BL RAL	PZA	659,98	69,41	588,47	2,08
DE.5.5.1.42*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR RAS A 4X18W TS G13 EE BL RAL	PZA	399,54	69,41	328,05	2,08
DE.5.5.1.43*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR RAS A 3X36W TS G13 EE BL RAL	PZA	632,90	69,41	561,41	2,08
DE.5.5.1.44*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR RAS A 3X18W TS G13 EE BL RAL	PZA	457,04	69,41	385,55	2,08
DE.5.5.1.45*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR RAS A 2X36W TS G13 EE BL RAL	PZA	325,14	69,41	253,65	2,08
DE.5.5.1.46*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR RAS A 2X18W TS G13 EE BL RAL	PZA	369,11	69,41	297,62	2,08
DE.5.5.1.51*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR SISTEMA C/REJILLA NVR A 2X36W TS G5 EE BL RAL	PZA	308,23	69,41	236,74	2,08
DE.5.5.1.52*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR SISTEMA C/REJILLA NVR A 2X36W TS G5 EE BL RAL	PZA	372,49	69,41	301,00	2,08
DE.5.5.1.53*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR SISTEMA C/REJILLA NVR A 2X54W TS G5 EE BL RAL	PZA	375,87	69,41	304,38	2,08
DE.5.5.1.61*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR SISTEMA C/REJILLA NAIRA A 4X14 TS EE	PZA	632,90	69,41	561,41	2,08
DE.5.5.1.62*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR SISTEMA C/REJILLA NAIRA A 2X54 TS EE	PZA	646,43	69,41	574,94	2,08
DE.5.5.1.63*	ARTEFACTO ALUMB. INTERIOR SISTEMA C/REJILLA NAIRA A 2X28 TS EE	PZA	697,16	69,41	625,67	2,08

HU HABILITACIONES URBANAS
HU.1 OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD
HU.1.1 OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES

