

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA
ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO
DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS
DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO
2022**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

BACH. SAEZ CARBAJAL HECTOR

ASESOR:

MG. RAMOS PIÑAS, DAVID

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

Nuevas tecnologías y procesos

Huancayo – Perú

2023

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera

Presidente

Ing. Lidia Benigna Larrazabal Sanchez

Jurado

Ing. Alcides Luis Fabian Brañez

Jurado

Ing. Nataly Lucia Cordova Zorrilla

Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza

Secretario Docente

DEDICATORIA

Dedico este presente trabajo fruto de mi perseverancia y esfuerzo que va dirigido con mucho cariño a mis padres y hermanos quienes fueron parte esencial para educarme con responsabilidad, aspiración de progreso y valores éticos.

Bach. Saez Carbajal, Hector

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento total a la Universidad Peruana Los Andes dado que me ofrecieron un soporte a lo largo del desarrollo de mi investigación con el intelecto obtenido del mismo modo para mis familiares y amigos.

Bach. Saez Carbajal, Hector

CONSTANCIA 228

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 del Informe Técnico titulado: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022"

Cuyo autor (a) (es) : Hector, Saez Carbajal.:

Facultad Ingeniería.

Escuela Profesional : Ingeniería Civil.

Asesor (a) (es) : Mg. David Ramos Piñas

Que, fue presentado con fecha 09.08.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 14.08.2023, 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 **25%**. 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 14 de Agosto del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTENIDO DE TABLAS	viii
CONTENIDO DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Descripción de la realidad problemática	15
1.2. Delimitación del problema.....	16
1.2.1. Espacial	16
1.2.2. Temporal	18
1.2.3. Económica	18
1.3. Formulación del problema	18
1.3.1. Problema general	18
1.3.2. Problemas específicos.....	18
1.4. Justificación.....	18
1.4.1. Justificación práctica o social	18
1.4.2. Justificación científica o teórica	19
1.4.3. Justificación metodológica	19
1.5. Objetivos	20
1.5.1. Objetivo general.....	20
1.5.2. Objetivos específicos	20
CAPÍTULO II	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes de la investigación	21
2.1.1. Antecedentes nacionales	21

2.1.2. Antecedentes internacionales.....	25
2.2. Bases teóricas o científicas.....	29
2.2.1. Pavimento	29
2.2.2. Mezcla asfáltica	34
2.2.3. Baterías desechables de vehículos	50
2.3. Marco conceptual	57
CAPÍTULO III	58
HIPÓTESIS	58
3.1. Hipótesis.....	58
3.1.1. Hipótesis general.....	58
3.1.2. Hipótesis específica	58
3.2. Variables	59
3.2.1. Definición conceptual de las variables	59
3.2.2. Definición operacional de la variable	59
3.2.3. Operacionalización de variables	59
CAPÍTULO IV	61
METODOLOGÍA	61
4.1. Método de investigación	61
4.2. Tipo de investigación	62
4.3. Nivel de la investigación.....	62
4.4. Diseño de la investigación	62
4.5. Población y muestra	63
4.5.1. Población	63
4.5.2. Muestra	63
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	64
4.6.1. Técnicas	64
4.6.2. Instrumentos.....	65

4.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos	67
4.8. Aspectos éticos de la investigación.....	73
CAPÍTULO V	74
RESULTADOS.....	74
5.1. Descripción del diseño tecnológico	74
5.2. Descripción de resultados	75
5.2.1. Caracterización de los agregados.....	72
5.2.2. Diseño de mezcla asfáltica experimental.....	75
5.3. Objetivo específico (01).....	79
5.4. Objetivo específico (02).....	82
5.5. Objetivo específico (03).....	85
5.6. Prueba de hipótesis.....	88
5.6.1. Hipótesis específico 1	88
5.6.2. Hipótesis específica 2	91
5.6.3. Hipótesis específico 3	94
CAPÍTULO VI	98
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	98
6.1. Discusión de resultados con antecedentes.....	98
CONCLUSIONES.....	102
RECOMENDACIONES	104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
ANEXOS	110
Anexo N°01: Matriz de consistencia	111
Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables.....	114
Anexo N°03: Matriz de operacionalización de instrumento.....	116
Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación.....	118
Anexo N°05: La data de procesamiento de datos	154
Anexo N°06: Fotografía de la aplicación del instrumento.....	158

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos de la mezcla asfáltica según MAC	40
Tabla 2: Pesos y granulometría a la abrasión de los Ángeles	44
Tabla 3. Operacionalización de variables.....	59
Tabla 4. Caracterización del agregado grueso.....	70
Tabla 5. Caracterización del agregado fino.....	71
Tabla 6. Densidad relativa y absorción del agregado fino – ASTM C128-15	71
Tabla 7. Resultados de la prueba de granulometría Filler	72
Tabla 8. Densidad relativa y absorción del agregado grueso – ASTM C127-15.....	72
Tabla 9. Estabilidad de la mezcla asfáltica convencional	75
Tabla 10. Flujo de la mezcla asfáltica convencional.....	76
Tabla 11. Mezcla asfáltica tradicional.....	77
Tabla 12. Proporción de materiales empleados para elaboración de briquetas de acuerdo a las diferentes dosificaciones	77
Tabla 13. Mezcla asfáltica experimental con desecho de batería de carro.....	78
Tabla 14. Cálculo del flujo del asfalto con adición de desechos de baterías.....	79
Tabla 15. % de variación del flujo de las muestras experimentales en función a la muestra convencional.....	81
Tabla 16. Resultados de la prueba de estabilidad corregida de la mezcla asfáltica	82
Tabla 17. Comportamiento de la estabilidad con el uso de desechos de baterías	84
Tabla 18. Valores resultantes del valor de pérdida por desgaste al emplear desecho de baterías	85
Tabla 19. Resultados de pérdidas por desgaste	87
Tabla 20. Flujo de las muestras con diferentes dosificaciones de baterías desechables	89
Tabla 21. Resultado de la estabilidad en las muestras con diferentes dosificaciones de baterías desechables.....	92
Tabla 22. Resultado de la pérdida de desgaste en las muestras con diferentes dosificaciones de baterías desechables	95

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1: Reciclado en T° caliente In- situ.....	33
Figura 2. Mezcla asfáltica	34
Figura 3: Prensa para el ensayo Marshall.....	41
Figura 4: Especímenes de agregado y material reciclado aptas para abrasarse en el horno. 41	
Figura 5: Extracción de las muestras.....	42
Figura 6: Compresión de mezcla asfáltica en caliente	42
Figura 7: Muestras en baño maría	44
Figura 8: Prueba de estabilidad y flujo de la muestra	45
Figura 9: Mecanismo característico de deformación fija en la trayectoria de la rueda externa	46
Figura 10: Pavimento asfaltico que presenta grietas por fatiga.....	48
Figura 11: Mecanismo característico de deformación fija en la trayectoria de la rueda externa	50
Figura 12: Batería de auto	50
Figura 13: Triturador.....	51
Figura 14: Reciclaje de baterías	52
Figura 15: Línea de reciclaje de baterías de plomo y acido	52
Figura 16: Las baterías contaminan: peligros y riesgos ambientales	55
Figura 17: Nuestro planeta	56
Figura 18: Comportamiento de la deformación de mezcla asfáltica con añadidura del desecho de baterías de acuerdo al flujo.....	80
Figura 19: % de variación del flujo de la mezcla asfáltica con añadidura del desecho de baterías en función a la muestra convencional	81
Figura 20. % de variación de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente con añadidura de los desechos de baterías.....	84
Figura 21. Comportamiento grafico de los valores de perdida por desgaste al emplear desechos de baterías.....	86
Figura 22. Comportamiento de la variación de perdida por desgaste en función de la muestra convencional.....	87
Figura 23. Prueba de normalidad para datos de estabilidad de mezcla asfáltica.....	89
Figura 24. Resultado de la homogeneidad de varianza en la estabilidad	90

Figura 25. Resultado a la prueba de datos de flujo de mezcla asfáltica	90
Figura 26. Prueba de normalidad para datos de estabilidad de la mezcla asfáltica.....	92
Figura 27. Resultado de la homogeneidad de varianza en la estabilidad	93
Figura 28. Resultado de la prueba de la estabilidad de mezcla asfáltica.....	94
Figura 29. Resultado de la prueba de normalidad de perdidas por desgaste de mezcla asfáltica en caliente.....	96
Figura 30. Prueba de Kruskall-Wallis para datos de perdidas por desgaste de la mezcla asfáltica	97

RESUMEN

En el estudio de investigación tesis se ha propuesto como problema general: ¿Cuáles son los resultados comparativos de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022?, teniendo como objetivo general: Comparar los resultados de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022. Y como hipótesis general: Los resultados comparativos son ventajosos al comprar la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022, empleando el método cuantitativo, de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental, obteniendo como resultados que al mostrar una reducción del 0.22% del flujo con respecto a la muestra convencional, la estabilidad se incrementó en un 0.24% y el desgaste se redujo en un 0.10%, llegando a concluir que entre la adición del 6%, 8%, 10% y 12% de residuos desde baterías desechables de vehículo el 12 % es el que muestra mejores resultados, y finalmente se recomienda de esta forma, apoyar a futuros proyectos en los que puede ser empleado como antecedente de las decisiones de solución tomadas a casos con problemas similares, mejorando así la calidad de vida de las personas.

PALABRAS CLAVE: Mezcla asfáltica en caliente, baterías desechadas de vehículos, propiedades mecánicas, dosificación.

ABSTRACT

In the thesis research study, it has been proposed as a general problem: ¿What are the comparative results of the conventional hot mix asphalt and the hot mix asphalt using waste from disposable vehicle batteries, Huancayo 2022?, having as a general objective: Compare the results of conventional hot mix asphalt and hot mix asphalt using waste from disposable vehicle batteries, Huancayo 2022. And as a general hypothesis: The comparative results are advantageous when comparing conventional hot mix asphalt and the hot mix asphalt using waste from disposable vehicle batteries, Huancayo 2022, using the quantitative method, of applied type, explanatory level and experimental design, obtaining as results that by showing a reduction of 0.22% of the flow with respect to the sample conventional, stability increased by 0.24% and wear was reduced by 0.10%, concluding that between the addition of 6%, 8%, 10% and 12% of waste from disposable batteries of 12% vehicle is the one that shows the best results, and finally it is recommended in this way, to support future projects in which it can be used as an antecedent of the solution decisions taken in cases with similar problems, thus improving the quality of life of people.

KEY WORDS: Hot mix asphalt, discarded vehicle batteries, mechanical properties, dosage.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “Análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022”, que tiene como **objetivo general:** Comparar los resultados de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022, este estudio se realizó con el propósito de comparar la mezcla asfáltica en caliente agregando baterías desachables. Al encontrarse en la práctica diversos materiales para lograr una mezcla asfáltica en caliente.

En la actualidad el impacto ambiental que ha generado los desechos de baterías provenientes de vehículos usados, se comprueba por los elevados daños al medio ambiente y a la población, por lo que la siguiente investigación se enfocó en estudiar la inclusión de este tipo de desecho en mezclas asfálticas convencionalmente utilizadas en Perú en la construcción de carreteras. Una mezcla está compuesta por la materia pétreo recubierta con película de asfalto, uniformemente combinados en dosificaciones específicas, las cantidades relativas de estos materiales determinan las propiedades y características de la mezcla, específicamente se reporta el cambio de la mezcla asfáltica, reemplazando áridos por desechos provenientes de baterías de vehículos en la dimensión del árido semejante a lo retenido en el tamiz N°8.

El proceso se realiza por vía seca, donde el material modificador se combina con los áridos, antes de incrementar el cemento asfáltico. En esta investigación, los desechos provenientes de baterías de vehículos (escoria) se suman como un sustituto de una mínima parte del árido fino, por lo que se determinó el mejor método de mezcla para la modificación del pavimento con la dosificación óptima de escoria. El **método** utilizado en la elaboración de la investigación fue cuantitativo, de tipo aplicada, de nivel explicativo y diseño experimental.

Para recabar una mejor comprensión del estudio, se divide en seis capítulos, se realiza el proceso de análisis en diversas etapas, detallándolo a continuación:

Capítulo I.- Se precisa el planteamiento del problema, problema general, problemas específicos, objetivo general, objetivos específicos de la investigación, justificación del estudio de investigación y las delimitaciones de la investigación.

Capítulo II.- Se exhiben los antecedentes internacionales y nacionales, bases teóricas o científicas y el marco conceptual.

Capítulo III.-Se presenta la hipótesis general, las hipótesis específicas, definición operacional y conceptual de las variables de la investigación.

Capítulo IV.-En esta división se da a conocer la metodología, el tipo, nivel, diseño de investigación, población y muestra, como las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, las técnicas del procesamiento y análisis de datos y los aspectos éticos de la investigación.

Capítulo V.- Se muestra los resultados de la investigación, iniciando con el diseño tecnológico, la descripción de los resultados y la contrastación de hipótesis.

Capítulo VI. -En este apartado se exhiben el análisis y la discusión de los resultados con los antecedentes encontrados, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, la matriz de consistencia y anexos en los que se muestra la documentación importante para la investigación.

Bach. Saez Carbajal, Héctor

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel internacional está de moda reutilizar todo tipo de materia, con el fin de reducir el impacto ambiente y bajar costos. El mantenimiento de la red vial es de gran consideración ya que moviliza recursos. Además, según Sánchez Niveló (2017) “El proceso progresivo de deterioro conlleva a un decrecimiento paulatino en los niveles de la seguridad y el confort del tráfico debido a la mala conservación que conduce a la restauración superficial como medio de solución a los problemas en las capas superiores del pavimento”. Seguidamente de acuerdo con las investigaciones de Constante Veloz, (2018) menciona que en Ecuador las baterías desechadas constituyen un grave problema medioambiental en el mundo, donde las principales dificultades son ocasionadas por este residuo que tienen que ver con su disposición final una vez cumplida su vida útil, por lo que son vertidos en basureros o rellenos sanitarios y en diferentes casos o terrenos baldíos, y caminos vecinales, causes de agua, entre otros. La inconciencia de la gente al realizar este acto ocasiona grandes daños a la salud a la población y al medio ambiente, por ello con esta investigación se realiza el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos de baterías desechables de vehículos.

A nivel nacional en el Perú, según Santa Cruz Veliz, (2021) menciona que se debe tomar en conciencia el rol importante que juega el pavimento en el desarrollo nacional, a causa

de que es una de las infraestructuras que priman para un correcto desarrollo, además que la problemática surge en las vías principales del País que, están compuestas por una estructura de pavimento flexible, donde en ella se transportan diferentes tipos de automóviles hasta camiones, estas vías se encuentran expuestas a un desgaste de diferentes parámetros como el elevado tránsito vehicular, factores climáticos, mantenimiento paulatino que surge a inicios de su deterioro. Al respecto, esta investigación busca la elaboración de mezclas asfálticas en caliente, adicionando baterías desechables a una nueva mezcla, evaluando las propiedades del material asfáltico y confrontando su comportamiento con las mezclas convencionales, que garanticen un mejor comportamiento mecánico como las mezclas convencionales, para establecer un proceso del diseño y una óptima dosificación, que garantice un excelente comportamiento mecánico como las mezclas convencionales, también, se buscará evitar el uso desmesurado de materiales nuevos, que permitan apoyar a la conservación de la naturaleza y disminuir costos en la realización de obras viales.

A nivel local en la ciudad de Huancayo en nuestra urbe, muchas avenidas y jirones presentan fallas y/o deterioros debido al elevado flujo vehicular, quizás a un mal diseño estructural, escaso mantenimiento o probablemente a la falta de cuidado a lo largo de su proceso constructivo - estructural. Esto implica la necesidad de mejorar la tecnología para su elaboración, logrando una mejora en la vida útil de los pavimentos; así como también en su desempeño respecto a las tecnologías tradicionales; con la búsqueda de nuevas técnicas que permitan obtener mejores resultados en la elaboración de las mezclas asfálticas, y con fin aledaño del cuidado del medio ambiente. Según este contexto, el reciclado de baterías de vehículos se convierte en una alternativa de solución como sustitución de áridos. Siendo así, un buen motivo de estudio con las características y condiciones de nuestra región. De la misma manera contribuye al cuidado de los recursos naturales y a disminuir el impacto asociado con la extracción y el transporte de éstos. Debido a ello se realiza la presente investigación con el fin de encontrar una mezcla asfáltica modificada, con baterías desechadas de vehículos, cuyas propiedades mejoren respecto a una mezcla asfáltica tradicional.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Espacial

1.2.2. Temporal

La presente investigación se efectuó entre los meses de marzo a junio del año 2022.

1.2.3. Económica

De manera general el presupuesto necesario para el financiamiento de los ensayos y la adquisición de baterías desechables como aditivo, está totalmente financiado por el investigador.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuáles son los resultados comparativos de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿De qué manera varía el flujo con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022?
- b) ¿Cómo mejora la estabilidad con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022?
- c) ¿En qué manera cambia el desgaste con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación práctica o social

Según Méndez Álvarez (2020), nos indica que la justificación práctica soluciona un inconveniente o al menos plantea métodos que al superponer ayudarían a solucionarlo.

Con el presente estudio de investigación se quiere comprender la justificación práctica o social debido a que proponemos medios y estrategias que, al aplicarlos a la realidad resuelvan o contribuyen al fin de los problemas en el trabajo, la presente tesis propone a las personas a tener en consideración que la investigación puede mejorar ciertos aspectos mecánicos de las mezclas asfálticas en caliente, conociendo las propiedades y evitando la contaminación ambiental con los desechos provenientes de vehículos (escoria) y así beneficiando a la sociedad.

1.4.2. Justificación científica o teórica

De acuerdo con Fernández Bedoya (2020), indica, la justificación teórica se proporciona, aunque la intención del estudio crea reflexión y debate académico acerca del intelecto actual, confrontando una teoría, contrastar los efectos o crear epistemologías de la inteligencia actual.

El proyecto de investigación es fundamental, debido a que nos permite tener en consideración si las baterías desechables provenientes de vehículos usados, se puede usar como adición en las mezclas asfálticas en caliente, además que se puede observar que cambia las propiedades mecánicas de los diseños de mezclas asfálticas en caliente (MAC), estos son mayormente de estabilidad y flujo.

En este estudio de investigación se evaluó la incorporación de residuos de baterías desechables de vehículos a mezclas asfálticas en caliente.

1.4.3. Justificación metodológica

Según Fernández Bedoya (2020), “Alude que brindan un concepto más extenso, enseñando que un análisis se justifica metodológicamente cuando se establece un nuevo instrumento para recoger o evaluar datos, también plantea una nueva metodología que incorpora otras maneras de experimentar una o más variables, o estudiar de manera más apropiada a fijar la población”.