CÓD.	PARTIDA	UND	P.U.	M.O.	MAT.	EQU.
HU.1.1.6* DEMOLICIONES						
HU.1.1.6.11*	DEMOLICION PAVIMENTO FLEXIBLE C/EQUIPO E=0.05M	M2	8,19	4,24	0,00	3,95
HU.1.1.6.12*	DEMOLICION PAVIMENTO FLEXIBLE C/EQUIPO E=0.075M	M2	11,96	6,24	0,00	5,72
HU.1.1.6.21*	DEMOLICION PAVIMENTO RIGIDO C/VEH (LOSA DE CONCRETO) E=0.15M	M2	36,64	20,00	0,00	18,64
HU.1.1.6.22*	DEMOLICION PAVIMENTO RIGIDO C/VEH (LOSA DE CONCRETO) E=0.20M	M2	56,51	30,28	0,00	28,23
HU.1.1.6.31*	DEMOLICION VEREDA DE CONCRETO C/EQUIPO E=0.10 M	M2	19,44	8,84	0,00	10,60
HU.1.1.6.41*	DEMOLICION VEREDA DE ASFALTO C/EQUIPO E=0.05M	M2	8,19	4,24	0,00	3,95
HU.1.1.6.51*	DEMOLICION SARDINEL DE VEREDA C/EQUIPO	M	13,64	7,06	0,00	6,58
HU.1.1.6.52*	DEMOLICION SARDINEL SUMERGIDO C/EQUIPO	M	12,06	6,24	0,00	5,82
HU.1.1.6.53*	DEMOLICION SARDINEL PERALTADO C/EQUIPO	M	13,64	7,06	0,00	6,58
HU.2 PISTAS Y VEREDAS						
HU.2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS						
HU.2.1.1 CORTE CON ELIMINACION LATERAL						
HU.2.1.1.11*	EXCAVACION HASTA SUBRASANTE MAT.SUELTO C/TRACTOR 140-160 HP	M3	11,11	1,57	0,00	9,54
HU.2.1.1.12*	EXCAVACION HASTA SUBRASANTE R.S./EXPL. C/TRACTOR 190-240 HP	M3	60,48	23,68	0,00	36,80
HU.2.1.1.13*	EXCAVACION HASTA SUBRASANTE R.F./EXPL. CARG.S/LL. 10-115HP	M3	234,80	109,75	0,00	125,05
HU.2.1.3 TERRAPLENES						
HU.2.1.3.11*	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROP.D C/EQUIPO (EN PISTAS R=250 M3/D)	M3	29,20	4,71	0,00	24,49
HU.2.1.3.21*	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/EO (AGR. ADQUIRIDO) R=250M3/D EN PISTAS)	M3	68,20	4,71	39,00	24,49
HU.2.1.4 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE						
HU.2.1.4.11*	ELIMINACION DE EXCEDENTES C/VOL. 10 M3 D=10 KM	M3	40,14	0,31	0,00	39,83
HU.2.1.4.12*	ELIMINACION DE EXCEDENTES C/VOL. 10 M3 D=25 KM	M3	71,95	0,56	0,00	71,36
HU.2.1.5 REFINE DEL TERRAPLEN						
HU.2.1.5.11*	CONFORMACION Y COMPACTACION SUBRASANTE C/MOTONIV 125HP	M2	3,61	0,61	0,00	3,00
HU.2.1.5.21*	CONFORMACION DE SUBRASANTE PARA VEREDAS	M2	17,50	11,40	0,00	6,10
HU.2.1.5.31*	SUBRASANTE MEJORADA E=0.050 M (INCORPORANDO 0.0650 M3/M2)	M2	11,03	0,80	3,24	6,99
HU.2.1.5.32*	SUBRASANTE MEJORADA E=0.075 M (INCORPORANDO 0.0975 M3/M2)	M2	17,14	1,29	4,85	11,00
HU.2.2 SUB-BA SEYBASE						
HU.2.2.1 SUB-BASE						
HU.2.2.1.11*	SUB-BASE GRANULAR E=0.10M (AGREGADO PRODUCIDO) C/EQUIPO	M2	11,17	0,82	0,39	9,96
HU.2.2.1.12*	SUB-BASE GRANULAR E=0.15M (AGREGADO PRODUCIDO) C/EQUIPO	M2	15,61	1,06	0,59	13,96
HU.2.2.1.13*	SUB-BASE GRANULAR E=0.20M (AGREGADO PRODUCIDO) C/EQUIPO	M2	20,90	1,42	0,78	18,70
HU.2.2.1.14*	SUB-BASE GRANULAR E=0.25M (AGREGADO PRODUCIDO) C/EQUIPO	M2	26,04	1,77	0,98	23,29
HU.2.2.2 BASE O AFIRMADO						
HU.2.2.2.11*	BASE GRANULAR E=0.10 M (AFIRMADO PRODUCIDO) C/EQUIPO	M2	18,24	0,97	6,47	10,80
HU.2.2.2.12*	BASE GRANULAR E=0.15 M (AFIRMADO PRODUCIDO) C/EQUIPO	M2	26,49	1,32	9,71	15,46
HU.2.2.2.13*	BASE GRANULAR E=0.20 M (AFIRMADO PRODUCIDO) C/EQUIPO	M2	35,30	1,76	12,94	20,60
HU.2.2.2.14*	BASE GRANULAR E=0.25 M (AFIRMADO PRODUCIDO) C/EQUIPO	M2	44,25	2,22	16,17	25,86
HU.2.2.2.21*	BASE GRANULAR PARA VEREDAS E=0.10 M	M2	37,80	15,56	6,47	15,77
HU.2.3 VEREDAS						
HU.2.3.4* VEREDA DE CONCRETO Premezclado						
HU.2.3.4.11*	VEREDA CON Premezcla F.C=140KG/CM2 E=0.10M, ACABADO CA 12	M2	39,44	15,20	23,20	1,04
HU.2.4 PISTAS						
HU.2.4.1 CAPA DE IMPRIMACION						
HU.2.4.1.11*	REGO DE LIGA C/COCINA ASFALTICA 320 GAL	M2	2,99	0,50	0,90	1,59
HU.2.4.1.21*	IMPRIMACION ASFALTICA MANUAL	M2	8,58	3,03	3,58	1,97
HU.2.4.1.22*	IMPRIMACION ASFALTICA (DOSIF. 0.40 GL/M2-TANQUE 1800 GL)	M2	4,02	0,20	3,18	0,64
HU.2.4.2 CARPETA ASFALTICA						
HU.2.4.2.11*	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=1" C/EQUIPO MEZCLA ADO.	M2	15,00	0,66	11,05	3,29
HU.2.4.2.12*	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=1 1/2" C/EQUIPO MEZCLA ADO.	M2	22,55	1,00	16,59	4,96
HU.2.4.2.13*	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=2" C/EQUIPO MEZCLA ADO.	M2	30,01	1,38	22,10	6,58
HU.2.4.2.14*	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=3" C/EQUIPO MEZCLA ADO.	M2	45,13	2,02	33,15	9,96
HU.2.4.2.21*	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE EN CALIENTE	M3	462,68	20,71	340,00	101,97
HU.2.5 SARDINELES						
HU.2.5.11*	SARDINEL DE VEREDA F.C=140 KG/CM2 (1.5X0.0CM)	M	30,76	15,20	14,62	0,94
HU.2.5.12*	SARDINEL SUMERGIDO F.C=140 KG/CM2 (1.5X0.0CM)	M	22,05	10,14	11,29	0,62
HU.2.5.13*	SARDINEL PERALTADO F.C=210KG/CM2 1.5X0.4 (1M1/28.40H/1M1/27.10M)	M	41,32	15,20	25,18	0,94
HU.2.7 JARDINES Y OTRAS OBRAS						
HU.2.7.6 HITOS DE SENALIZACION-SENALIZACION DE LOTES						
HU.2.7.6.11*	PINTADO DE PAVIMENTOS (LINEA CONTINUA)	M	16,61	12,56	0,79	1,26
HU.2.7.6.12*	PINTADO DE PAVIMENTOS (SIMBOLOS Y LETRAS)	M2	42,41	31,38	7,89	3,14
HU.2.7.6.13*	PINTADO DE					

ANEXO 10
ENSAYOS A LOS ARIDOS



TERRALAB S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
CONSULTORIA DE OBRAS CIVILES

RUC 20568403038

EXPEDIENTE 47-2022-T

SOLICITANTE : CONSORCIO BCR

"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHIVULAR Y PEATONAL DE LA AV. AMISTAD ENTRE EL EMP. DE 3SB Y LA AV. SAN ISIDRO Y AV. ISIDRO ENTRE AV. AMISTAD HASTA KM 0+560, DISTRITO DE 3 DE DICIEMBRE - PROVINCIA DE CHUPACA - DEPARTAMENTO DE JUNIN"

PROYECTO :

FECHA : 09 DE JUNIO DE 2022

ENSAYO DE DURABILIDAD CON SULFATO DE MAGNESIO ASTM C-88

CANTERA : ORCOTUNA CON 15% DE PIEDRA CHANCADA DE 3/4

I. AGREGADO GRUESO

ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL AGREGADO GRUESO

Pérdidas (%): 7.207

N°	Tamaño	%	Peso Requerido (gr.)	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdidas		Gradación Original (%)	Pérdidas Corregidas (%)
						Peso (gr)	(%)		
1	2 1/2" a 1 1/2"		5000 ± 500						
	2 1/2" a 2"	60	3000 ± 300						
	2" a 1 1/2"	40	2000 ± 200						
2	1 1/2" a 3/4"		1500 ± 50						
	1 1/2" a 1"	67	1000 ± 50						
	1" a 3/4"	33	500 ± 30						
3	3/4" a 3/8"		1000 ± 10						
	3/4" a 1/2"	67	670 ± 10	690.4	650.3	40.1	5.81	30.6	1.777
	1/2" a 3/8"	33	330 ± 5	372.5	332.4	40.1	10.77	20.4	2.196
4	3/8" a N°4		300 ± 5	319.7	298.6	21.1	6.60	49.0	3.234
TOTALES								100.0	7.207

ANÁLISIS CUALITATIVO DEL AGREGADO GRUESO

Tamaño	Alteración de Partículas Después del Ensayo								N° inicial de Partículas
	Rajadas		Arietadas		Laminadas (escamosas)		Desintegradas		
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	
2 1/2" a 2"									
2" a 1 1/2"									
1 1/2" a 1"	-								
1" a 3/4"	-								

II. AGREGADO FINO - ANÁLISIS CUANTITATIVO

Pérdidas (%): 9.455

Tamaño	Peso Requerido (gr.)	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	Pérdidas		Gradación Original (%)	Pérdidas Corregidas (%)	
				Peso (gr)	(%)			
3/8" a N°4	100							
N°4 a N°8	100	100.0	89.7	10.3	10.3	26.4	2.719	
N°8 a N°16	100	100.0	86.3	13.7	13.7	21.3	2.918	
N°16 a N°30	100	100.0	90.1	9.9	9.9	22.5	2.228	
N°30 a N°50	100	100.0	90.7	9.3	9.3	17.1	1.590	
N°50 a N°100	-	-	-	-	-	9.6		
pasa N° 100	-	-	-	-	-	3.1		
TOTALES							100.0	9.455

Nota. La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante, el laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de las mismas.