En esta investigación trata sobre la comparación de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente adicionando baterías desechables provenientes de vehículos. A dichas mezclas se sometió a ensayos y recopilación de datos y después se desarrolló una interpretación de resultados y llegar a obtener las respuestas a nuestro trabajo de investigación. Las pruebas de laboratorio se elaboraron con el diseño y equipo MARSHALL, el cual es especificado en las normas del MTC para lograr diseñar una excelente mezcla asfáltica

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Comparar los resultados de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la variación del flujo con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.
- b) Analizar la mejora de la estabilidad con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.
- c) Evaluar el cambio del desgaste con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales

Huamancayo Condori (2019), exhibe la tesis de pregrado **titulado:** “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente con bolsas plásticas recicladas como sustituto del cemento asfáltico – Huancayo 2019”, como **problema general:** ¿En qué medida las bolsas plásticas recicladas afectan en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente como sustituto del cemento asfáltico en Huancayo 2019?, lo cual fija como **objetivo general:** Determinar el efecto de las bolsas plásticas recicladas en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente como sustituto del cemento asfáltico en Huancayo 2019, como **solución** presentó: Que la utilización de las bolsas plásticas recicladas afecta de manera positiva mejorando así las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente como sustituto del cemento asfáltico, usando la **metodología:** Un método de investigación científica y tipo aplicada, un nivel explicativa de diseño cuasiexperimental, adquiriendo **resultados:** Se obtuvo un perfeccionamiento la estabilidad de 285kg, representando una mejoría de 23.61% con respecto a la mezcla tradicional, el flujo obtuvo una disminución de 0.55mm por ello

representa el 13.75%, inferior a la mezcla convencional y posteriormente un aumento de densidad del 0.028 gr/cm³, representa un incremento de densidad del 1.22% respecto a la combinación asfáltica convencional. Consiguiendo efectuar los objetivos de la exploración, logrando mejorar las propiedades mecánicas y ayudando a dar una solución al problema de los residuos plásticos que la ciudad genera, seguidamente **concluyó**: En la especificación del impacto de las bolsas plásticas recicladas en las propiedades mecánicas de las combinaciones asfálticas en caliente se puede brindar en una proporción determinada hasta un 27.16%, logrando mantener las propiedades mecánicas requeridas por el manual de especificaciones técnicas generales para la construcción EG del MTC., y finalmente **aportó**: Poner al tanto a las autoridades locales correspondientes para que evalúen de manera más económica, mejorada y a la vez amigable con el medio ambiente frente a la mezcla asfáltica en caliente.

Granados Noa (2018), expuso la tesis de posgrado **titulado**: “Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla asfáltica convencional”, como **problema general**: ¿Cómo influye la incorporación de granos de caucho en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica modificada mediante el proceso por vía seca, respecto a la mezcla asfáltica convencional?, la cual consolida como **objetivo general**: Analizar cómo incide la adición de granos de caucho en el proceder mecánico de la combinación asfáltica reformada por medio del desarrollo por vía seca, con relación a la combinación asfáltica convencional, como **solución** presentó: Que al incorporar los granos de caucho si mejora el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica modificada mediante proceso por vía seca, en relación a la mezcla asfáltica en caliente convencional, usando la **metodología**: Su trabajo de investigación fue descriptivo y explicativo, adquiriendo el siguiente **resultado**: Sus combinaciones reformadas con granos de caucho, se estableció el contenido perfecto de asfalto de 5.5% e adición de caucho del 0.5%, se obtuvo el mejor proceder mecánico de la combinación, continuamente **concluyó**: Indicando la estabilidad de la combinación asfáltica reformada con adición de granos de caucho es notablemente mayor que la estabilidad de la combinación asfáltica convencional en 61%, y finalmente **aportó**: Que al incorporar los granos de

caucho para mejorar el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica mediante el proceso de vía seca, es conveniente estudiar la influencia que se obtiene utilizando amaños de caucho más grueso que el utilizado en la investigación.

Gargate Alva y Huamaní Sánchez (2018), lucieron su tesis de pregrado **titulado:** “Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible – Lima, 2018”, como **problema general:** ¿Cuáles son los resultados del análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible- Lima, 2018?, la cual fijaron como **objetivo general:** Determinar el análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible Lima, como **solución** presentó: Que el análisis comparativo de las mezclas asfálticas con polímeros y la tradicional si genera resultados que optimizan las propiedades mecánicas en el pavimento flexible, usando la **metodología:** En la presente investigación aplica un diseño experimental, tipo de investigación aplicada y de nivel descriptivo, adquiriendo como **resultado:** Realizaron 56 briquetas de asfalto modificado y tradicional se manejaron como una población, tomando una muestra de 28 briquetas con asfalto modificado para optimizarlo mediante la prueba de Marshall y otro porcentaje de la misma manera para las 28 briquetas de asfalto tradicional optimizadas con Marshall, seguidamente **concluyeron:** Que se logró demostrar a través del programa Excel 2016 las tablas de resultados que se obtuvieron a través del análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicionales, y finalmente **aportaron:** Que es recomendable utiliza la mezcla asfáltica con polímeros SBS debido a que los resultados de la prueba Marshall evalúan mejor la estabilidad de un pavimento flexible, y con ello podemos mencionar que el producto mejora las características moleculares de la mezcla.

Vargas Malpartida (2019), preludio la tesis de pregrado **titulado:** “Efecto de la temperatura de mezcla-compactación y la distancia de transporte en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en la región centro”, como **problema general:** ¿Cuál es el efecto de la temperatura de la

compactación de la mezcla, en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente y las distancias de transporte límite en la región centro?, lo cual consolidó como **objetivo general:** Fijar el resultado de la temperatura de la compactación de la combinación, en las propiedades mecánicas de las combinaciones asfálticas en caliente y las distancias de traslado límite en la región centro, como **solución** presentó: Que la temperatura de compactación debe ser menor a 150 °C debido a que influye en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente y las distancias transporte límite en la región centro, usando la **metodología:** El estudio fue elaborado desde un enfoque cuantitativo, cuyo tipo de investigación es experimental, adquiriendo como **resultado:** La temperatura de compactación de la combinación asfáltica afecta de manera directa a la fluencia y estabilidad, en cuanto la temperatura es baja la estabilidad disminuye, por valores de 1469 Kgf (160°C) hasta 254 Kgf (60°C), seguidamente se **concluyó:** Que la temperatura admisible a comprimir 138.5°C en el que se adquiere la combinación asfáltica efectúa con las circunstancias determinadas por el Ministerio de Comunicaciones y Transporte, consiguiendo 1318.86 Kgf, flujo de 3.52mm, porcentajes de vacíos de 5 y masa específica bulk de 2.864 gr/c.c, y finalmente **aportó:** Que debe ser realizado con un cemento asfáltico de la capacidad de penetración de 85-100, por lo que todo el análisis se recomienda utilizarse si en caso se este aplicando este tipo de cemento asfáltico.

Santamaria Chipana (2020) presento la tesis de pregrado **titulado:** "Durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente con valvas de concha de abanico", como **problema general:** ¿Cómo mejora la durabilidad en la mezcla asfáltica en caliente con valvas de concha de abanico?, consolidando como **objetivo general:** Analizar la durabilidad de las mezclas calientes reemplazando el agregado fino con valvas de concha de abanico, como **solución** presentó: que las propiedades de las mezclas asfálticas en caliente si mejoran de manera positiva adicionando las valvas de conchas de abanico, para así obtener un pavimento estable, usando la **metodología:** Método de investigación correlacional, tipo de investigación aplicada y diseño de investigación experimental, adquiriendo como **resultado:** Los resultados indican que las mezclas asfálticas con valvas son menos susceptibles al agua en cotejo con las mezclas sin RCA, debido principalmente a la buena adherencia al ligante. Además, tienen una mayor

recuperación plástica y menor ahuellamiento frente a cargas estáticas que las mezclas sin RCA, seguidamente **concluyó:** La incorporación del RCA en las mezclas asfálticas en caliente contribuye a mejorar su comportamiento de durabilidad a corto y mediano plazo. Aunque, es necesario continuar evaluando el comportamiento de estas mezclas frente a cargas dinámicas, y finalmente **aportó:** Que el RCA puede ser utilizada como árido fino en las mezclas asfálticas debido a que cumple de manera adecuada con las propiedades del árido natural para mezclas asfálticas densas y sin filler.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Morales Rosales (2018) presentó la tesis de pregrado **titulado:** “Mezclas asfálticas en caliente utilizando asfalto modificado, revisión y propuesta de especificación”, como **problema general:** ¿Cuál es la propuesta de especificación de las mezclas asfálticas en caliente utilizando asfalto modificado?, lo cual fija como **objetivo general:** Proponer los cambios necesarios para que las mezclas asfálticas en caliente mantengan por un tiempo mayor un buen desempeño, al estar expuestas a los agentes nocivos cuando están en servicio, como solución **presentó:** Realizar una revisión de las especificaciones que actualmente se utilizan en Guatemala, con el fin de verificar si están dentro de los valores utilizados en otros países con avances en la investigación del comportamiento de las mezclas asfálticas en caliente, usando la **metodología:** Con un tipo de investigación aplicada con un diseño experimental, adquiriendo **resultados:** Al utilizar mezcla caliente les daría una proporción de un ligante asfáltico a razón del 40% para la deformación permanente, 60% al agrietamiento por fatiga y un 90% al agrietamiento por bajas temperatura, seguidamente **concluyó:** para el diseño de mezcla asfáltica ya sea con asfalto convencional o modificado se le ha dado especial importancia al cumplimiento de las especificaciones de calidad de los agregados a utilizar, puesto que se ha logrado determinar que estas contribuyen un 90% al tipo de falla denominado deformación permanente, y finalmente **aportó:** Que las especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes, las autoridades asignadas para tal revisión, deberán considerar los cambios que se

proponen, pensando en que las mezclas asfálticas en caliente mantengan un buen comportamiento en un periodo mas extenso.

Constante Veloz (2018), exhibió la tesis de pregrado **titulado:** “Estudio de la utilización de desechos especiales (escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos en mezclas asfálticas en caliente mediante el proceso en seco”, como **problema general:** ¿De qué manera mejora el estudio de la utilización de desechos especiales (escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos en mezclas asfálticas en caliente mediante el proceso en seco?, la cual fija como **objetivo general:** Examinar el uso de desechos adecuados (escoria) procedente de baterías desechadas de automóviles en combinaciones asfálticas en caliente por medio del proceso en seco, como **solución** presentó: Que el uso de los desechos especiales (escoria) provenientes de baterías desechables de vehículos modifica las características de las mezclas asfálticas en caliente por vía seca, mejorando sus propiedades mecánicas o el rendimiento de los materiales al momento de ser utilizado en la mezcla, usando la **metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, alcanzando como **resultado:** Mediante el diseño Marshall se estableció el porcentaje perfecto de asfalto de la combinación principal derivó un 6.5%, este porcentaje se empleó para la combinación reformada con alteraciones de escoria, seguidamente **concluyó:** Que la combinación reformada muestra un incremento de un 30% en estabilidad y un 8% en flujo, perfecciona las propiedades mecánicas de la combinación reformada asfáltica por ruta seca incrementando su aguante, y finalmente **aportó:** Que al obtener una MAC modificada cerrada, es recomendable ser usada como capa de rodadura en la estructura del pavimento flexible, la cual se diseña para resistir la abrasión y desintegración por efectos ambientales.

Landinez Saurith y otros (2018), argumentaron la investigación de pregrado **titulado:** “Análisis físico-mecánico de mezclas densas en caliente MDC-19 con adición de tiras de geotextil de 1cm”, como **problema general:** ¿La adición de tiras de un centímetro de geotextil no tejido a la mezcla asfáltica en caliente MDC-19 mejora su comportamiento físico-mecánico?

lo cual fija como **objetivo general**: Evaluar el comportamiento físico-mecánico de las mezclas densas en caliente MDC-19 modificadas con la adición de tiras de geotextil no tejido no 1600, como **solución** presentaron: Que con la adición de tiras de un centímetro de geotextil no tejido, se pretende que se genere una malla en la mezcla asfáltica, que se mejore adherencia entre elegante y el árido, que se cree una mezcla asfáltica resistente al agua, y que esta mezcla sea durable, soportando las condiciones ambientales y climatológicas, usando la **metodología**: En el trabajo de investigación se presenta un tipo de investigación teórica-experimental, adquiriendo como **resultado**: Es establecer la dosificación que genere el mejor desempeño de cada mezcla asfáltica en cuanto a sus propiedades de resistencia, deformación y durabilidad, seguidamente **concluyeron**: Que es necesario realizar los ensayos de tracción indirecta para determinar el efecto del agua sobre la resistencia a la tracción indirecta del concreto asfáltico, cántabro de pérdida por desgaste para definir las propiedades elásticas de una mezcla asfáltica, y el método Marshall ya que este método determina propiedades importantes como estabilidad, flujo y rigidez, y finalmente **aportaron**: Que en futuras investigaciones analizar diferentes geotextiles tejidos y no tejidos en dosificaciones inferiores a 1.5%, por otro lado últimamente en muchas partes de Colombia, se extrae una materia pétreo que contiene naturalmente asfalto, que se llama materia impregnada en asfalto que llegue a sustituir al asfalto 60/70 utilizado en la investigación.

Polania Andrade y Pérez Otalora (2021), exhibieron el estudio de pregrado **título**: “Evaluación de las características mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente compactada a diferentes temperaturas”, como **problema general**: ¿Cuál es la evaluación de las características mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente compactada a diversas temperaturas?, fijándose como **objetivo general**: Analizar las propiedades mecánicas de la combinación asfálticas en la compactación a distintas temperaturas, como **solución**: Que sería ideal que la temperatura de compactación de la mezcla asfáltica durante la construcción pueda reducirse en uno 20 - 30 °C, debido a las bajas temperaturas de compactación, la mezcla asfáltica puede ahorrar el consumo de combustible, reducir la emisión de gases nocivos y el envejecimiento prematuro del asfalto, así beneficiar al medio ambiente y a los trabajadores durante la construcción,

usando la **metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo su **resultado:** La temperatura de compactación, se origina una pérdida de la estabilidad y rigidez Marshall del 70% y del 40%, proporcionalmente, continuamente **concluyeron:** Indicando que la disminución de la temperatura produce un aumento de los vacíos de aire de la combinación y consiguientemente una disminución de la rigidez Marshall y estabilidad, finalmente **aportaron:** Que los estudios adicionales se deben realizar, con el fin de obtener la respuesta ante la sollicitación de cargas dinámicas (fatiga, módulo resiliente), estática (creep estático), deformación permanente y daño por humedad inducida, al reducir las temperaturas de compactación.

Higuera Mojica y Morales Pacheco (2021), exponen la investigación de pregrado **titulado:** “Comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente fabricadas con RAP y escorias de horno de arco eléctrico”, como **problema general:** ¿Cuál es la dosificación óptima de RAP y escoria de horno de arco eléctrico al fabricar mezclas asfálticas en caliente y cuál es su comportamiento mecánico?, consolidándose como **objetivo general:** Identificar el comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente fabricadas con reciclado de pavimentos asfálticos Recycled Asphalt Pavements (RAP)) y escorias de horno de arco eléctrico de acuerdo a su dosificación óptima y especificaciones de la normatividad, como **solución:** Que al agregar materiales nuevos que son reutilizables ayuda tanto al medio ambiente, como a economizar y sobre todo ayuda en la mejora de la duración de los pavimentos evitando el deterioro en el que actualmente se encuentran las vías en Colombia, usando la **metodología:** Con un tipo de investigación aplicada con un diseño experimental, adquiriendo como **resultado:** Se realizó una caracterización de los agregados gruesos y agregados finos de la mezcla asfáltica densa en caliente, cumpliendo los requisitos impuestos por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Posterior a la caracterización, se realizaron 51 briquetas para obtener la estabilidad (kN) y flujo (mm) de la mezcla óptima de diseño empleando el equipo Marshall, seguidamente **concluyó:** Con la obtención de una mezcla óptima con adición del nuevo material de 30%, tanto de agregado grueso como agregado fino y 4.5% de asfalto, comprobando que los resultados cumplen con los requisitos que la norma

INVIAS presenta, y finalmente **aportaron:** Adicionar material nuevo parcialmente y no totalmente puesto que los resultados no señalan un buen comportamiento mecánico, con el reemplazo total, debido a las propiedades físico-químicas del material en especial la escoria.

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. Pavimento

El pavimento se compone por un grupo de capas apiladas, respectivamente horizontales, se edifican y diseñan en teoría con elementos convenientes y apropiadamente compactados. Tales estructuras estratificadas se sostienen sobre la sub rasante de una calle conseguida por la vibración de suelos en el desarrollo de investigación y que tienen que aguantar apropiadamente los esfuerzos que las cargas reiteradas de la circulación le transmiten durante la fase por ello fue planteada la estructura del pavimento. Santa Cruz Veliz (2021)

2.2.1.1. Estructura de un pavimento

Capas de composiciones de áridos y asfalto, así como cualquier capa no rigurosa percibida entre las capas asfálticas y el terreno natural o la cimentación. La palabra flexible, que a veces se usa en ilación con los pavimentos asfálticos, se alude a la probabilidad de estas estructuras de adecuarse a los sitios del cimient. Santa Cruz Veliz (2021)

a) Subrasante

La capa superior del elemento situado en los terraplenes, o no se desplaza de las zanjas, en la elaboración de la nivelación. Se utiliza como cimient para la estructura del pavimento asfáltico. Sin embargo, si el terreno de base es de alto poder portante y está debidamente compactado, podría suplantar a las capas de terreno reformado, sub base o inclusive de base de la estructura del pavimento asfáltico, de acuerdo a su eficacia.

El terreno de establecimiento alcanza a estar formada por un terraplén (caso de rellenos) o terreno natural en el caso de rajaduras, para uno y otro asunto, la cota geométrica superior se nombra subrasante. Santa Cruz Veliz (2021)

b) Sub base

La capa de la estructura del pavimento asfáltico puesta seguidamente bajo la capa de base. Si el terreno de base es de eficacia conveniente alcanza a valer como sub base.

Es una capa que según el diseño consigue o no situarse. Se apoya en la subrasante y los requerimientos de eficacia de los elementos que la conforman son menos compactados, por este motivo es que los esfuerzos verticales que se transmiten mediante las capas de pavimentos son mayores en la superficie y disminuyen a medida que se ahondan. La sub base es la capa de elemento escogido, más profunda de la estructura del pavimento, motivo en la que los elementos que la constituyen efectúan requerimientos menos estrictos. Santa Cruz Veliz (2021)

c) Base

Capa de componente puesta seguidamente bajo la capa intermedia. Logra conformarse de piedra machacada, escoria machacada, grava, machacada o no, y arena; o composiciones de estos elementos.