TERRALAB SAC

Ing. Civil Reizo G. Quispe Turpo
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
CIP. 125602

AV. MARISCAL CASTILLA 3950 INT. A SAÑOS CHICO EL TAMBO
HUANCAYO.
CONSULTORIA DE OBRAS CIVILES
RUC.20568403038. CELULAR 984926005.



EXPEDIENTE : 047-2022

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. AMISTAD ENTRE EL EMP. DE 3SB Y LA AV. SAN ISIDRO Y AV. ISIDRO ENTRE AV. AMISTAD HASTA KM 0+560, DISTRITO DE 3 DE DICIEMBRE - PROVINCIA DE CHUPACA - DEPARTAMENTO DE JUNIN"

SOLICITANTE : CONSORCIO BCR

FECHA : 09 DE JUNIO DE 2022.

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**INDICE DE APLANAMIENTO Y ALARGAMIENTO DE LOS AGREGADOS PARA CARRETERAS
NORMA MTC - E221**

MUESTRA : CANTERA ORCOTUNA CON 15% DE PIEDRA CHANCADA DE 3/4

INDICE DE APLANAMIENTO (%) : 11

Tamiz		Total Partículas		Partículas Planas		Índice Aplanamiento Fracción (%)	Granulometría (%) retenido	Índice Aplanamiento corregido (%)
Pasa	Retiene	Peso Inicial (gr)	N°	Peso (gr)	N°			
2 1/2"	2"	952.0	100	0.0		0	0	0
2"	1 1/2"	1938.0	100	514.0		27	11.7	3
1 1/2"	1"	2657.0	100	421.0		16	29.6	5
1"	3/4"	2347.0	100	127.0		5	33.5	2
3/4"	1/2"	997.0	100	45.0		5	12.4	1
1/2"	3/8"	536.0	100	29.0		5	8.7	0
3/8"	1/4"	175.0	100	10.0		6	4.1	0
TOTALES							100.0	11

INDICE DE ALARGAMIENTO (%) : 15

Tamiz		Total Partículas		Partículas Alargadas		Índice Alargamiento Fracción (%)	Gradación original (%)	Índice Alargamiento corregido (%)
Pasa	Retiene	Peso Inicial (gr)	N°	Peso (gr)	N°			
2 1/2"	2"	1127.0	100	0.0		0	0	0
2"	1 1/2"	2045.0	100	123		6	13.4	1
1 1/2"	1"	2963.0	100	467.0		16	32.6	5
1"	3/4"	2147.0	100	426.0		20	25.8	5
3/4"	1/2"	1285.0	100	231.0		18	12.4	2
1/2"	3/8"	563.0	100	98.0		17	7.6	1
3/8"	1/4"	241.0	100	17.0		7	8.2	1
TOTALES							100.0	15

TERRALAB SAC
Ing. Civil Renzo G. Quispe Turpo
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
CIP. 135507



ANALISIS FISICO QUIMICO DE AGREGADO

ESTUDIO : 047-2022
SOLICITANTE : CONSORCIO BCR
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. AMISTAD ENTRE EL EMP. DE 3SB Y LA AV. SAN ISIDRO Y AV. ISIDRO ENTRE AV. AMISTAD HASTA KM 0+560, DISTRITO DE 3 DE DICIEMBRE - PROVINCIA DE CHUPACA - DEPARTAMENTO DE JUNIN"
UBICACIÓN : DISTRITO TRES DE DICIEMBRE.
FECHA DE EMISIÓN : 09 DE JUNIO DE 2022

CANtera	ORCOTUNA +15% DE PIEDRA CHANCADA
---------	----------------------------------

ENSAYO DE SALES SOLUBLES NTP 339.152

1	RELACION DE MEZCLA SUELO - AGUA DESTILADA		1 - 3
2	NUMERO DE BEAKER		10.00
3	PESO DE BEAKER	g	100.452
4	PESO DE BEAKER + RESIDUOS DE SALES	g	100.601
5	PESO DEL RESIDUO DE SALES	g	0.149
6	VOLUMEN DE SOLUCION TOMADA	ml	60.00
8	CONSTITUYENTES DE SALES SOLUBLES EN MUESTRA	ppm	7430

OBSERVACIÓN : Muestra remitida por el solicitante, el laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de la muestra.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

TERRALAB SAC
Ing. Civil Renzo G. Quispe Turpo
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
CIT



INFORME DE ENSAYO

N° KF-133-2022-LI

Fecha de emisión 2022-06-24

N° páginas

1 de 1

Ensayo	Método				
ASTM D4318-17	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils				
Solicitante	Consortio Vial BCR.				
Dirección del solicitante	=				
Estudio / Obra	Mejoramiento de los Servicios de Transitabilidad Vehicular y Peatonal de la Av. Amistad entre el Emp. de 3SB y la Av. San Isidro y Av. Isidro entre Av. Amistad hasta KM 0+560, Distrito de 3 de Diciembre - Provincia de Chupaca - Departamento de Junín.				
Ubicación / Procedencia	Distrito de 3 de Diciembre - Provincia de Chupaca - Departamento de Junín.				
Descripción del proceso	Caracterización de suelos	Lugar en el que se realiza el ensayo		Laboratorio de KLA FER S.A.C.	
Condiciones ambientales durante la ejecución del ensayo					
Temperatura, °C	Inicio	Fin	Humedad relativa, %	Inicio	Fin
	12.6	13.4		35	48
Tipo de muestra	Suelo	Condición de la muestra		Muestra en bolsa de polietileno, alterada	
Fecha de muestreo		Fecha de recepción		Fecha de ensayo	
Fecha de muestreo:	No indicada	Fecha de recepción:		Fecha de ensayo:	
		2022-06-15		2021-06-17	
		Código expediente/cliente		Orden de trabajo	
Declaración de conformidad	No aplica	Expediente:		Orden de trabajo:	
		274		318	

Calicata		C-01	=	=	=	=	=
Muestra		M-1	=	=	=	=	=
Profundidad	(m)	NE	=	=	=	=	=
Progresiva	(km)	=	=	=	=	=	=
Método de ensayo		A	=	=	=	=	=
Contenido de humedad	(w) %	=	=	=	=	=	=
Límite líquido	(LL)	NP	=	=	=	=	=
Límite plástico	(LP)	NP	=	=	=	=	=
Índice de plasticidad	(IP)	NP	=	=	=	=	=
Clasificación SUCS		=	=	=	=	=	=



KLA FER S.A.C.
Mecánica de suelos, concreto
asfalto y de materiales

José Lara Palacios Escobar
Ingeniero Civil
Jefe de laboratorio

Jefe de laboratorio

KLA FER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP: 76936
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

FIN DE INFORME

1. Si KLA FER S.A.C., no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas.
2. El informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado.
3. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de KLA FER S.A.C.
4. KLA FER S.A.C., deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
5. Datos proporcionados por el cliente (calicata, muestra, profundidad, progresiva)
6. Los servicios ofrecidos son conforme a nuestros términos y condiciones.

Código: KF-RE-14

Versión: 01

Fecha de emisión: 2021-09-26

Páginas: 1 de 1

Dirección: Pasaje campos 143 Tambo Huancayo, altura puente peatonal UNCP.
www.klafersac.com, email: laboratorio@klafersac.com cel 945510108, 984926008 957259680



EXPEDIENTE N° : 274.2022
PETICIONARIO : CONSORCIO VIAL BCR.
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. AMISTAD ENTRE EL EMP. DE 35B Y LA AV. SAN ISIDRO Y AV. ISIDRO ENTRE AV. AMISTAD HASTA KM 0+560, DISTRITO DE 3 DE DICIEMBRE - PROVINCIA DE CHUPACA - DEPARTAMENTO DE JUNÍN.
UBICACIÓN : DISTRITO DE 3 DE DICIEMBRE - PROVINCIA DE CHUPACA - DEPARTAMENTO DE JUNÍN.
FECHA DE RECEPCIÓN : 15 DE JUNIO DE 2022
FECHA DE EMISIÓN : 18 DE JUNIO DE 2022