La capa de la base, ordinariamente granulado, es la capa que se sostiene sobre la sub base. El cargo de esta capa es transferir los esfuerzos derivados del tráfico, a la subrasante y sub base. Los requerimientos de eficacia de adheridos de base son muy rigurosos. Santa Cruz Veliz (2021)

d) Carpeta asfáltica

Es el fragmento que aguanta directamente los pedidos del tránsito y aporta propiedades estructurales y funcionales, absorbiendo los esfuerzos horizontales y parte de los verticales. En situaciones de inmensa intensidad de circulación, consiguen adquirir espesores notables. Las carpetas se fundan con concretos hidráulicos o con composiciones asfálticas en frío o caliente, designándose en este suceso concretos asfálticos, por lo que logran sujetar algún agente

reformador para optimizar alguna de sus propiedades. Santa Cruz Veliz (2021)

e) **Tipos de pavimento**

El pavimento flexible es una textura formada por capas granulares (sub base, base) y como capa de rodadura una carpeta compuesta con elementos bituminosos como aglomerantes, adheridos y de ser preciso, aditivos. Especialmente se estima como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: método de superficie bicapa, composiciones asfálticas en frío y composiciones asfálticas en caliente. Sánchez Vásquez (2019)

Esta clase de pavimentos está hecha por una carpeta bituminosa sostenida ordinariamente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub base. Sin embargo, logra omitir de alguna de estas capas conforme a los requisitos específicos de cada obra.

2.2.1.2. **Función de la carpeta de rodadura**

- **Área de rodamiento.** La carpeta debe facilitar un área uniforme y firme a la circulación, textura y tonalidad beneficioso y aguantar los efectos abrasantes de la circulación.
- **Impermeabilidad.** En la medida de lo posible, debe evitar el paso del agua al interior del pavimento.
- **Resistencia.** Su aguante a la tensión suplementa la capacidad estructural del pavimento.

2.2.1.3. **Reciclaje de pavimentos flexibles**

Se comprende por reciclamiento a reusar, ordinariamente después de dar por finalizado cierto tiempo de vida útil de un componente de pavimento que ha realizado su propósito original, logrando utilizar en la elaboración de una nueva composición asfáltica con excelente y/o equivalente eficacia al de las composiciones asfálticas convencionales, además se consigue emplear para optimizar las capas granulares o como sustrato estabilizante. Santa Cruz Veliz (2021)

Entre los componentes importantes se han contribuido al progreso de esta técnica son:

Al incrementar los costos de productos procedentes del crudo.

- Consunción de fuentes adheridos en eficacia y aumento el precio de las canteras, así mismo, al incrementar del precio de traslado de adheridos por el trayecto notable del proyecto.
- El mantenimiento y conservación del ambiente es el componente con mayor significancia, motivo por el cual los países desarrollados optan por usar la técnica de reciclaje de componente asfáltico, en lugar de continuar estallando canteras e infectando el ambiente.
- El corto recurso económico de la fase para la restauración o restitución de veredas actuales se ha forzado a indagar métodos de cuidado económicos, con una conducta parecida a los métodos de rehabilitación convencional. Santa Cruz Veliz (2021)

➤ **Tipo de reciclaje**

a) Reciclado en caliente

Desarrollo de la mezcla componente regenerado con elemento virgen (adheridos y cemento asfáltico) y al ser indispensable agentes regenerados de acuerdo con la insuficiencia. El reciclaje en caliente usa el traspaso de calor para mitigar el componente reciclado y combinarlo con componentes vírgenes. La cuantía del componente asfáltico reciclado al añadir la mezcla asfáltica requiere de propiedades del elemento reciclado como la gradación y las características físicas del empedrado envejecido. Están ciertas restricciones en cuanto al tipo de planta utilizada para la elaboración de la combinación asfáltica. Los países evolucionados tal como Estados Unidos se consiguieron volver a utilizar hasta el 90% de componente asfáltico reciclado, pero, es propio emplear proporciones 27 disminuidas entre el 15% y 25% en plantas incongruente, disimilitud de las plantas continuas en el que se alcanza a usar superiores proporciones que oscilan entre el 30% a 50%. Santa Cruz Veliz (2021)

b) Reciclado en caliente in-situ

Es el calentador y ablandamiento del pavimento, al ser triturado o escarificado en temperatura caliente a la hondura esperada, principalmente las profundidades propias parten a partir de los 2 cm hasta los 7.5 cm. A través de este método se consigue usar un 100% del pavimento asfáltico actual, subsiguientemente al poder añadir elemento nuevo (virgen) y al ser obligatorio un funcionario regenerador en un solo paso de la máquina.

Cualquier pavimento de combinación de asfalto en caliente que exhibe insuficiencia en la capa de rodadura y superficie firme logra ser restablecido a través del método de aprovechado en caliente In-Situ. Santa Cruz Veliz (2021)



Figura 3: Reciclado en T° caliente In- situ

Fuente: “Análisis de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico reciclado de av. Andrés avelino caseres- provincia de concepción 2020”, por Santa Cruz Veliz (2021)

- **Escarificación con calentador**

El desarrollo, suaviza el pavimento a través del calor trasladado a través de los mecanismos del brasero, a continuación, incide el pavimento a través de una sola cadena de picas, ya escarificado del elemento regenerado, empieza añadiendo un agente regenerador solo si lo solicita, finalmente se combina y ubica la carpeta asfáltica con la pavimentación para después ser dilatado a través de

los equipos de compactación convencional. Esta técnica es utilizada en vías donde la base de la estructura es firme.

- **Repavimentación**

Desarrollo homogéneo a la escarificación con calentador, la capa superior se mueve y después cubrirse con una o variadas capas de combinación de asfalto en caliente nueva.

2.2.2. Mezcla asfáltica

La mezcla de asfáltica y adheridos minerales pétreos en medidas puntuales que se usa para edificar pavimentos. La proporción referentes de algunos minerales establecen características físicas de combinación y casualmente, el rendimiento de la propia como combinación acabada para una definitiva utilización.

La combinación asfáltica está formada cerca del 90 % de adheridos pétreos fino y grueso, un cinco por ciento de polvo mineral (filler) y otro cinco por ciento de ligante asfáltico. Los elementos indicados anteriormente son de alto interés para el adecuado manejo del pavimento y ausencia de eficacia en alguno de ellos dañan el compuesto. El ligante asfáltico y el polvo mineral son componentes que son más incidentes como en la eficacia de la combinación asfáltica como en su precio general. Santa Cruz Veliz (2021)



Figura 4. Mezcla asfáltica

Fuente: “venta de asfaltos, emulsiones y servicios en general” por, E.I.R.L, Rabbi (2021)

2.2.2.1. Características de mezclas asfálticas

Hay diversos factores en el que se cataloga de forma en la que se especifica en la sucesiva parte:

A. Por fracciones de agregado pétreos empleado

- Macadam asfáltico: Agregado grueso más ligante asfáltico.
- Concreto asfáltico: Agregado grueso más mortero.
- Mortero asfáltico: Agregado fino más masilla.
- Masilla asfáltica: Polvo mineral más ligante.

B. Por temperatura de la puesta de obra

- Mezclas asfálticas en caliente:

Se elaboran con asfaltos a unos grados elevados, en la categoría de los 150 grados centígrados, conforme a la viscosidad del ligante, aumenta la temperatura demás los adheridos, para que el asfalto no se enfríe al entrar en contacto con ellos. La situación en obra se ejecuta a grados con rangos superiores al ambiente, de lo opuesto, estos elementos no logran ampliarse y menos aún compactarse apropiadamente. Padilla Rodríguez (2018)

- Mezclas asfálticas en frío:

El ligante acostumbra ser una emulsión asfáltica (por lo que continúa empleándose en ciertos sitios los asfaltos fluidificados) y la puesta en obra se ejecuta a temperatura ambiente.

C. Por la proporción de vacíos en la mezcla asfáltica

Esta medida suele ser indispensable de ese modo no se causen imperfecciones plásticas tal como secuela del paso de las cargas y de las variaciones térmicas.

- Mezclas cerradas o densas

Medida de vacíos no pasa del 6 %.

- Mezclas semi-cerradas o semi-densas

Medida de vacíos del 6 % y el 10 %.

- Mezclas abiertas

Medida de vacíos pasa el 12 %.

- Mezclas porosas o drenantes

Medida de vacíos mayor al 20 %.

D. Por el tamaño máximo del agregado

- **Mezclas gruesas**

El tamaño máximo del agregado pétreo excede los 10 mm.

- **Mezclas finas**

Asimismo, nombradas micro-aglomerados, consiguen designarse además morteros asfálticos, ya que son combinaciones desarrolladas elementalmente por un árido fino incorporando el polvo mineral y un ligante asfáltico. El volumen superior del adherido pétreo establece el grosor exiguo con el que pueda ampliarse una combinación que llegaría a ser del doble al triple del tamaño superior. Padilla Rodríguez (2018)

E. Por Estructura del agregado pétreo

- **Mezclas con esqueleto mineral**

Tienen un esqueleto mineral tenaz, su módulo de aguante debida al rozamiento interno de los adheridos es relevante. Tipos, las composiciones abiertas y los que genéricamente se designan concretos asfálticos, sin embargo, además una parte del aguante de estos últimos se debe a la masilla.

- **Mezclas sin esqueleto mineral**

No tienen un esqueleto mineral tenaz, el aguante es únicamente a la adherencia de la masilla. Los diversos tipos de masillas asfálticos. Padilla Rodríguez (2018)

F. Por Granulometría

- **Mezclas Continuas**

Una cuantía sumamente distribuida de diversos tamaños de adherido pétreo en el uso granulométrico.

- **Mezclas Discontinuas**

Una cuantía sumamente limitada de formas de adheridos pétreos en el uso granulométrico.

2.2.2.2. Componentes de una mezcla en caliente

- **Agregados pétreos y filler o relleno mineral**

Los adheridos pétreos usados en la realización de algún procedimiento o combinación bituminosa obligado a tener un ambiente tal que, al emplearse

una capa del componente asfáltico, ésta no se desprende por la labor del agua y de la circulación. Morales Rosales (2017)

Se designará adherido voluminoso a la fracción de adherido retenido en el tamiz de 4,75 mm (Nº4); agregado fino a la porción comprendida entre los tamices de 4,75 mm y 75 µm (Nº4 y Nº200) y polvo mineral o llenante la que pase el tamiz de 75 µm (Nº200).

Los agregados se utilizan mezclados con asfaltos de numerosos tipos, a fin de elaborar composiciones de uso sumamente diferentes. Los agregados se componen habitualmente del 90% en peso o más de estas combinaciones sus características poseen gran influencia sobre las del producto acabado. Los agregados más usados son piedras y escorias partidas, grava natural o machacada, arena y filler mineral. La edificación de pavimentos asfálticos el control de las características de los agregados es tan significativo como el asfalto.

La designación técnica “adheridos pétreos” en pavimentos se relaciona a un aglomerado de partículas inertes de gravas, arenas, finos y/o filler (virgen o molidos), usados bien sea para la elaboración de composiciones asfálticas, concretos hidráulicos y elementos estabilizados o para la edificación de estratos de terraplén, consolidado, sub-base y/o base granular. Coloquialmente, en un ensayo de granulometría por tamizado o cribado, las porciones con diámetro entre 2 mm y 6.4 cm son autenticadas como gravas. Aquéllas con diámetro entre 0.075 y 2 mm son autenticadas como arenas (finas y gruesas) y las que son de diámetro menor a 0.075 mm son acreditadas como volumen de arcilla. Estas últimas consiguen conseguir la denominación de filler o llenante mineral si no experimentan plasticidad en contacto con el agua (Índice de Plasticidad igual a cero). Morales Rosales (2017)

El adherido tiene que estar formado por partículas duras, pulcras, duros y durables, que desenvuelvan excelente adherencia, libres de recubrimientos de arcilla y de impurezas que obstruyan el progreso de aguante del conjunto. Morales Rosales (2017)

De acuerdo con su origen los adheridos o agregados se dividen de la siguiente manera:

- **Agregados naturales:** Se hallan en el ambiente y provienen de la desintegración de las rocas.
- **Agregados artificiales:** Estos se consiguen por técnicas mecánicas o sea por pulverización.

De acuerdo con su tamaño los adheridos se dividen en:

- **Agregado fino (arena):** Tienen un volumen menos de 5mm de diámetro, se estima como arena todo aquel elemento que pasa el tamiz N°4 y es conservado en el tamiz N°200, los elementos que pasan por el tamiz N°200 se designan arcillas y limos.
- **Agregado grueso (grava):** Gravas superior a 5mm de diámetro y todo el elemento es reservado en el tamiz N°4.

2.2.2.3. Mezcla asfáltica en caliente

De acuerdo con Candia Ponce y Corahua Quispe (2019), las combinaciones asfálticas (o bituminosas), asimismo elegidas aglomerados, son desarrolladas por una composición de áridos y un ligante hidrocarbonado, de modo que aquellos permanecen tapados por una lámina perenne de éste. Se elaboran en unos medios fijas o móviles, se trasladan posteriormente a la obra, allí se amplían y se compactan.

Las combinaciones asfálticas están formadas cerca de un 90 % de adheridos pétreos fino y grueso, un 5% de polvo mineral (filler) y otro 5% de ligante asfáltico. La falta de eficacia en alguno de los componentes indicados afecta la combinación. El ligante asfáltico y el polvo mineral son los dos componentes que más influyen tanto en la eficacia de la combinación asfáltica como en su precio global.

Los primordiales ejemplos de ligantes bituminosos que se emplean para la elaboración de combinación asfálticas son:

- Los crudos de petróleo.
- Los cementos asfálticos o asfaltos de penetración.
- Los asfaltos líquidos o asfaltos rebajados.
- Las emulsiones asfálticas.

a) Reseña histórica de las especificaciones para las mezclas asfálticas en caliente

El país de Guatemala, anunciaron en mayo de 1975 los inicios detallados de trabajo y diseño de combinaciones asfálticas en caliente, elaboradas por ingenieros consultores de América del Centro, el cual poseyeron la ayuda de ingenieros de la Dirección General de Caminos del Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, así como de ingenieros miembros de la Cámara Guatemalteca de la Construcción. En estos detalles en la sección 407 concreto asfáltico se detallaba todo lo relacionado con los elementos, combinación, diseño, colocación y control de calidad de combinaciones asfálticas en caliente. Candia Ponce y Corahua Quispe (2019)

En estas enumeraciones en la sección 401 concreto asfáltico en caliente se define todo lo relacionado con los elementos, combinación, diseño, distribución y control de eficacia de combinaciones asfálticas en caliente. En la sección 411, asfaltos reformados se indican los tipos de polímeros el cual se puede cambiar un asfalto y los posibles usos que estos logran poseer, también de acuerdo con la guía para asfaltos modificados con polímeros, perfeccionada por el grupo de trabajo N° 31 de la AASHTO (American General Contractor) ARTBA (American Road and Transportation Builders Association) se especifican los diversos tipos de asfaltos reformados que se logran trabajarlos. Candia Ponce y Corahua Quispe (2019)

b) Objetivo del diseño de una mezcla asfáltica

Según ASPHALT INSTITUTE (2018), plantea que el diseño de la combinación asfáltica asume por objetivo global establecer el modo eficaz de que el pavimento, logre efectuarse con los sucesivos parámetros:

- Bastante suma de asfalto, a fin de afirmar un pavimento duradero.
- La combinación asfáltica debe tener bastante estabilidad para complacer la petición del tráfico sin mostrar torceduras o traslados.
- La mezcla compactada, tiene que mostrar una cantidad idónea para la suma de vacíos, para consentir una leve compactación extra debido al paso del tráfico, por otra parte, esto además accede la

ampliación del asfalto sin mostrar una exudación de este, ni pérdida de la estabilidad.

- Estar en un máximo contenido de vacíos, a fin de delimitar la porosidad de la humedad y aire en la combinación.
- Tiende a ser una combinación laborable, accesible a una distribución eficaz, sin separación de adheridos y sin desperdiciar estabilidad, sin reducir su desempeño.
- Las combinaciones superficiales, el adherido elegido, debe tener una apropiada textura y dureza, que le consentirá a la combinación, aguantar en presencia de circunstancias perjudiciales.

c) Requisitos para mezcla asfáltica en caliente

Estos requerimientos se deben efectuar la combinación asfáltica en caliente son las que se detallan en la subsecuente tabla:

Tabla 1: Requisitos de la mezcla asfáltica según MAC

Parámetros de diseño	Clases de mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
Compactación, numero de golpes por lado	75	50	35
Estabilidad (mínimo)	8,15 KG	5,44 KN	4,53 KN
Flujo 0,001” (0,25mm)	8-14	8-16	8-20
Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
Vacíos en el agregado mineral	ver tabla 423-10		
Inmersión – compresión (MTC E 518)	2,1	2,1	1,4
resistencia a la compresión Mpa min.	75	75	75
Resistencia retenida % (min)			
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 la tracción indirecta AASHTO T 283	80 min		

Fuente: “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente con bolsas plásticas recicladas como sustituto del cemento asfáltico - Huancayo 2019”, por Huancayo Condori (2019)

- Ensayo Marshall

“Para establecer una técnica de laboratorio a fin de compactar los cuerpos bajo ensayo y para un criterio de seguridad de las propiedades de algunas combinaciones con este ensayo Marshall, ha sido obligatorio fundar un gran número de pistas experimentales, siendo el porcentaje de granulometría y asfalto de los adheridos.

Mediante este estudio, el cuerpo de Ingenieros de EE. UU. Fundó los sucesivos criterios, sustentándose en los efectos logrados con la Prueba Marshall” Huamancayo Condori (2019)

“La utilización de este punto de vista se delimita solo a combinaciones asfálticos, que usan cementos asfálticos de inserción usual y al contenido de adheridos con un diámetro máximo de una pulgada (2,54 cm) o menos”

“Fue fundada para que exista un equilibrio entre la durabilidad y estabilidad, los vacíos atareados por el aire en la composición total están limitados entre el 3% y el 5%” Huamancayo Condori (2019)

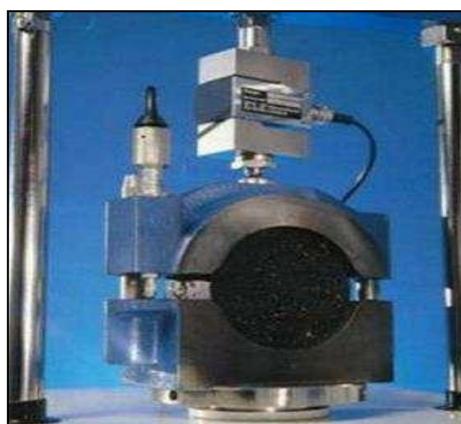


Figura 5: Prensa para el ensayo Marshall

Fuente: “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente con bolsas plásticas recicladas como sustituto del cemento asfáltico - Huancayo 2019”, por Huamancayo Condori (2019)



Figura 6: Especímenes de agregado y material reciclado aptas para abrasarse en el horno.

Fuente: “Análisis de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico reciclado de la Av. Andrés Avelino Cáceres - Provincia de Concepción 2020” por, Veliz Santa Cruz (2021)



Figura 7: Extracción de las muestras

Fuente: “Análisis de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico reciclado de la Av. Andrés Avelino Cáceres - Provincia de Concepción 2020” por, Veliz Santa Cruz (2021)



Figura 8: Compresión de mezcla asfáltica en caliente

Fuente: “Análisis de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico reciclado de la Av. Andrés Avelino Cáceres - Provincia de Concepción 2020” por, Veliz Santa Cruz (2021)

a) Estabilidad

Es el máximo aguante a la imperfección debidas por la carga constante, cuya amplitud cambia de acuerdo con el tipo y grado del adherido; y el grado de cemento asfáltico, tal como la suma usada. Cuanto mayor sea la estabilidad del pavimento, más resistente y rígido ante las cargas de la circulación vehicular. Santa Cruz Veliz (2021)

b) Flujo

Está asociado con la estabilidad de combinaciones asfálticos, por lo que se mide después que la raja de la probeta durante el ensayo Marshall. Calcula una imperfección, de combinaciones asfálticos; mientras los alcances de fluencia sean superiores a combinación asfáltico será excesivo plástico y tendrá la capacidad de desfigurarse con facilidad ante las cargas de la circulación vehicular. Además, si el valor de fluencia disminuye, la carpeta asfálticos mostrará fallas frágiles.

c) Desgaste o abrasión

Según Ramos García & Muñiz Pérez (2018), los áridos se someten a la decadencia y deterioro en el transcurso de su vida útil. Por ende, tienen que aguantar el aplastamiento, la desintegración y degradación de cualquier actividad, fuera en la elaboración, almacenamiento, elaboración, situado o compactación.

Esta prueba considera el aguante del adherido voluminoso a la abrasión y acabamiento mecánico a lo largo de la maniobra, edificación y servicios de los adheridos. Este se ejecuta sometido al adherido grueso antes de impactar y aplastar a través de esferas de acero. El efecto de la prueba es el porcentaje de pérdida de elemento, que equivalente al porcentaje del peso del elemento que se degradado durante la prueba.

➤ Método abrasión los ángeles – ASTM C- 535

- De acuerdo a la NTP 422.019,2002, para obtener el porcentaje de desgaste determine lo siguiente:
- Se refiere al procedimiento a seguir para realizar la prueba de desgaste del agregado grueso hasta de 37.5 mm (1 ½") y en la máquina de Los Ángeles.

Este método se utiliza para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, utilizando la máquina con una carga abrasiva.

Tabla 2: Pesos y granulometría a la abrasión de los Ángeles

Pasa el tamiz		Retenido en tamiz		Pesos y granulometría de las muestras para ensayo (g)			
mm	alt	mm	alt	A	B	C	D
37.5	1/12"	25.0	1"	1250 ±25			
25	1"	19.0	3/4"	1250±25			
19	3/4"	05.5	1/2"	1250±10	2500±10		
12.5	1/2"	9.5	3/8"	1250±10	2500±10		
9.5	3/8"	6.3	1/4"			2500±10	
6.3	1 1/4"	4.75	Nº 4			2500±10	
4.75	Nº 4	2.36	Nº 8				5000±10
TOTALES				5000±10	2500±10	5000±10	5000±10

Fuente: MTC, 200.

➤ **Se realiza el ensayo de estabilidad y flujo**

- Por cada subgrupo se optan por 3 muestras de modo aleatorio con las propias propiedades en porcentaje de adherida natural, elemento asfáltico reciclado y liquido asfáltico.
- Anotamos el peso sumergido en el agua por la balanza, el peso en el aire y una cesta de metal, inmediatamente se apunta el peso saturado superficialmente seco de la briqueta.
- Se ubican en baño maría a $60 \pm 1^\circ\text{C}$ durante un periodo de 30 a 40 minutos.
- Sacar cada muestra del baño maría en un intervalo de 30" uno del otro, en seguida instalar el cabezal de ruptura en la máquina de carga a compresión.
- Se instala el medidor de flujo (flujómetro) en posición por encima de las guías y se ajusta a cero. Se le adhiere a la carga a un ritmo continuo de 50 mm/min, inscrito la carga máxima y la lectura del flujómetro.



Figura 9: Muestras en baño maría

Fuente: “Análisis de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico reciclado de la Av. Andrés Avelino Cáceres - Provincia de Concepción 2020” por, Veliz Santa Cruz (2021)



Figura 10: Prueba de estabilidad y flujo de la muestra

Fuente: “Análisis de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico reciclado de la Av. Andrés Avelino Cáceres - Provincia de Concepción 2020” por, Veliz Santa Cruz (2021)

d) Requisitos para mezcla asfáltica en caliente

Según INSTITUTE ASPHALT (2018), el desempeño de una combinación asfáltica en caliente está íntegramente relacionado con las propiedades de labor de la combinación, y al mismo tiempo están directamente con las características de los elementos que la conforman; allí permanece la estimación de elegir el tipo, suma de adheridos y asfalto, con la finalidad de conseguir las propiedades de desempeño que compensen los requerimientos de cada proyecto de pavimento flexible, por lo que las propiedades que tiene que poseer una combinación asfáltica en caliente al entrar en servicio son los sucesivos:

- Trabajabilidad: Es la suficiencia de la combinación de ser situada y compactada sin solicitar esfuerzos muy grandes que son usados.
- Durabilidad: Capacidad de la combinación asfáltico de aguantar los resultados dañinos del agua asimismo la temperatura al igual que la circulación y aire que logran incitar la decadencia del asfalto.
- Flexibilidad: Es la suficiencia de combinación asfáltico de adaptarlo sin sufrir resquebrajadura, causados por los asentamientos de las capas menores del pavimento incorporando la Subrasante.
- Resistencia a la fatiga: Es la suficiencia de combinación asfáltico al aguantar la reiteración de cargas del tránsito ya que el hendertamiento por fatiga está vinculado con la cabida y endurecimiento del asfalto.

- Resistencia al fisuramiento por baja temperatura: Capacidad de combinación asfáltico a no rajarse a temperaturas bajas.
- Resistencia a la humedad: Capacidad de la combinación de aguantar el paso de agua y aire por los vacíos, dentro de combinación asfáltico.
- Resistencia al deslizamiento: Capacidad de combinación asfáltico de no perder la adherencia entre las llantas y el área de rodadura en épocas cuando está exhibida a la humedad; las propiedades de los adheridos y el contenido de asfalto facilitan la resistencia al deslizamiento.

2.2.2.4. Deterioros en mezclas asfálticas

Una combinación asfáltica se añade a un pavimento como carpeta, está se somete a muchas labores que dañan su existencia útil. Las labores se vinculan importantemente al paso de los automóviles y el ambiente; y ayudan en diversas medidas al daño de la combinación. Los importantes averiados en la combinación asfáltica son: las imperfecciones fijas, la resquebrajadura por fatiga, y el agrietamiento por una temperatura baja. Seguidamente, cuentan dichos deterioros. Garnica Anguas y otros (2017)

➤ Deformación constante

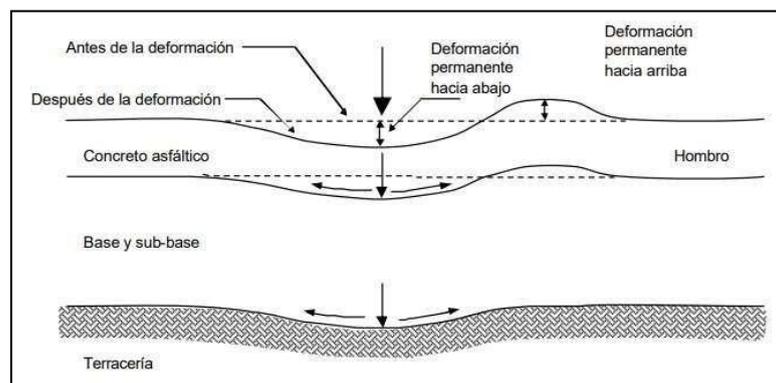


Figura 11: Mecanismo característico de deformación fija en la trayectoria de la rueda externa

Fuente: “Caracterización geomecánicas de mezclas asfálticas”, por Garnica Anguas y otros (2017)

La imperfección estable es la expresión de distintos mecanismos: (a) densificación (cambio de volumen), y (b) imperfección cortante (flujo plástico sin cambio de volumen).

En el transcurso de densificación el componente es influido para abajo; en tanto que la imperfección cortante incita que el componente fluya hacia arriba y lateralmente, como se muestra en la Figura 10.

La hondura general de la rodera, es la diferencia en elevación entre la cresta y la hondonada de la superficie. Como se ve en la figura 10, los esfuerzos de tensión sobre la superficie y el lado exterior del área cargada consiguen causar grietas longitudinales en el concreto asfáltica. Garnica Anguas y otros (2017)

➤ **Tipos de deformación permanente**

- a) **Deformación plástica:** Depresión cerca del centro de la carga aplicada, con ligeras protuberancias a ambos lados de la depresión. Este tipo de imperfección longitudinal, ordinariamente se debe a una cantidad insuficiente de espacios de aire (menos del 4%) en la carpeta. En estas circunstancias, una sobre compactación incita que el asfalto rellene los vacíos de aire entre los adheridos, obstruyendo que estos se vinculen entre sí. Garnica Anguas y otros (2017)
- b) **Deformación por consolidación:** Según a lo anterior, es una depresión cercana al estudio de la carga, pero sin protuberancias a los sitios de la depresión. Este tipo de imperfección longitudinal se debe a la demasía de vacíos de aire (mayores al 8%) en la carpeta, luego de la compactación. Esta circunstancia hizo que el caso solidificara las huellas que dejan las llantas de los automóviles, principalmente durante el primer verano.
- c) **Deformación mecánica:** Es el efecto de hundimiento en la base, subbase o terrazas, causado por la perturbación del patrón de resquebrajadura. Esta clase de rajadura, sucede cuando la estructura del pavimento no está diseñada de forma adecuada para el tamaño de la carga que soportará. (pág. 5)

2.2.2.5. Deformación permanente

Expresión de las deficiencias estructurales del pavimento, ya que las imperfecciones ocurren en todas las capas de la estructura del pavimento asimismo están incorporando a la subrasante. Garnica Anguas y otros (2017)

Conforme el manual de pavimentos para combinación asfáltica en caliente del Departamento del Transporte se hallan importantes causas de la imperfección permanente son:

- Baja suma de espacios de aire (menor del 4%)
- Abundancia de espacios de aire (mayor del 8%)
- Cemento asfáltico de baja viscosidad
- Mejor afianzamiento de las capas debajo de la carpeta de rodadura.
- Mejor exhibición de la carpeta de rodadura a bajas velocidades o con cargas de larga estabilidad
- Utilizar arena natural, poca suma de polvo mineral y uso de adheridos redondeados.

2.2.2.6. Agrietamiento por fatiga

La dificultad se vuelve más grave cuando el pavimento está mal drenado, lo que ayuda a que las capas inferiores sean llenadas y desperdicien aguante, otra causa de resquebrajadura por fatiga, es la sobrecarga repetida de camiones y/o por espesores de pavimento no apropiados; en su estado más desarrollado esta representado por baches y hendiduras de la carpeta asfáltica, generalmente, la resquebrajadura por fatiga es más una dificultad estructural que de elementos. Garnica Anguas y otros (2017)



Figura 12: Pavimento asfáltico que presenta grietas por fatiga

Fuente: “Caracterización geomecánicas de mezclas asfálticas”, por Garnica Anguas (2017)

2.2.2.7. Fracturamiento por temperaturas bajas

El fracturamiento por temperaturas bajas, se aplica la imperfección por tensión provocada por combinación asfáltico, a medida que la temperatura disminuya hasta un ras crítico. La resquebrajadura por temperaturas bajas es un deterioro, debido a más condiciones adversas del ambiente que a los estudios de carga. Esta determinado por grietas transversales discontinuas (normales a la dirección del flujo de circulación) que se originan a distancias significativamente iguales. Garnica Anguas (2017)

Las grietas a baja temperatura son establecidas por la contracción en la carpeta asfáltica, hecho que habitualmente sucede en sitios de climas fríos. A medida que la carpeta se contrae, se producen imperfecciones de tensión en su interior. Algún sitio, en el trascurso del pavimento, los esfuerzos exceden el aguante a la tensión, y la carpeta asfáltica se agrieta. Por este modo, ocurren rajaduras por baja temperatura suceden especialmente bajo el efecto acumulativo de diversos ciclos de tiempos fríos.

En este tipo de desperfecto, el ligante asfáltico juega un papel importante, así como, los rigurosos son más predispuestos a la fisuración por temperaturas bajas que las blandas. Igualmente, estas ligantes asfálticas desmedidamente oxidados, ya sea por estar muy expuestos a la oxidación o por hallarse en una combinación asfáltica con muy alto determinación geomecánica de combinaciones asfálticos 8% de vacíos o por ambos motivos, están más dispuestos al agrietamiento por temperaturas bajas. (pág. 8)



Figura 13: Mecanismo característico de deformación fija en la trayectoria de la rueda externa

Fuente: “Caracterización geomecánicas de mezclas asfálticas”, por Garnica Anguas (2017)

2.2.3. Baterías desechables de vehículos

Estas baterías provienen de la fundición del plomo conseguido de la batería empleadas en combinación con aditivos como carbón, virutas de hierro e hidróxido de sodio. Sánchez Niveló (2017)



Figura 14: Batería de auto

Fuente: “el universo” por, EL UNIVERSO (2021)

2.2.3.1. Proceso de reciclaje de baterías

Próximamente, se mostrará el proceso detallado de reciclaje de baterías utilizadas, que produce un residuo llamado escoria posteriormente a la fundición de estas baterías. Sánchez Niveló (2017)

a) Trituración y separación:

El período originario del proceso de reciclaje de baterías de plomo, comienza con el desempaquetado, fractura y apartamiento de partes; por ello accede separar los diversos elementos que constituyen las baterías empleadas para el siguiente reciclaje. Las actividades en esta fase son:

- Extracción de electrolito: Se extrae manualmente los tapones de la batería, sacando el electrolito mediante un proceso de decantación física; se acumula en el tanque de recolección resistente al tanque del ácido y se neutraliza a través de la utilización de carbonato de calcio (CaCO_3).
- Rotura de Baterías: Una vez apartado el ácido de la batería, se cortan quitando la tapa y carcasa para que acceda sacar los insertos y la placa de plomo (Scrap).
- Separación de insertos y adhesivos de plomo: Una vez divididas, se alejarán estos componentes, almacenando el plomo en contenedores para su siguiente diligencia.
- Separación de polipropileno (PP): El polipropileno de la batería se separa, almacenándose a fin de su mercantilización a representantes de restos para realizar el reciclado.

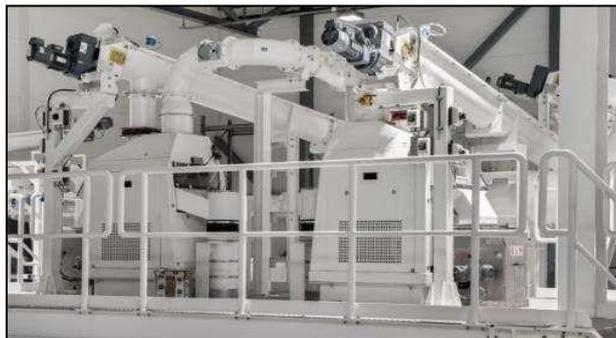


Figura 15: Triturador

Fuente: “Híbridos eléctricos” por, Gonzalo García (2022)

Para reciclar las baterías usadas, inicialmente se desarmen y muelen hasta crear la "masa negra", después se procesan para crear productos químicos expertos que logren ser usados. Gonzalo García (2022)

Para los fabricantes de automóviles europeos, existe una necesidad urgente de construir, las fábricas antes que las regulaciones les pedían usar una

mayor suma de componentes reciclados en las baterías desde el 2030. Los recicladores autónomos también deben desplazarse en seguida, y la restauración de las materias primas contenidas en las baterías aún podría implicar lucrativa para aquellos que logren garantizar un suministro adecuado. Gonzalo García (2022)



Figura 16: Reciclaje de baterías

Fuente: “Híbridos eléctricos” por, Gonzalo García (2022)

El reciclaje de baterías se enfrenta a una escasez de suministro la década de 2030, cuando las baterías que se hayan aislado de los automóviles eléctricos y hayan cumplido su sustituta vida, eventualmente consideradas chatarra e incorporadas en el proceso de reciclaje. Gonzalo García (2022)



Figura 17: Línea de reciclaje de baterías de plomo y ácido

Fuente: “3E” por, machines (2018)

b) Fundición:

El sucesivo período del proceso es sostener el plomo conseguido de la batería vieja (Scrap) en el horno rotativo para su fundición, combinado con aditivos de carbón, virutas de hierro y sosa cáustica para ayudar con la remoción del plomo en el horno.

Las escorias y gases emitidas a partir el horno de fundición se combustionan en una cámara de ladrillo y cemento sin quemar, donde los gases de fundición fluyen en su proceso a la salida del sistema; durante este proceso, las partículas pesadas se depositarán parcialmente. Sánchez Niveló (2017) El método impide la contaminación ambiental ya que su componente de oxidación crea una escoria alcalina la que tiene como función retener en gran cantidad los sulfuros ocasionados, de este modo se impide parcialmente la contaminación.

La combustión es de emisiones bajas ya que emplea quemadores de gas natural tal como el oxígeno, esto forma un proceso eficaz en la atmósfera de bajo volumen de monóxido de nitrógeno y carbono. Concluyendo el proceso se causa el vaciado del horno, lo cual, consigue el plomo que posteriormente será refinado.

c) Refinación:

Acabado el desarrollo de fundición, se ejecuta la pulcritud del plomo metálico derivado libre de óxidos y escorias residuales, el propósito de este desarrollo es sacar toda impureza que podrían afectar las características del componente añadiendo diversos metales a fin de obtener un producto uniforme, el componente que es apartado luego de sacar el plomo es el residuo llamado escoria. Sánchez Niveló (2017)

La escoria es nutrida al nuevo lote de fundición para terminar la separación del plomo. Lo fundamental es que todos los subproductos ingresen a un resurtido para rescatar por completo el plomo y también sus componentes.

d) Lingoteado:

En este último período del desarrollo se bombea el plomo a una horma con una forma de lingote, en este molde se deja reposar para enfriarlo y fortalecer el elemento, después empezamos a desmoldar artesanalmente y se guarda para su mercantilización o baterías nuevas. Sánchez Niveló (2017)

2.2.3.2. Características:

Un desecho peligroso consigue impactar al medio ambiente y a la salud, se tiene que impedir su mal utilización y su disposición conclusiva. Se quiere

dar utilidad a este residuo para ello se efectuaron diversos estudios de desechos sólidos para establecer si es un residuo peligroso apoyándose en normas como es la EPA 6020 B/ MM-AG/S-39, estos estudios concretan los componentes que tiene el residuo y la suma proporcionada.

Por el ministerio del ambiente es catalogada como un desecho no peligroso por lo que se hallan por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la norma pública mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que forma las propiedades, el modo de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Sánchez Niveló (2017)

2.2.3.1. Componentes de las baterías:

- **El mercurio** viene a ser un componente cancerígeno. El alto exhibicionismo al mercurio logra perjudicar el organismo.
- **El plomo** alcanza dañar el sistema nervioso, los riñones y el sistema reproductivo. También, se define como componente que no se deteriora con facilidad y que forma sedimentos.
- **El litio** es un componente venenoso que se propaga ligeramente al ingresar su relación con el agua. Pues es muy peligroso en vertederos y acueductos.
- **El cadmio** se fija como un elemento cancerígeno. En cantidades superiores logra provocar la muerte. Pasar alimentos o tomar agua con cadmio es fuertemente peligroso.
- **El níquel** es liberado a la atmósfera por la cremación de desechos. Inhalar oxígeno contaminado con níquel es perjudicial.

2.2.3.2. Elementos que componen una batería

La batería cuenta con:

- Lóculos con dos polos, uno positivo, nombrado cátodo, y otro negativo, nombrado ánodo.
- Un electrolito conductor.
- Una cámara de aire.
- Un contenedor para los componentes.

➤ **Peligros y riesgos ambientales**

- Las baterías como las pilas mal desechadas son un riesgo para nuestra salud y para el medioambiente. Las baterías poseen compuestos químicos que son intensamente dañosos y peligrosos. Así como, una simple pila de mercurio consigue alcanzar a contaminar 600.000 litros de agua. Las pilas o baterías alcalinas contaminan casi el doble. Así como, 40 pilas AA contaminan totalmente una pileta de natación profesional. Cuando platicamos de contaminación, nos referimos a peligros ambientales y mortales para quienes asuman relación con el agua. Por consiguiente, es significativo accionar correctamente ante las pilas y baterías obsoletas o sin utilización. Sean las pilas de utilización diaria o las baterías de utilización vehicular o industrial, ninguna batería vieja puede ser tirada al basurero común, por lo que potencialmente podría contaminar el agua y la tierra. SANATORIUM (2018)
- Tanto las baterías como las pilas están elaboradas por componentes complejos que suponen un peligro para el medio ambiente y la sociedad. Las escasas políticas relacionadas con la gestión de baterías y pilas hacen que el peligro de contaminación incremente día a día. Especialmente, si son tirados en basureros públicos, sumideros o por derramamientos de desechos caseros. Si consideramos las baterías industriales o las que se almacenan en talleres mecánicos vivimos ante un peligro ambiental que no podemos desconocer. SANATORIUM (2018)



Figura 18: Las baterías contaminan: peligros y riesgos ambientales

Fuente: “sanatorium “por, SANATORIUM (2018)

2.2.3.3. La importancia de reciclar las baterías de los coches

- Reciclando las baterías de los coches, estamos impidiendo que se extraiga plomo de la naturaleza. Un componente enormemente contaminante para el medio ambiente. ANDALUCIA (2020)



Figura 19: Nuestro planeta

Fuente: “reciclatuspilas” por, ANDALUCIA (2020)

- Es muy significativo reciclar las baterías en terrenos autorizados y apropiados para ello. Corresponden amontonarse en sitios concretos, no vale cualquier lugar. Se requiere un área extensa y un suelo conveniente ante posibles fugas de componentes químicos. ANDALUCIA (2020)
- Asimismo, debemos tener especial cuidado al trasladar las baterías, tenemos que salvaguardar el suelo del maletero de nuestro vehículo por si la batería inclinase o tuviese cierto escape de líquido. ANDALUCIA (2020)

2.3. Marco conceptual

- a) **Baterías:** Es un módulo que acopia energía eléctrica por medio de reacciones electroquímicas. Hay dos tipos: primero, es que su reacción electroquímica es irreparable, en resumen, segundo es que la reacción electroquímica es reversible. Galaviz Morales (2020)
- b) **Desgaste:** Los áridos se someten al deterioro y desgaste en el transcurso de su vida útil. Así pues, deben aguantar el aplastamiento, desintegración y degradación de alguna acción, en la elaboración, acopio, producción y compactación. Ramos García & Muñiz Pérez (2018)
- c) **Ensayo Marshall:** Las probetas para la prueba de Marshall se fabricaron con un peso de adheridos pétreos de 1,100gr. en los tres tipos de granulometrías y para los dos tipos de asfalto 60/70 y 80/100. Esto basado en la norma NLT-159/86. Rodríguez Padilla (2018)
- d) **Estabilidad:** Resistencia a fin de aguantar la luxación e imperfección bajo cargas de transporte. Un pavimento rígido es capaz de conservar su representación y lisura bajo cargas reiteradas; un pavimento inseguro despliega ahuellamientos, ondulaciones y otras señales que muestran alteraciones en la combinación. Santa Cruz Veliz (2021)
- e) **Flujo:** Se mide en centésimas de pulgada, por ello simboliza la imperfección de las briquetas. La imperfección está representada por la depreciación en el diámetro longitudinal de las briquetas. Santa Cruz Veliz (2021)
- f) **Peso específico:** Es la relación del peso de un volumen determinado del material, a una T° de 25 °C o de 15.6 °C, y el peso de un volumen igual de agua, ambos volúmenes a una misma temperatura. G. de Celis, (2018)
- g) **Reciclaje de baterías:** La finalidad es disminuir el número de baterías que se consideran residuo sólido urbano. Contienen varios metales pesados y químicos tóxicos; cuya evasiva ha sido por motivo de zozobra a causa de los peligros de contaminación al suelo y agua, que estos personifican. WIKIPEDIA (2023)
- h) **Sales solubles:** Son aquellos materiales para aguantar el desgaste producido por el tráfico y la intemperie. Moreno Alcanara, (2019)

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

Los resultados comparativos son ventajosos al comprar la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022

3.1.2. Hipótesis específica

- a) El flujo varía notablemente con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.
- b) La estabilidad mejora con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.
- c) El desgaste cambia de manera óptima con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

3.2. Variables

3.2.1. Definición conceptual de las variables

a) Variable independiente (X)- Baterías desechadas de vehículos

Los pobladores podrían ceder las baterías utilizadas de sus automóviles en cualquier taller mecánico autorizado y en los lugares limpios. Al efectuar esta labor, el consumidor pone en marcha un método de reciclaje que desconoce pero que brinda grandes beneficios ambientales. Constante Veloz (2018)

b) Variable dependiente (Y)- Mezcla asfáltica en caliente

Combinación asfáltica (bituminosa) en caliente a la combinación de agregados (incorporado el polvo mineral) con un ligante, a porciones relativas de ligante y agregados establecen las características físicas de la combinación. Cervera Borja (2017).

3.2.2. Definición operacional de la variable

a) Variable independiente (X)-Baterías desechadas de vehículos

Las baterías desechadas de vehículos se operacionalizan mediante tres dimensiones:

- D1: Dosificación
- D2: Peso específico
- D3: Sales solubles

A la par cada una de las dimensiones se desglosa un indicador.

b) Variable Dependiente (Y)-Mezcla asfáltica en caliente

La mezcla asfáltica en caliente se operacionaliza mediante tres dimensiones:

- D1: Flujo
- D2: Estabilidad
- D3: Desgaste

A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.

3.2.3. Operacionalización de variables

Tabla 3. Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA					
						1	2	3	4	5	
1: Variable Independiente Baterías desechadas de vehículos	Los pobladores podrían ceder las baterías utilizadas de sus automóviles en cualquier taller mecánico autorizado y en los lugares limpios. Al efectuar esta labor, el consumidor pone en marcha un método de reciclaje que desconoce pero que brinda grandes beneficios ambientales. Constante Veloz (2018)	Las baterías desechadas de vehículos se operacionalizan mediante sus tres dimensiones: - D1: Dosificación - D2: Peso específico - D3: Sales solubles	Dosificación	Porcentaje	Calculo numérico		X				
			Peso específico	Referencias	Ensayo en laboratorio			X			
			Sales solubles	Contenido de cloruro de sulfato	Ensayo en laboratorio				X		
2: Variable Dependiente Mezcla asfáltica en caliente	La combinación asfáltica (o bituminosa) en caliente a la combinación de áridos (incorporado el polvo mineral) con un ligante, as cantidades relativas de ligante y áridos establecen las propiedades físicas de la combinación. Cervera Borja (2017).	La mezcla asfáltica en caliente se operacionaliza mediante tres dimensiones: - D1: Flujo - D2: Estabilidad - D3: Desgaste	Flujo	Marshall	Prensa Marshall Baño María La gata Moldes Martillo compactador				X		
			Estabilidad	Marshall	Prensa Marshall				X		
			Desgaste	Cántabro	Abrasión los ángeles					X	

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

4.1.1. Método general

Según Valdivia Dueñas & Marcelino (2018), es el modo que se sigue para contestar las interrogantes de investigación que nacen sobre varios fenómenos que se muestran en la naturaleza y sobre las complicaciones que perjudican a la sociedad.

La presente tesis busca medir el efecto de la mezcla asfáltica en caliente modificada con desechos provenientes de baterías desechadas de vehículos, por tanto, se empezará la investigación partiendo de la observación directa de las propiedades de este material.

Según estas consideraciones en la presente investigación se aplicó el *método cuantitativo*.

4.1.2. Método específico

De acuerdo con Jiménez, (2016) el método analítico consiste en la descomposición en sus partes o elementos para observar las causas, naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y el examen de un hecho en particular.

En el desarrollo de la investigación se aplicó el método analítico-sintético, debido a que evalúa cada una de sus variables, además que se habla de un análisis empírico, por ende, se analiza la comparación de los resultados de la mezcla asfáltica en caliente convencional

y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

En el desarrollo de la investigación se aplicó el método *analítico-sintético*.

4.2. Tipo de investigación

Según Rodríguez (2020), este tipo de indagación busca que el problema este determinado y sea conocido por el indagador, por ello emplea la investigación para dar respuesta a preguntas específicas

En la presente tesis, previamente se realiza una investigación básica para conocer mejor las baterías desechadas de vehículos y posteriormente se realizará la investigación aplicada para desarrollar y aprobar su uso.

Según estas consideraciones, la presente investigación fue de *tipo aplicada*.

4.3. Nivel de la investigación

Según Sánchez Carlessi & Mejía Sáenz (2018), discurre que el nivel de indagación explicativo “tiene como intención indagar las relaciones de causa y efecto entre las variables del objeto de estudio. En este estudio el indagador no manipula las variables. En ciertas indagaciones se establecerá la correlación de las variables sin hallar causalidad, sin embargo, desde el punto de vista sistémico, hay relación entre las variables que integran un objeto o sistema”.

En la investigación se pretende dar a conocer los efectos de la utilización de desechos provenientes de baterías desechadas de vehículos y poder evaluar las propiedades más relevantes de la mezcla asfáltica en caliente.

Tomando en cuenta los conceptos antes mencionados la investigación fue de *nivel explicativo*.

4.4. Diseño de la investigación

Conforme a Bono Cabré, (2016) son los principales instrumentos de trabajo dentro del ámbito aplicado, son esquemas de investigación no aleatorios. Dado la no aleatorización, no es posible establecer de forma exacta la equivalencia inicial de los grupos, como ocurre en los diseños experimentales. (Pag.3)

En la presente investigación evaluaremos las propiedades más relevantes de la mezcla asfáltica en caliente modificada con desechos provenientes de baterías desechadas de vehículos mediante ensayos de laboratorio.

De acuerdo con el análisis, el diseño que se empleó en la presente investigación fue un *diseño cuasi-experimental*.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Según Valdivia Dueñas & Marcelino Dueñas (2018), la población puede definirse como el general de las unidades de estudio, abarcan las propiedades solicitadas, considerados como tal. Estas unidades pueden ser objetos, personas, grupos, eventos o fenómenos, que muestran las propiedades necesitadas para la exploración.

La población está conformada por un diseño de mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechadas de vehículos, con 110 briquetas en la provincia de Huancayo, Región Junín.

4.5.2. Muestra

De acuerdo con Carrasco Díaz, (2018), nos dice que “la muestra es una parte o fragmento representativo de la población, cuyas características esenciales son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella”.

La muestra fue de acuerdo al método no probabilístico intencional, en este caso respecta a diferentes dosificaciones de 6%, 8%, 10% y 12% de desechos de baterías de vehículos, además se realizó especímenes por cada ensayo, los cuales son: 15 de estabilidad y flujo, más los 3 especímenes óptimos y 4 especímenes para cántabros por cada dosificación.

Tabla 4. Muestra de la investigación

DOSIFICACIONES	ENSAYOS			BRIQUETAS
	ESTABILIDAD Y FLUJO	DESGASTE-CÁNTABRO	CONTENIDO ÓPTIMO	
Muestra convencional	15	4	3	22
Muestra Convencional + 6 % desechos de baterías	15	4	3	22
Muestra Convencional + 8 % desechos de baterías	15	4	3	22
Muestra Convencional + 10 % desechos de baterías	15	4	3	22
Muestra Convencional + 12 % desechos de baterías	15	4	3	22
TOTAL				110

Fuente: Propia

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Ñaupas Paitán (2018), se precisa como una técnica de recolección de datos que accede almacenar y sistematizar información sobre un hecho o fenómeno social que tiene relación con el problema que motiva a la investigación.

La observación tiene la ventaja de proporcionar la obtención de datos lo más próximos a como estos suceden en la realidad; ahora, esto tiene la desventaja de que los datos conseguidos se refieren solo a un aspecto del fenómeno observado. En esta técnica primordialmente es para recolectar datos referentes al proceder de un fenómeno en un tiempo actual y nos acceda acopiar información sobre los antecedentes del comportamiento observado.

4.6.1. Técnicas

Según Vásquez Vélez (2011), la técnica es el medio usado para recopilar información, incluidas las observaciones, los cuestionarios, las entrevistas, las encuestas, etc.

La presente tesis realizó técnicas donde la recolección de datos se dio a la observación directa, empleando por la inspiración que dio directamente al análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes

de baterías desechables de vehículos, a fin de contemplar todos los aspectos inherentes a su comportamiento y características desde ese campo.

- **Análisis por observación directa:** En este caso se empleó como una técnica complementaria mediante un proceso de observación que atrae la realización de los procesos de observación para atraer los procesos de transacción y de los agentes de interacción dinámica en diversas fases del proceso empleada como una técnica complementaria para el análisis de los resultados.
- **Análisis documental y revisión:** A través de esta técnica se analizan las fuentes en primera mano y se levanta la información de los registros, documentos, reporte periodístico, hojas de trabajo y demás documentos relevantes al tema de investigación, al emplear esta técnica se empleó como instrumento la ficha de cotejo documental.

4.6.2. Instrumentos

Según Vásquez Vélez (2011), Se define como un instrumento o conjunto de elementos que un investigador construye para recolectar información, facilitando así la medición de esa información.

La presente investigación se aplicó como instrumento la ficha de recopilación de información en los cuales se plantaron por escrito información que se encuentre durante el proceso de búsqueda de información.

4.6.2.1. Validez y confiabilidad del instrumento

a) Validez del instrumento

Manzi y Rosa García, (2019) mencionan que la validez de los instrumentos que se obtiene a través de un proceso de validación de contenido en el cual consiste en la evaluación de un formato de la validación por parte de 3 expertos.

Tabla 5: Rangos de Validez.

0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez Perfecta

Fuente: Oseda Gago, (2012)

Tabla 6: Validez de contenido del instrumento de las variables

N°	Grado	Nombres y Apellidos	DNI/ CIP	Validez
1	Ing.	Luis Gamarra Espinoza	42627012	0.85
2	Mg.	Rando Porras Olarte	20119738	0.80
3	Ing.	Marimar Prieto De La Cruz	71650045	0.75
PROMEDIO				0.80

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 6, se aprecia el promedio de validez de los instrumentos utilizados a través del juicio de tres expertos por lo que el experto N°1 califico con un promedio de 85%, el experto N°2 calificó con un promedio de 80%, el experto N°3 califico con un promedio de 75%, según el cuestionario nos sale un resultado en el rango de promedio de 0.80 y tiene excelente validez.

b) Confiabilidad del instrumento

Según “Sánchez Carlessi, Reyes Romero y Mejía Sáenz” (2018), proviene de la palabra fiable, es aquel proceso en el cual se encarga de establecer cuan fiable, consistente, estable o coherente es el instrumento que se ha realizado, es por ello que cuando el investigador al referirse a una persona dice que está es confiable, en pocas palabras le inspira confianza.

Tabla 7: Confiabilidad de contenido del instrumento de las variables

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a menos	Muy Baja

Fuente: Ruiz Bolivar,(2002)

Confiabilidad del instrumento de medición se mide por la prueba de alfa de Cronbach:

ESTADÍSTICOS	VALORES	MAGNITUD
K	9	$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_j^2}{S^2} \right]$
Sumatoria de varianzas= ($\sum \sigma^2$)	1.8	
Varianza total de la prueba= ($\sum \sigma^2$)	0.33	
ALFA DE CRONBACH	0.88	MUY ALTA

4.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos

4.7.1. Procesamiento de la información

Al realizar el procesamiento de información se empleó tablas, graficas, codificación y tabulación. Siendo necesario realizar un análisis e interpretación de acuerdo con los resultados obtenidos en la con los instrumentos, estos datos son procesados en la computadora con el software Excel obteniendo así los certificados en la que se muestran los datos resultantes de cada ensayo realizado para luego ser procesado en el SPSS para un análisis estadístico tabulándose para obtener gráficas y cuadros. Escobar Vicuña , y otros (2015)

Luego, se realizó el procesamiento de las pruebas para lograr los objetivos propuestos presentados.

4.7.1.1. Análisis granulométrico de agregados (NTP 400.012)

a) Materiales y equipos

- Una balanza con sensibilidad de 0.1 g para pesar material
- Tamices de malla cuadrada de 75 mm (3"), 50,8 mm (2"), 38,1 mm (1½"), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (¾"), 9,5 mm (3/8"), 4,76 mm

(N° 4), 2,00 mm (N° 10), 0,840 mm (N° 20), 0,425 mm (N° 40), 0,250 mm (N° 60), 0,106 mm (N° 140) y 0,075 mm (N° 200).

- Además, se puede utilizar una serie de tamices que, al graficarlos producirán una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará constituida por los siguientes: 75 mm (3"), 37.5 mm (1-1/2"), 19.0 mm (3/4"), 9.5 mm (3/8"), 4.75 mm (N° 4), 2.36 mm (N° 8), 1.10 mm (N° 16), 600 mm (N° 30), 300 mm (N° 50), 150 mm (N° 100), 75 mm (N° 200).
- Estufa, capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F).
- Envases, adecuados para el manejo y secado de las muestras.
- Brocha y cepillo, para limpiar las mallas de los tamices.

b) Procedimiento

- Divido por cuartos, 115 g para suelo arenoso y 65 g para suelo arcilloso y limoso, pesándolos con precisión de 0.1 g.
- Humedad higroscópica. Pesar una porción de 10 a 15 g de los gajos anteriores y séquelos en un horno a 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F). Vuelve a pesar y registre el peso.
- Las muestras se colocan en un recipiente adecuado, se cubre con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.
- A continuación, la muestra se lavó en un tamiz de 0,074 mm (N° 200) con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y con mucho cuidado de no se perder partículas que quedarán en el tamiz.
- El material restante se recoge en un recipiente, se seca al horno a 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F) y se procede a pesar.

4.7.1.2. Análisis de Marshall (MTC E 504)

a) Materiales y/o equipos

- Balanza de precisión
- Tamices, NTP 350.001
- Horno

- Bandejas
- Brocha
- Agregado fino y grueso

b) Procedimiento:

En el método Marshall, cada muestra compactada, debe ser evaluada y analizada a través por:

- Determinar la altura del espécimen.
- Determinar la gravedad específica Bulk.
- Análisis de densidad y vacíos.
- Prueba de la estabilidad y el flujo.

4.7.1.3. Análisis de abrasión los ángeles (NTP 400.019)

a) Material y equipos:

- Esferas (carga abrasiva) un juego de esferas de acero de 45 a 50 mm de diámetro.
- Cucharón
- Horno de termostato que mantenga una temperatura de $105 \pm 5^\circ\text{C}$
- Balanza de capacidad de 20kg
- Máquinas de los ángeles, de dimensión especificada
- Mallas de todos los números
- Charolas rectangulares

b) Procedimiento

Esta prueba es una medida de la degradación de los agregados minerales de graduación estándar debido a una combinación de efectos que incluye la abrasión o desgaste, impacto y trituración en un tambor de acero giratorio que contiene ciertas esferas de acero, según el número de la granulometría de la muestra de ensayo. A medida que el tambor gira, el plato de la repisa recolecta la prueba de ensayo y las esferas de acero, llevándolas hasta que son lanzadas contra el lado opuesto del tambor, creando un impacto y triturado.

4.7.2. Técnicas y análisis de datos

La prueba estadística se define como una forma de evaluar la evidencia que los datos nos llegan a proporcionar para aprobar una hipótesis. De esta forma inicialmente se plantea la hipótesis nula H_0 y la hipótesis alterna H_1 de la investigación.

Pasando así a un análisis de prueba de normalidad en la que se identifica la distribución de las variables, en caso persiga una distribución paramétrica de debe de realizar la prueba de ANOVA para aceptar o rechazar la hipótesis, en los dalos no sigan una distribución paramétrica se llevara a cabo la prueba de Kruskall-Walis.

a) Granulometría del agregado grueso

Para el proceso de caracterización del agregado grueso se llevó acabo de la muestra de la cantera de Pilcomayo fue necesario llevar a cabo el ensayo de granulometría de acuerdo a la ASTM C1 36/C1 36M-19. El agregado grueso corresponde a un 56% del agregado empleado en el proceso de mezcla del asfalto.

Tabla 8. Caracterización del agregado grueso

Aberturas Cuadradas		Agregado grueso
Tamiz	Mm	
5in	125.00	56.00
4 in	100.00	56.00
3 ½ in	90.00	56.00
3 in	75.00	56.00
2 ½ in	63.00	56.00
2 in	50.00	56.00
1 1/2in	37.50	56.00
1 in	25.00	56.00
3/4 in	19.00	56.00
½ in	12.50	53.19
3/8 in	9.50	32.02
N° 4	4.75	12.36
N°10	2.00	0.00
N° 40	0.425	0.00
N° 80	0.18	0.00
N° 200	0.075	0.00

Fuente: Propia

b) Granulometría del agregado fino

Para el proceso de caracterización del agregado fino se llevó a cabo de la muestra de la cantera de Pilcomayo fue necesario llevar a cabo el ensayo de granulometría de acuerdo a la ASTM C1 36/C1 36M-19. El agregado fino corresponde a un 39% del agregado empleado en el proceso de mezcla del asfalto.

Tabla 9. Caracterización del agregado fino

Aberturas Cuadradas		Agregado fino
Tamiz	Mm	
5in	125.00	39.00
4 in	100.00	39.00
3 ½ in	90.00	39.00
3 in	75.00	39.00
2 ½ in	63.00	39.00
2 in	50.00	39.00
1 1/2in	37.50	39.00
1 in	25.00	39.00
3/4 in	19.00	39.00
½ in	12.50	39.00
3/8 in	9.50	39.00
N° 4	4.75	39.00
N°10	2.00	34.23
N° 40	0.425	18.82
N° 80	0.18	4.71
N° 200	0.075	0.47

Fuente: Propia

Tabla 10. Densidad relativa y absorción del agregado fino – ASTM C128-15

Descripción	Resultado
Densidad relativa (gravedad específica) OD	2.69
Densidad relativa (gravedad específica) SSD	2.73
Densidad aparente relativa (Gravedad específica aparente)	2.80
Absorción (%)	1.52%

Fuente: Propia

En la tabla 10, muestra las propiedades del agregado fino como la densidad relativa (gravedad específica) OD de 2.69, la densidad relativa (gravedad

especifica) SDD es 2.73, la densidad aparente relativa (gravedad específica aparente) es 2.80 y tiene una capacidad de absorción de 1.52%.

c) Caracterización de los agregados

El proceso de caracterización del filler se llevó a cabo de la muestra de la cantera de Pilcomayo fue necesario llevar a cabo el ensayo de granulometría de acuerdo a la ASTM C136/C136M-19. El filler corresponde a un 5% del agregado empleado en el proceso de mezcla del asfalto.

Tabla 11. Resultados de la prueba de granulometría Filler

Aberturas Cuadradas		Filler
Tamiz	Mm	
5in	125.00	5.00
4 in	100.00	5.00
3 ½ in	90.00	5.00
3 in	75.00	5.00
2 ½ in	63.00	5.00
2 in	50.00	5.00
1 1/2in	37.50	5.00
1 in	25.00	5.00
3/4 in	19.00	5.00
½ in	12.50	5.00
3/8 in	9.50	5.00
N° 4	4.75	5.00
N°10	2.00	5.00
N° 40	0.425	5.00
N° 80	0.18	5.00
N° 200	0.075	5.00

Fuente: Propia

Tabla 12. Densidad relativa y absorción del agregado grueso – ASTM C127-15

Descripción	Resultado
Densidad relativa (gravedad específica) OD	2.69
Densidad relativa (Gravedad específica) SSD	2.48
Densidad aparente relativa (Gravedad específica aparente)	2.52
Absorción (%)	0.99%

Fuente: Propia

De acuerdo con la tabla 12, muestra una absorción del 0.99% en el agregado grueso, además se realizó el ensayo estándar de resistencia a la degradación de agregados gruesos de tamaño pequeño por abrasión e impacto en una maquina Los ángeles de acuerdo a la ASTM C 131/S 131-20 empleando materiales de acuerdo a la designación granulométrica, obteniendo una perdida por abrasión del 26%.

4.8. Aspectos éticos de la investigación

De acuerdo con lo mencionado por Ann Reyes (2017), en una investigación cuantitativa los aspectos técnicos son aquellas en donde se observan los lados negativos o positivos que puede tener un avance científico, en resumen, ver el beneficio o daño que logra tener un descubrimiento o avance hacia la sociedad.

En la presente investigación, respecto a los aspectos éticos, se salvaguardo la seguridad de los trabajadores adecuadamente, no se efectuó ninguna reforma en ningún área del ambiente que perjudique al ambiente. Del mismo modo no se transgredió la propiedad de los derechos de los autores dichos en la exploración, en este marco la propiedad intelectual este escrito adecuadamente puesto que abarca los derechos de propiedad de la obra del autor.

Por otra parte, con relación a la reserva de información, por tratarse de información que corresponde al accionar y organización de los repositorios académicos.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Descripción del diseño tecnológico

El diseño tecnológico presenta el sentido y carácter que sigue el proyecto, en la que se contemplan varias etapas para el desarrollo, garantizando un éxito del mismo.

- **Planeamiento del proyecto:**

En esta etapa se llega a detectar la necesidad definiendo un problema y un objetivo, en esta investigación el problema nace de las fallas en los pavimentos flexibles a causa de un mal diseño de mezcla asfáltica en caliente.

- **La búsqueda y la selección de la información:**

En esta etapa se inicia de la recolección de la información para el desarrollo de la investigación como el proceso de obtención de muestra, además de buscar antecedentes para obtener referencias del proyecto en estudio.

- **Proceso de generación de las alternativas:**

En esta etapa se describe el planteamiento de las dosificaciones necesarias a emplear de desechos de baterías de carros para ser implementado en el asfalto caliente. En este caso se emplearon dosificaciones de 6%, 8%, 10% y del 12%.

- **El desarrollo de la solución:**

Se persiguió el objetivo, que es “Comparar los resultados de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos

provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022”, mediante ensayos en laboratorio, identificando así un comportamiento variable en las muestras estudiadas.

- **Proceso de producción e implementación de la solución:**

Se identificó una variación en las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente, con el uso de una de las dosificaciones.

5.2. Descripción de resultados

5.2.1. Diseño de mezcla asfáltica experimental

a) Mezcla asfáltica en caliente convencional

La mezcla asfáltica en caliente fue elaborada y analizada de acuerdo con el ensayo Marshall MTC E 504, partiendo de la elaboración de probetas cilíndricas con el objeto de medir la solidez a la deformación plástica que presentan los especímenes cilíndricos al ser sometidas a esfuerzos con el objeto de determinar la deformación (fluencia) y la estabilidad.

Tabla 13. Estabilidad de la mezcla asfáltica convencional

% de asfalto	Estabilidad (kg)	Estabilidad promedio (kg)
4.50%	802.580	774.130
	752.690	
	767.120	
5.00%	973.300	889.113
	845.230	
	848.810	
5.50%	1166.540	1027.257
	923.100	
	992.130	
6.00%	1122.380	1125.197
	1060.690	
	1192.520	

	<u>1072.150</u>	
6.50%	<u>1087.000</u>	1072.153
	1057.310	

	989.320	
7.00%	1117.650	984.897
	847.720	

Fuente: Propia

Tabla 14. Flujo de la mezcla asfáltica convencional

% de asfalto	Flujo (mm)	Flujo promedio (mm)
	2.589	
	2.674	
4.50%	2.845	2.703
	3.000	
	2.987	
5.00%	2.381	2.789
	3.089	
	3.147	
5.50%	3.087	3.108
	3.348	
	3.489	
6.00%	3.547	3.461
	3.632	
	3.871	
6.50%	4.759	4.087
	3.205	
7.00%	5.363	4.643
	5.360	

Fuente: Elaboración propia

De la misma forma se identificaron demás propiedades reológicas de la mezcla asfáltica en caliente como el % vacío en agregados minerales en la combinación compactada (VMA), % vacíos de aire en la mezcla compactada (VTM), % vacíos llenos con asfalto (VFA) y la gravedad específica Bulk de la mezcla compactada (G_{sb}) según ASTM D 2726.

Tabla 15. Mezcla asfáltica tradicional

Mezcla asfáltica	Propiedades reológicas					
	G _{sb}	Estabilidad Corregida (kg)	Flujo	V.M.A. (%)	VTM (%)	VFA (%)
C.A 4.5 %	2.231	774.130	2.703	16.99 %	7.03 %	58.61 %
C.A 5.0 %	2.270	889.113	2.789	15.97 %	6.00%	62.44%
C.A 6.5 %	2.300	1027.257	3.108	15.31 %	5.45%	64.43%
C.A 6.0 %	2.325	1125.197	3.461	14.85 %	4.64%	68.76%
C.A 6.5 %	2334	1072.153	4.087	14.99%	3.90%	74.01%
C.A 7.00 %	2.334	984.897	4.643	15.45%	2.97%	81.41%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los ensayos con diversos porcentajes de cemento asfáltico se identificó que el 6.0% de cemento asfáltico se consideró idóneo para realizar una combinación con desechos proveniente de las baterías desechables de automóviles, la cual especifica los resultados del ensayo Marshall experimental.

b) Resultados de las proporciones empleadas de los materiales de acuerdo a la dosificación empleada

Teniendo en cuenta los anteriores resultados referentes a la granulometría de los agregados y la mezcla asfáltico idónea se trabajó el boceto de Marshall en caliente de la mezcla asfáltica con desechos orgánicos a base de baterías MAC-2, de acuerdo a las dosificaciones de 0.00%, 6.00%, 8.00%, 10.00% y 12.00% de desechos de baterías.

Tabla 16. Proporción de materiales empleados para elaboración de briquetas de acuerdo a las diferentes dosificaciones

Materiales	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
	Convencional	Convencional	Convencional	Convencional	Convencional
		+ 6 % desechos de baterías	+ 8% desechos de baterías	+ 10% desechos de baterías	+ 12% desechos de baterías
Grava ½ (gr)	631.68	629.41	628.65	627.89	627.13
Arena (gr)	439.92	438.34	437.81	437.28	436.75
Filler -cal (gr)	56.40	56.20	56.13	56.06	55.99
Masa de asfalto total (g)	72	72	72	72	72
Masa de desechos de baterías (g)	0	4.32	5.76	7.2	8.64

Masa de asfalto (g)	72	67.68	66.24	64.8	63.36
---------------------	----	-------	-------	------	-------

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16, menciona que la muestra convencional + 6% de desecho de baterías emplea 629.41 gr de grava ½, 438.34 gr de arena, 56.20 gr filler – cal, 4.32 gr de desecho de baterías y 67.68 g de masa de asfalto, muestra convencional + 8% de desecho de baterías emplea 628.65 gr de grava ½, 437.81 gr de arena, 56.13 gr filler – cal, 5.76 gr de desecho de baterías y 66.24 g de masa de asfalto, en la muestra convencional + 10% de desecho de baterías emplea 627.89 gr de grava ½, 437.28 gr de arena, 56.06 gr filler – cal, 7.2 gr de desecho de baterías y 64.8 g de masa de asfalto y la muestra convencional + 12% de desecho de baterías emplea 627.13 gr de grava ½, 436.75 gr de arena, 55.99 gr filler – cal, 8.64 gr de desecho de baterías y 63.36 g de masa de asfalto.

c) Resultados de las propiedades reológicas de la mezcla asfáltica en caliente experimental

De manera similar se identificaron otras propiedades reológicas de mezcla asfáltica en caliente experimental aumentado con desechos de batería al 6%, 8%, 10% y 12%, como el % vacío en el árido del mineral en la mezcla compactada (VMA), % vacíos de aire en la mezcla compactada (VTM), % vacíos llenos con asfalto (VFA) y la densidad específica Bulk de la mezcla compactada (G_{sb}) de acuerdo a la ASTM D 2726.

Tabla 17. Mezcla asfáltica experimental con desecho de batería de carro

Mezcla asfáltica	Propiedades reológicas					
	G_{sb}	Estabilidad Corregida (kg)	Flujo	V.M.A. (%)	VTM (%)	VFA (%)
Muestra Convencional	2.235	3072.31	3.479	12.94%	4.67%	63.89%
Muestra Convencional + 6 %	2.269	3568.76	3.232	16.92%	4.47%	73.60%
Muestra Convencional + 8%	2.275	3999.75	3108	18.47%	4.33%	76.56%
Muestra Convencional + 10%	2.280	4533.62	2.783	20.04%	4.14%	79.35%
Muestra Convencional + 12%	2.280	4851.07	2723	21.85%	4.06%	81.45%

desechos de baterías
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 17, en MC el V.M.A ES 12.94%, la MC + 6% de desecho de batería el V.M.A es 16.92%, la MC + 8% de desecho de batería el V.M.A es 18.47%,

la MC + 10% de desecho de batería el V.M.A es 20.04% y la MC + 12% de desecho de batería el V.M.A es 21.85%.

5.3. Objetivo específico (01)

Determinar la variación del flujo con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

5.3.1. El flujo de la mezcla asfáltica en caliente con adición de desecho de baterías

Para llevar a cabo el estudio de la deformación de las características de mezcla asfáltico, fue necesario evaluar el flujo de mezcla asfáltica en caliente tanto de la aleación convencional como de la mezcla con dosificación del 6.00%, 8.00%, 10.00% y 12.00% de desechos de baterías. Las briquetas fueron realizadas, utilizando el instrumento Marshall MTC E 504, en condiciones ambientales de 14.6°C y al 38% de humedad relativa.

Tabla 18. Cálculo del flujo del asfalto con adición de desechos de baterías

% Mezcla asfáltica	Flujo (kg)	Flujo Promedio (kg)	% de variación
Muestra Convencional	3.560 3.489 3.389	3.479	0.00
Muestra Convencional + 6 % desechos de baterías	3.450 3.089 3.158	3.232	-0.07
Muestra Convencional + 8% desechos de baterías	3.089 3.147 3.087	3.108	-0.11
Muestra Convencional + 10% desechos de baterías	2.896 2.763 2.689	2.783	-0.20
Muestra Convencional + 12% desechos de baterías	2.896 2.587 2.685	2.723	-0.22

Fuente: Elaboración propia

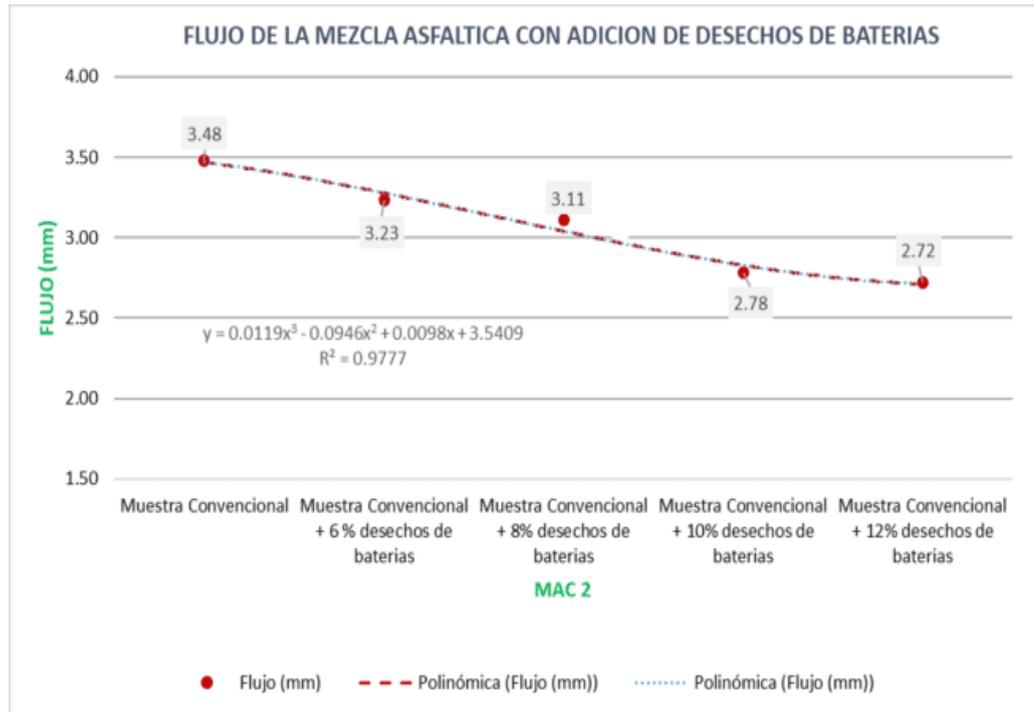


Figura 20: Comportamiento de la deformación de mezcla asfáltica con añadidura del desecho de baterías de acuerdo al flujo

Fuente: Propia

Interpretación:

De acuerdo con la tabla 18, se identificó la estimación del cambio de flujo de mezcla asfáltico causado por la utilidad de desechos de baterías, se identificó un flujo de 3.560 kg, 3.489 kg y 3.389kg en concreto tradicional, con el aumento del 6% de desecho de baterías, los resultados varían entre 3.450 kg, 3.089 kg y 3.158 kg, con la adición del 8% de desecho de baterías, los resultados varían entre 3.089 kg, 3.147 kg y 3.087 kg, con la adición del 10% de desecho de baterías, los resultados varían entre 2.896 kg, 2.763 kg y 2.689 kg y con la adición del 12% de desecho de baterías, los resultados varían entre 2.896 kg, 2.587 kg y 2.685 kg. El menor flujo fue causado por una dosificación de 12% de desecho de baterías.

De acuerdo a los puntos de dispersión mostrados, se identificó una cierta tendencia a la reducción del flujo alcanzado por las muestras entre mayor sea el % de dosificación de desechos de baterías, dando como resultado una función cuya significativa $R^2=0.977$.

Tabla 19. % de variación del flujo de las muestras experimentales en función a la muestra convencional

% de asfalto	Flujo (kg)	% de variación
Muestra Convencional	3.48	0.00
Muestra Convencional + 6 % desechos de baterías	3.23	-0.07
Muestra Convencional + 8% desechos de baterías	3.11	-0.11
Muestra Convencional + 10% desechos de baterías	2.78	-0.20
Muestra Convencional + 12% desechos de baterías	2.72	-0.22

Fuente: Elaboración propia

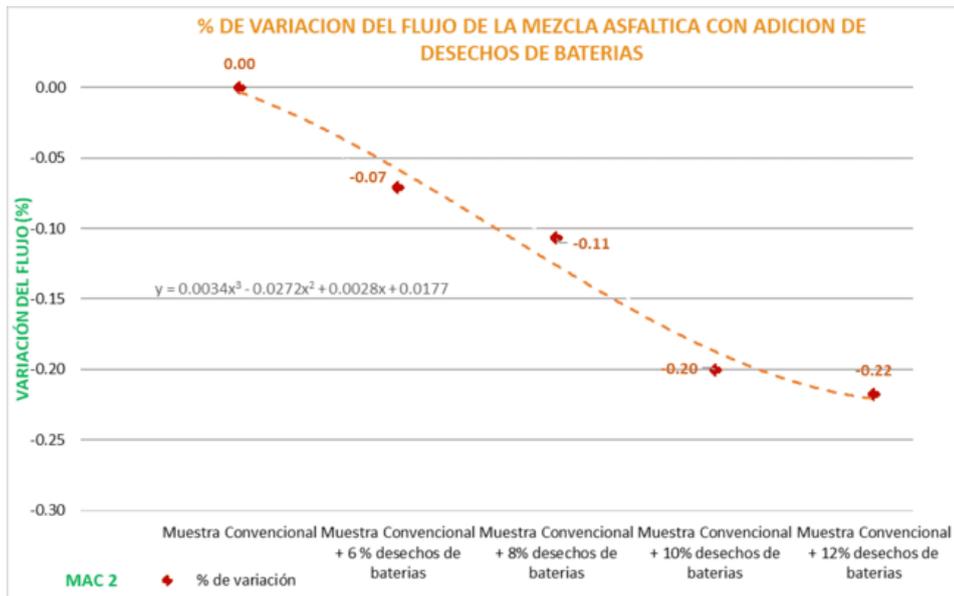


Figura 21: % de variación del flujo de la mezcla asfáltica con añadidura del desecho de baterías en función a la muestra convencional

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, de acuerdo al análisis de resultados se identificó que al adicionar desecho de baterías en 6%, 8%, 10% y 12% reducen el flujo de la mezcla asfáltica mientras mayor sea la adición de desecho de baterías mostrando mejores resultados con una dosificación del 12% en la que se empleó grava $\frac{1}{2}$ =627.13 gr, arena= 436.75 kg, filler- cal =55.99 (gr), masa de asfalto =63.36 gr y masa de desechos de baterías=8.64 (g),

5.4. Objetivo específico (02)

Analizar la mejora de la estabilidad con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

5.4.1. Resultado de la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente con la dijo de desechos de baterías

Los resultados de la prueba de estabilidad fueron realizados teniendo como datos básicos de las propiedades de los componentes con una densidad del cemento asfáltico de 1.03, una gravedad específica de agregado fino de 2.69, la gravedad específica del agregado grueso es de 2.46 y la densidad del filler es de 3.15, el ensayo fue realizado a temperatura ambiente 14.6°C, humedad relativa del 38%. Se sumergió las briquetas cilíndricas en un baño maría a 60 °C de 30 a 40 minutos, de esta forma se identificó la estabilidad al aplicar una carga hasta que ocurra una falla.

Tabla 20. Resultados de la prueba de estabilidad corregida de la mezcla asfáltica

% Mezcla asfáltica	Estabilidad Corregida (kg)	Estabilidad Promedio Corregida (kg)	% de variación
Muestra Convencional	1025.51 1064.66 1116.70	1068.957	0.00
Muestra Convencional + 6 % desechos de baterías	1033.29 1307.42 1119.92	1153.543	0.08
Muestra Convencional + 8% desechos de baterías	1146.86 1300.09 1282.02	1242.990	0.16
Muestra Convencional + 10% desechos de baterías	1221.47 1264.63 1298.57	1261.557	0.18
Muestra Convencional + 12% desechos de baterías	1060.86 1428.48 1473.02	1320.787	0.24

Fuente: Elaboración propia

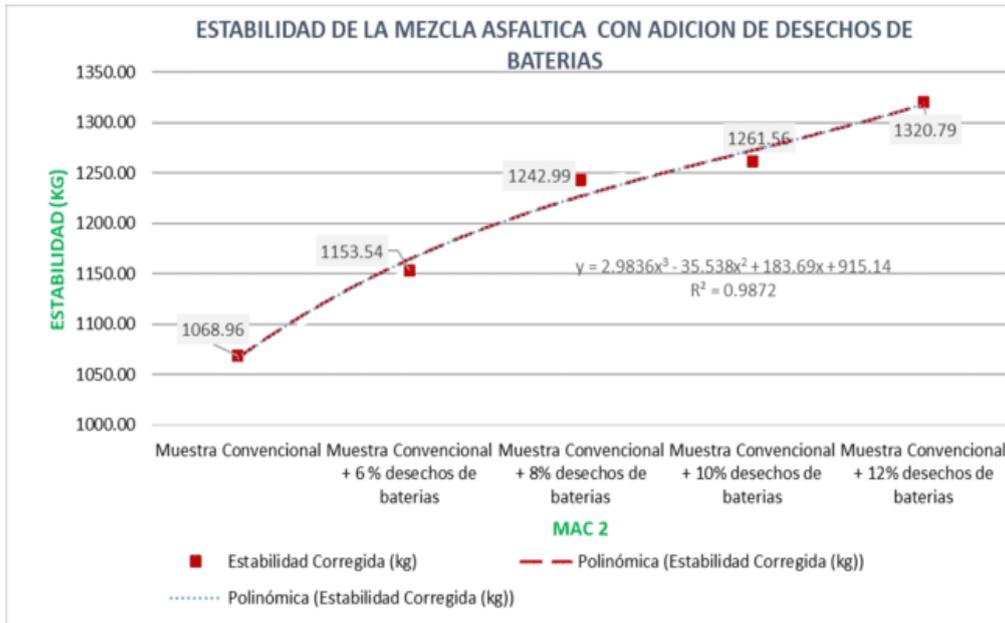


Figura 22: Comportamiento de resistencia con adición de desecho de batería

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla 20, se ha identificado una estimación del cambio de estabilidad de la mezcla asfáltica causado por el uso de desechos de baterías, se identificó un estabilidad corregida de 1025.51 kg, 1064.66 kg y 1116.70 kg en el concreto tradicional, con el aumento del 6% desecho de baterías, los resultados varían entre 1033.29 kg, 1307.42 kg y 1119.92 kg, con la adición del 8% de desecho de baterías, los resultados varían entre 1146.86 kg, 1300.09 kg y 1282.02 kg, con la adición del 10% de desecho de baterías, los resultados varían entre 1221.47 kg, 1264.63 kg y 1298.57 kg y con la adición del 12% de desecho de baterías, los resultados varían entre 1060.86 kg, 1428.48 kg y 1473.02 kg. Identificando una mayor estabilidad de la mezcla asfáltica en cuanto mayor sea el aumento de desechos de baterías.

Conforme a los puntos de dispersión mostrados, se identificó una cierta tendencia de incremento de la estabilidad alcanzado por las muestras entre mayor sea el % de dosificación de desechos de baterías, dando como resultado una función cuya significativa $R^2=0.9872$.

Tabla 21. Comportamiento de la estabilidad con el uso de desechos de baterías

% Mezcla asfáltica	Estabilidad Corregida (kg)	% de variación
Muestra Convencional	1068.96	0.00
Muestra Convencional + 6 % desechos de baterías	1153.54	0.08
Muestra Convencional + 8% desechos de baterías	1242.99	0.16
Muestra Convencional + 10% desechos de baterías	1261.56	0.18
Muestra Convencional + 12% desechos de baterías	1320.79	0.24

Fuente: Elaboración propia

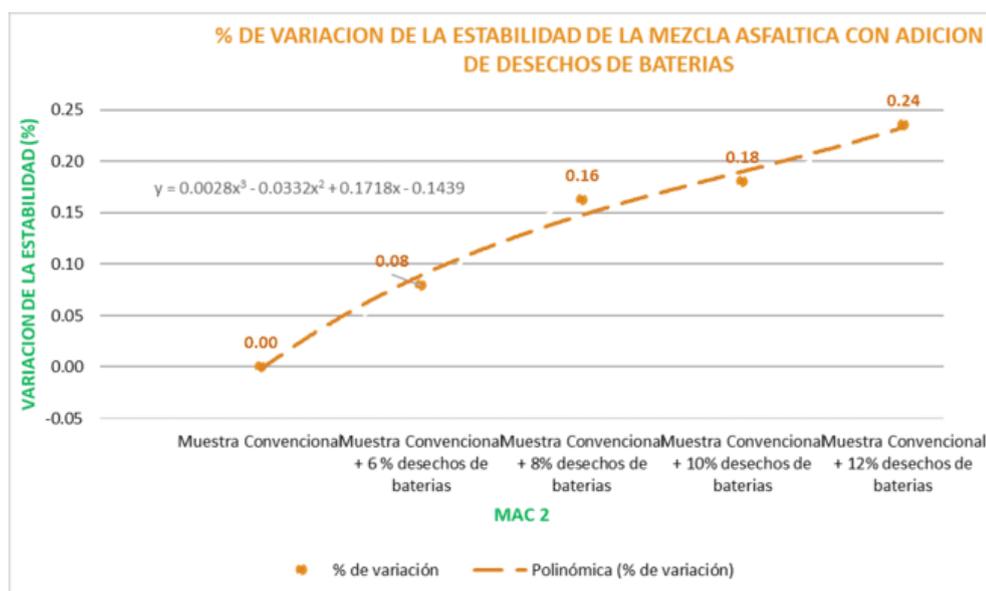


Figura 23. % de variación de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente con añadidura de los desechos de baterías.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, de acuerdo al análisis de resultados se identificó que al adicionar desecho de baterías en 6%, 8%, 10% y 12% reducen el flujo de la mezcla asfáltica mientras mayor sea la adición de desecho de baterías mostrando una variación de 0.08%, 0.16%, 0.18% y 0.24% respectivamente, presentando mejores resultados con una dosificación del 12% en la que se empleó grava ½ =627.13 gr, arena= 436.75 kg, filler- cal =55.99 (gr), masa de asfalto =63.36 gr y masa de desechos de baterías=8.64 (g).

5.5. Objetivo específico (03)

Evaluar el cambio del desgaste con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

5.5.1. Resultados del desgaste de la mezcla asfáltica experimental con adición de desechos de baterías

Los valores del desgaste de la mezcla asfáltica se realizó un proceso de caracterización de las mezclas bituminosas abiertas por medio del ensayo de cántabro de pérdida por desgaste de cuerdo a la MTC E 515, la muestra convencional fue ensayada a 16.5°C, humedad relativa de 41%, con un número de vueltas de 300 y una velocidad de tambor de 30 a 33 rpm, para la MC + 6% de desecho de batería, de fue ensayada a una temperatura de 15.5°C, con una humedad relativa de 41%, con un número de vueltas de 300 y una velocidad de tambor de 30 a 33 rpm, para la MC + 8%, MC + 10 % y MC + 12% de desecho de batería, fue ensayada a 15.3°C, humedad relativa de 37%, con un número de vueltas de 300 y una velocidad de tambor de 30 a 33 rpm.

Tabla 22. Valores resultantes del valor de pérdida por desgaste al emplear desecho de baterías

Mezcla asfáltica	Perdida por desgaste (%)	Perdida promedio por desgaste (%)	% de variación
Muestra Convencional	16.70	16.65	0.00
	16.40		
	16.70		
	16.80		
Muestra Convencional + 6 % desechos de baterías	16.90	16.4	-0.02
	16.40		
	16.80		
	15.50		
Muestra Convencional + 8% desechos de baterías	16.10	15.85	-0.05
	16.10		
	15.60		
	15.60		
Muestra Convencional + 10% desechos de baterías	15.10	15.35	-0.08
	15.40		
	15.30		
	15.60		
Muestra Convencional + 12% desechos de baterías	15.20	14.925	-0.10
	15.00		
	14.80		
	14.70		

Fuente: Elaboración propia

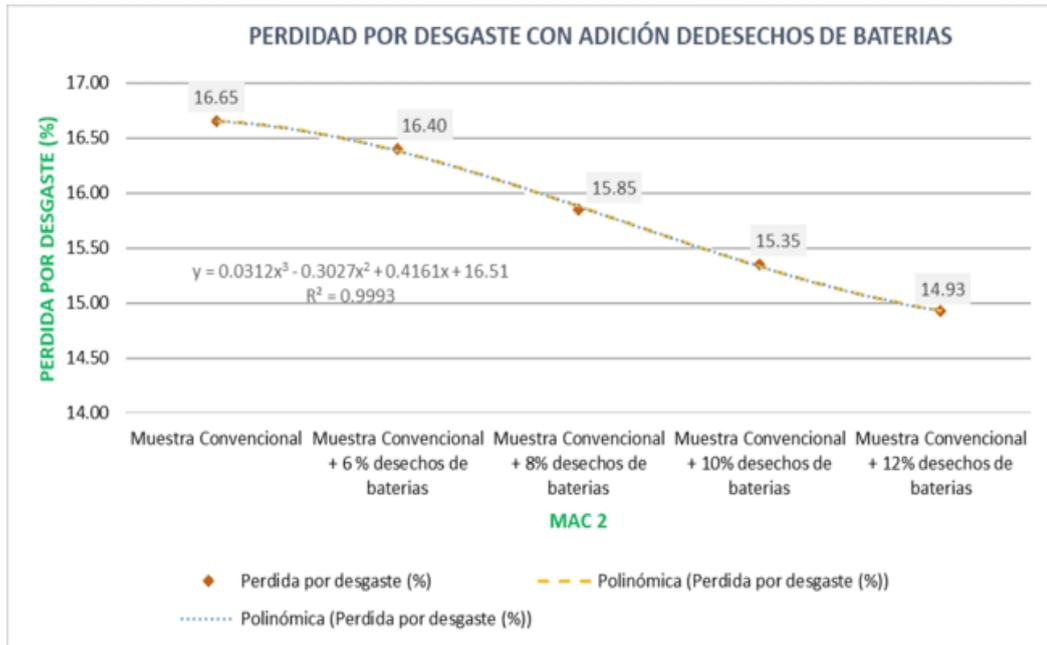


Figura 24. Comportamiento grafico de los valores de perdida por desgaste al emplear desechos de baterías

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Conforme con la tabla 22, identifiqué la variación en la pérdida por desgaste de mezcla asfáltico causado por la utilidad de desechos de baterías, se identifiqué una pérdida por desgaste de 16.70 %, 16.40%, 16.70% y 16.80% en el concreto tradicional, con el aumento del 6% de desecho de baterías, los resultados varían entre 16.90%, 16.40%, 16.80% y 15.50%, con la adición del 8% de desecho de baterías, los resultados varían entre 16.10%, 16.10%, 15.60% y 15.60%, con la adición del 10% de desecho de baterías, los resultados varían entre 15.10%, 15.40%, 15.30% y 15.60% y con la adición del 12% de desecho de baterías, los resultados varían entre 15.20%, 15.00%, 14.80% y 14.70%. Identificando una menor pérdida por desgaste de las mezclas asfálticas en cuanto mayor sea la añadidura de desechos de baterías.

De acuerdo a los puntos de dispersión mostrados, se identifiqué una cierta tendencia de reducción de la pérdida por desgaste alcanzado por las muestras entre mayor sea el % de dosificación de desechos de baterías, dando como resultado una función cuya significativa $R^2=0.9993$.

Tabla 23. Resultados de perdidas por desgaste

Mezcla asfáltica	Perdida por desgaste (%)	% de variación
Muestra Convencional	16.65	0.00
Muestra Convencional + 6 % desechos de baterías	16.40	-0.02
Muestra Convencional + 8% desechos de baterías	15.85	-0.05
Muestra Convencional + 10% desechos de baterías	15.35	-0.08
Muestra Convencional + 12% desechos de baterías	14.93	-0.10

Fuente: Elaboración propia

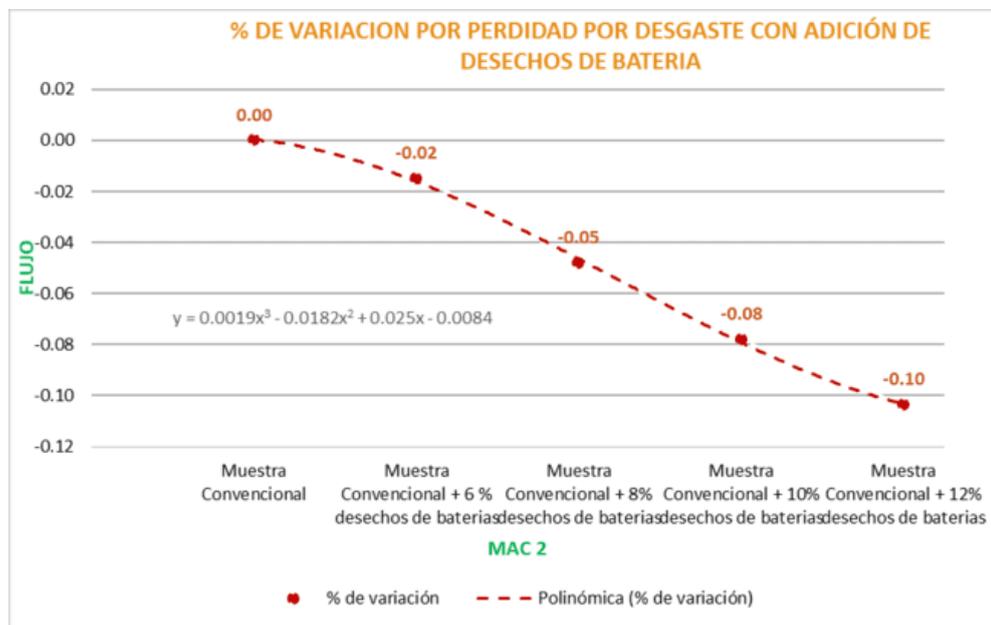


Figura 25. Comportamiento de la variación de pérdida por desgaste en función de la muestra convencional

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, acorde al análisis de resultados, se identificó que al adicionar desecho de baterías en 6%, 8%, 10% y 12% reducen el flujo de mezcla asfáltico mientras mayor sea la añadidura del desecho de baterías mostrando una variación de -0.02 %, -0.05 %, -0.08 % y -0.10 % respectivamente, presentando mejores resultados con una dosificación del 12% en la que se empleó grava ½ =627.13 gr, arena= 436.75 kg, filler- cal =55.99 (gr), masa de asfalto =63.36 gr y masa de desechos de baterías=8.64 (g).

5.6. Prueba de hipótesis

5.6.1. Hipótesis específico 1

El flujo varia notablemente con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística:

Hipótesis Nula Ho: El flujo no varía notablemente con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

$$\mu_{\text{FMAC1}} = \mu_{\text{FMAC2}} = \mu_{\text{FMAC3}} = \mu_{\text{FMAC4}} = \mu_{\text{FMAC Convencional}}$$

Hipótesis Alterna Ha: El flujo varía notablemente con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

Existe al menos un $i / \text{FMAC}_i \neq \mu_{\text{Tradicional}}$

Donde μ_{FMAC} , es la media del flujo de la mezcla asfáltica en caliente

Consideraciones de las pruebas:

- La prueba de hipótesis es realizada para cada una de las dosificaciones empleadas para la solución del problema.
- A fin del total de pruebas se emplea una significancia del 0.05, admitiendo la hipótesis nula en caso el mayor valor de la prueba sea mayor a la significancia asumido.

Datos empleados en la prueba de normalidad, valores de flujo de la mezcla asfáltica.

Tabla 24. Flujo de las muestras con diferentes dosificaciones de baterías desechables

% Mezcla asfáltica	Flujo (kg)
Muestra Convencional	3.560
	3.489
	3.389
Muestra Convencional + 6 % desechos de baterías	3.450
	3.089
	3.158
Muestra Convencional + 8% desechos de baterías	3.089
	3.147
	3.087
Muestra Convencional + 10% desechos de baterías	2.896
	2.763
	2.689
Muestra Convencional + 12% desechos de baterías	2.896
	2.587
	2.685

Fuente: Propia

Resultados de la prueba de normalidad de los datos de flujo de asfáltica en caliente:

Planteamiento de la hipótesis:

- Ho: Los datos muestran de una distribución normal gráficamente
- Ha: Los datos no muestra de una distribución normal gráficamente

Pruebas de normalidad							
Flujo	Desecho de baterías	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	Mezcla Asfáltica Convencional	,211	3	.	,991	3	,814
	MC + 6% de desecho de batería	,318	3	.	,887	3	,346
	MC + 8% de desecho de batería	,375	3	.	,775	3	,056
	MC + 10% de desecho de batería	,241	3	.	,974	3	,689
	MC + 12% de desecho de batería	,261	3	.	,957	3	,603

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 26. Prueba de normalidad para datos de estabilidad de mezcla asfáltica

Fuente: Elaboración propia

La figura 26, muestra resultados de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, todos los valores de significancia de 0.05, aceptando la hipótesis nula, identificando que los datos obtenidos en la prueba Marshall en los resultados

de estabilidad, los datos muestran una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la estabilidad

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Hay una igualdad de varianza entre los grupos

Ha: No se muestra una igualdad de varianzas entre los grupos

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Flujo	Se basa en la media	2,243	4	10	,137
	Se basa en la mediana	,547	4	10	,705
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,547	4	5,228	,710
	Se basa en la media recortada	2,060	4	10	,161

Figura 27. Resultado de la homogeneidad de varianza en la estabilidad

Fuente: Elaboración propia

Acorde con los resultados de la prueba homogénico de varianza de Levene, fundamenta que la media indicada como valor de significancia llegan a ser mayor de 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe igualdad de varianza entre los diseños, con nivel de significancia del 5%.

Cuando se haya probado los supuestos de normalidad y la homogeneidad de la varianza aprobando así la hipótesis de varianza de acuerdo a la prueba ANOVA.

Flujo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,195	4	,299	18,398	,000
Dentro de grupos	,162	10	,016		
Total	1,358	14			

Figura 28. Resultado a la prueba de datos de flujo de mezcla asfáltica

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se muestran en la prueba de ANOVA se obtuvo un valor de significancia de 0.00 menor a la significancia del 5%, por tanto, se acepta la hipótesis alterna planteada por el investigador llegando a rechazar la hipótesis nula.

Se concluye: El flujo varía notablemente con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

5.6.2. Hipótesis específica 2

La estabilidad mejora con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística:

Hipótesis Nula Ho: La estabilidad no mejora con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

$$\mu_{EMAC1} = \mu_{EMAC2} = \mu_{EMAC3} = \mu_{EMAC4} = \mu_{EMAC \text{ Tradicional}}$$

Hipótesis Alterna Ha: La estabilidad mejora con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

Existe al menos un $i / EMAC_i \neq \mu_{\text{Tradicional}}$

Donde μ_{EMAC} , media de la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente.

Consideraciones de las pruebas:

- La prueba de hipótesis es realizada para cada una de las dosificaciones empleadas para la solución del problema.
- Para todas las pruebas se emplea una significancia de 0.05 aceptando la hipótesis nula, solo si el mayor valor de la prueba sea mayor al valor de significancia asumido.

Datos empleados en la prueba de normalidad, valores de estabilidad de la mezcla asfáltica.

Tabla 25. Resultado de la estabilidad en las muestras con diferentes dosificaciones de baterías desechables

% Mezcla asfáltica	Estabilidad Corregida (kg)
Muestra Convencional	1025.51
	1064.66
	1116.70
Muestra Convencional + 6 % desechos de baterías	1033.29
	1307.42
	1119.92
Muestra Convencional + 8% desechos de baterías	1146.86
	1300.09
	1282.02
Muestra Convencional + 10% desechos de baterías	1221.47
	1264.63
	1298.57
Muestra Convencional + 12% desechos de baterías	1060.86
	1428.48
	1473.02

Fuente: Propia

Resultados de la prueba de normalidad de los datos de estabilidad de asfáltica en caliente:

Planteamiento de la hipótesis:

- Ho: Los datos muestran de una distribución normal gráficamente
- Ha: Los datos no muestra de una distribución normal gráficamente

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Desecho de baterías		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad	Mezcla Asfáltica Convencional	,204	3	.	,993	3	,844
	MC + 6% de desecho de batería	,261	3	.	,957	3	,600
	MC + 8% de desecho de batería	,346	3	.	,837	3	,206
	MC + 10% de desecho de batería	,198	3	.	,995	3	,868
	MC + 12% de desecho de batería	,350	3	.	,830	3	,188

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 29. Prueba de normalidad para datos de estabilidad de la mezcla asfáltica

Fuente: Elaboración propia

La figura 29, muestra resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, con valores de significancia de 0.844, 0.600, 0.206, 0.868 y 0.188, todos los valores de significancia de 0.05, aceptando la hipótesis nula y se identificó datos obtenidos en la prueba Marshall de resultados de estabilidad los datos muestran una distribución normal con un nivel de significancia de 5%.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la estabilidad

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Hay una igualdad de varianza entre los grupos

Ha: No se muestra una igualdad de varianzas entre los grupos

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Estabilidad	Se basa en la media	4,639	4	10	,022
	Se basa en la mediana	,596	4	10	,674
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,596	4	3,591	,688
	Se basa en la media recortada	4,033	4	10	,034

Figura 30. Resultado de la homogeneidad de varianza en la estabilidad

Fuente: Elaboración propia

Conforme a los resultados de la prueba de homogeneidad de varianza de Levene, se basa en la media indicada como valor de significancia, se vuelven mayores a 0.05, por lo que, no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe una igualdad de varianza entre los diseños, en el 5% nivel de significancia.

Cuando se haya aprobado los supuestos de normalidad y la homogeneidad de la varianza aprobando así la hipótesis de varianza de acuerdo a la prueba ANOVA.

ANOVA					
Estabilidad	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	117299,261	4	29324,815	1,801	,205
Dentro de grupos	162800,736	10	16280,074		
Total	280099,997	14			

Figura 31. Resultado de la prueba de la estabilidad de mezcla asfáltica

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se muestran en la prueba de ANOVA se logró un valor de significancia de 0.0205 mayor al valor de significancia del 5%, entonces, se rechazó la hipótesis alterna, planteada por el investigador, llegando a aceptar la hipótesis nula.

Se concluye: La estabilidad mejora levemente con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

5.6.3. Hipótesis específico 3

El desgaste cambia de manera óptima con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística:

Hipótesis Nula Ho: El desgaste no cambia de manera óptima con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

$$\mu_{Pd1} = \mu_{Pd2} = \mu_{Pd3} = \mu_{Pd4} = \mu_{Pd \text{ Convencional}}$$

Hipótesis Alterna Ha: El desgaste cambia de manera óptima con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

Existe al menos un $i / P_{di} \neq \mu_{\text{Convencional}}$

Donde μ_{Pd} , es la media de perdida por desgaste.

Consideraciones de las pruebas:

- La prueba de hipótesis es realizada para cada dosificación empleada para la solución del problema.
- A fin del total de las pruebas se emplea un valor de significancia de 0.05, se acepta la hipótesis nula si el valor más alto de la prueba es mayor que el valor de significancia asumido.

Datos empleados en la prueba de normalidad, valores de perdida de desgaste de la mezcla asfáltica.

Tabla 26. Resultado de la perdida de desgaste en las muestras con diferentes dosificaciones de baterías desechables

Mezcla asfáltica	Perdida por desgaste (%)
Muestra Convencional	16.70
	16.40
	16.70
	16.80
Muestra Convencional + 6 % desechos de baterías	16.90
	16.40
	16.80
	15.50
Muestra Convencional + 8% desechos de baterías	16.10
	16.10
	15.60
	15.60
Muestra Convencional + 10% desechos de baterías	15.10
	15.40
	15.30
	15.60
Muestra Convencional + 12% desechos de baterías	15.20
	15.00
	14.80
	14.70

Fuente: Propia

Resultados de la prueba de normalidad de los datos de perdida por desgaste de la mezcla asfáltica en caliente:

Planteamiento de la hipótesis:

- Ho: Los datos muestran de una distribución normal gráficamente
- Ha: Los datos no muestra de una distribución normal gráficamente

Pruebas de normalidad							
	Desecho de baterías	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
desgate	Mezcla Asfáltica Convencional	,364	4	.	,840	4	,195
	MC + 6% de desecho de batería	,250	4	.	,867	4	,288
	MC + 8% de desecho de batería	,307	4	.	,729	4	,024
	MC + 10% de desecho de batería	,155	4	.	,998	4	,995
	MC + 12% de desecho de batería	,214	4	.	,963	4	,798

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 32. Resultado de la prueba de normalidad de perdidas por desgaste de mezcla asfáltica en caliente

Fuente: Elaboración propia

La figura 32, mediante las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk, con el análisis del 95% de confiabilidad, muestra como resultado valores de significancia de 0.195, 0.288, 0.024, 0.995 y 0.798, se identificó que no todos los valores de significancia son mayores a 0.05, de esta forma se rechaza, la hipótesis nula, concluimos que los datos provienen de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Luego de probar los supuestos de normalidad, los datos mostrados siguen una distribución no paramétrica por lo que se procedió a realizar prueba de Kruskal-Wallis para más de dos grupos.

Análisis de la prueba no paramétrica de kruskall wallis:

Ho es (hipótesis nula) y Ha (hipótesis alterna)

- Si la probabilidad obtenida P-Valor $\leq \alpha$ se rechaza Ho se acepta la Ha.
- Si la probabilidad obtenida P-Valor $> \alpha$ no se rechaza Ho se acepta la Ho.

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de desgaste es la misma entre las categorías de Desecho de baterías.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,004	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.				

Figura 33. Prueba de Kruskal-Wallis para datos de pérdidas por desgaste de la mezcla asfáltica

Fuente: Elaboración propia

En la figura 33, muestra los resultados de Kruskal-Wallis para las muestras independientes con el análisis de un valor de significancia de 5%, obtuvo como resultado una significancia de 0.004 menor al 5% por lo que se rechaza la hipótesis nula aceptando así la hipótesis alterna.

Se llega a la conclusión: El desgaste cambia de manera óptima con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Discusión de resultados con antecedentes

6.1.1. Discusión 1

La mezcla asfáltica a temperatura caliente modificada con residuos provenientes de baterías desechables de automóviles presenta un valor mayor en sus propiedades relevantes con respecto a una mezcla asfáltica en un patrón caliente, Huancayo 2022. Se identificó que al emplear el 12 % de desechos de baterías de carros presenta una reducción del 0.22% del flujo con respecto a la muestra convencional, la estabilidad se incrementa en un 0.24% y el desgaste se reduce en un 0.10%. Afirmando que el uso de desecho de batería de carros es favorable para mejorar las características de la mezcla asfáltica en caliente, y ser aplicado para futuras investigaciones.

De acuerdo con Granados Noa (2018), citado como antecedentes nacionales con su investigación “Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla asfáltica convencional”, identifico que las combinaciones reformadas con granos de caucho, el contenido perfecto de asfalto del 5.5% en adición de caucho del 0.5%, obtuvo el mejor proceso mecánico de la combinación, indicando que la estabilidad de la combinación asfáltica reformada adicionando granos de caucho

es notablemente mayor a la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional del 61%.

6.1.2. Discusión 2

El uso de desechos provenientes de baterías desechables de vehículos incide notoriamente en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2022. Esto al identificar un flujo de 3.560 kg, 3.489 kg y 3.389kg, el concreto convencional, con el aumento del 6% del desecho de baterías, los resultados varían entre 3.450 kg, 3.089 kg y 3.158 kg, con la adición del 8% de desecho de baterías, los resultados varían entre 3.089 kg, 3.147 kg y 3.087 kg, con la adición del 10% de desecho de baterías, los resultados varían entre 2.896 kg, 2.763 kg y 2.689 kg y con la adición del 12% de desecho de baterías, los resultados varían entre 2.896 kg, 2.587 kg y 2.685 kg. El menor flujo fue causado por una dosificación de 12% de desecho de baterías.

Al respecto Huamancayo Condori (2019), citado como un antecedente nacional con su investigación “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente con bolsas plásticas recicladas como sustituto del cemento asfáltico – Huancayo 2019”, obtuvo un perfeccionamiento de la estabilidad de 285 kg, lo que representa una mejora del 23.61% con respecto a la mezcla convencional; el flujo hubo una disminución en 0.55mm por ello representa un 13.75% menor a la mezcla tradicional y posteriormente una adición de densidad en 0.028 gr/cm³ lo que representa un incremento de densidad del 1.22% respecto a combinación asfáltica tradicional. Consiguiendo efectuar los objetivos de exploración, logrando mejoras de propiedades mecánicas y cooperar a dar una parte de solución al problema de los desechos plásticos que la ciudad lo genera.

6.1.3. Discusión 3

El uso de desechos provenientes de baterías desechables de vehículos cambia de manera positiva la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2022. Identificando la estabilidad corregida de 1025.51 kg, 1064.66 kg y 1116.70 kg en el concreto tradicional, con el aumento del 6% del desecho de baterías, los resultados varían entre 1033.29 kg, 1307.42 kg y 1119.92 kg, con la adición del 8% de desecho de baterías, los resultados varían entre 1146.86 kg, 1300.09 kg y

1282.02 kg, con la adición del 10% de desecho de baterías, los resultados varían entre 1221.47 kg, 1264.63 kg y 1298.57 kg y con la adición del 12% de desecho de baterías, los resultados varían entre 1060.86 kg, 1428.48 kg y 1473.02 kg. Identificando una mayor estabilidad de las mezclas asfálticas en cuanto mayor sea el aumento de desechos de baterías.

Al respecto Morales Rosales (2018), citado en antecedentes nacionales con su investigación “Mezclas asfálticas en caliente utilizando asfalto modificado, revisión y propuesta de especificación”, identifico una estabilidad de 1025.12 kg en el asfalto no modificado, y la estabilidad alcanzada en el asfalto modificado fue de 1223.54 kg, al utilizar mezcla caliente nos daría una proporción de un ligante asfáltico a razón del 40% para la deformación permanente, 60% para fisuración por fatiga y un 90% para fisuración a bajas temperaturas, y para el diseño de mezcla asfáltica ya sea con asfalto tradicional o modificado se le ha dado especial importancia al cumplimiento de las especificaciones de calidad de agregados a utilizar, puesto que ha logrado determinar qué contribuyen al 90% del tipo de falla denominado deformación permanente.

6.1.4. Discusión 4

El uso de desechos provenientes de baterías desechables de vehículos modifica notablemente en el desgaste de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2022. Se identificó una variación en la pérdida por desgaste de la mezcla asfáltica causado por el uso de desechos de baterías, se identificó una perdida por desgaste de 16.70 %, 16.40%, 16.70% y 16.80% en el concreto tradicional, con el aumento del 6% del desecho de baterías, los resultados varían entre 16.90%, 16.40%, 16.80% y 15.50%, con la adición del 8% de desecho de baterías, los resultados varían entre 16.10%, 16.10%, 15.60% y 15.60%, con la adición del 10% de desecho de baterías, los resultados varían entre 15.10%, 15.40%, 15.30% y 15.60% y con la adición del 12% de desecho de baterías, los resultados varían entre 15.20%, 15.00%, 14.80% y 14.70%. Identificando una menor perdida por desgaste de estas mezclas asfálticas en cuanto mayor sea el aumento de desechos de baterías.

En ese mismo sentido Vargas Malpartida (2019), citado como antecedente nacional con su investigación “Efecto de la temperatura de mezcla-compactación y la distancia de transporte en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en

caliente en la región centro”, encontró que la temperatura de compactación de la combinación asfáltica afecta directamente la Fluencia y Estabilidad, cuanto menor es la temperatura, menor es la estabilidad, por valores desde 1469 kgf (160°C) hasta 254 kgf (60°C), y por último menciono que la temperatura admisible para la compactación es de 138.5°C, en el que se adquiere que la combinación asfáltica efectúa con todas las circunstancias según determina el Ministerio de comunicaciones y transporte, consiguiendo una estabilidad de 1318.86 kgf, flujo de 3.52mm, % de vacíos de 5 y peso específico bulk de 2.864 gr/c.c.

CONCLUSIONES

- **Conclusión 1**

La mezcla asfáltica en caliente modificada con residuos provenientes de baterías desechables de automóviles presenta mayor valor en sus propiedades relevantes con respecto a la mezcla asfáltica en caliente patrón, Huancayo 2022. Afirmando que entre la adición del 6%, 8%, 10% y 12% de residuos desde baterías de caucho el 12 % es el que muestra mejores resultados al mostrar una reducción del 0.22% del flujo con respecto a la muestra convencional, la estabilidad se incrementa en un 0.24% y el desgaste se