ENSAYO DE ABRASIÓN LOS ANGELES A9TM C 31, A9TM C 535, AASTHO T 96

CANTERA	MEZCLA CANTERA ORCOTUNA CON 20% PIEDRA CHANCADA DE 3/4
MUESTRA	M-01

GRADACIÓN: "B" 500 revoluciones en 15 minutos

TAMIZ		GRADACIONES			
PASANTE	RETENIDO	A	B	C	D
		PESO RETENIDO (gr.)			
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"		2498		
1/2"	3/8"		2503		
3/8"	1/4"				
1/4"	N° 4				
N° 4	N° 8				
TOTAL		5001			

TAMIZ	PESO
PASANTE	PASANTE (gr.)
N° 12	1840

DESGASTE : 36.79%

KLA FER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP: 78936
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

OBSERVACIÓN : Muestra fue entregada por el solicitante en Cantera Orcotuna.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPÍ: GP-004: 1993)

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROLLOS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBANILERIA, MADERA, ALMO, USERO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.



ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419

SOLICITADO : CONSORCIO BCR

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. AMISTAD ENTRE EL EMP. DE 35B Y LA AV. SAN ISIDRO Y AV. ISIDRO ENTRE AV. AMISTAD HASTA KM 0+560, DISTRITO DE 3 DE DICIEMBRE - PROVINCIA DE CHUPACA - DEPARTAMENTO DE JUNIN"

UBICACIÓN : DISTRITO DE TRES DE DICIEMBRE

FECHA DE EMISION : 18 DE JUNIO DE 2022

CANTERA ORCOTUNA

DESCRIPCIÓN	UND	IDENTIFICACIÓN		
		1	2	3
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.08	4.08	4.08
Hora de entrada a saturación		9.00	9.15	9.20
Hora de salida de saturación (mas 10')		9.10	9.25	9.30
Hora de entrada a decantación		9.15	9.30	9.40
Hora de salida de decantación (mas 20')		9.35	9.50	10.00
Altura máxima de material fino	Pulg.	3.9	3.6	3.5
Altura máxima de la arena	Pulg.	2.4	2.5	2.6
Equivalente de Arena	%	62%	69%	74%

EQUIVALENTE DE ARENA : 68%

Observación: Muestra fue entregada por el solicitante en Cantera Orcotuna.

KLA FER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP- 75935
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotécnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROZAS, ASFALTOS, UNIDADES DE ALBANILERIA, MADERA, ALERO, DISEÑO
DE MÉZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.



EXPEDIENTE N° 274-2022

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHIVULAR Y PEATONAL DE LA AV. AMISTAD ENTRE EL EMP. DE 3SB Y LA AV. SAN ISIDRO Y AV. ISIDRO ENTRE AV. AMISTAD HASTA KM 0+560, DISTRITO DE 3 DE DICIEMBRE - PROVINCIA DE CHUPACA - DEPARTAMENTO DE JUNIN"

SOLICITANTE : CONSORCIO BCR

FECHA : 18 DE JUNIO DE 2022.

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS
NORMA MTC E210**

MUESTRA : CANTERA ORCOTUNA CON 20% DE PIEDRA CHANCADA DE 3/4

TOTAL AGREGADO CON UNA CARA FRACTURADA (%):

Tamiz		Peso requerido (gr)	Peso muestra (gr)	Peso material con caras fracturadas (gr.)	Material con Caras Fracturadas (%)	Granulometria, (%) retenido	Promedio caras fracturadas (%)
Pasa	Retiene						
1 1/2"	1"	2000	120	84	70.0	15	10.5
1"	3/4"	1500	1400	1240	88.6	55	48.7
3/4"	1/2"	1200	1196	1130	94.5	20	18.9
1/2"	3/8"	300	180	87	48.3	10	4.8
TOTALES						100	82.9

Porcentaje con una Cara Fracturada(%): **82.9**

TOTAL AGREGADO CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS (%):

Tamiz		Peso requerido (gr)	Peso muestra (gr)	Peso material con caras fracturadas (gr.)	Material con Caras Fracturadas (%)	Granulometria, (%) retenido	Promedio caras fracturadas (%)
Pasa	Retiene						
1 1/2"	1"	2000	1930	1560	80.8	10	8.1
1"	3/4"	1500	1450	1240	85.5	29	24.8
3/4"	1/2"	1200	1140	980	86.0	28.0	24.1
1/2"	3/8"	300	295	210	71.2	33.0	23.5
TOTALES						100.0	80.4

Porcentaje con dos ó mas Caras Fracturadas(%): **80.4**

KLA FER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 78936
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia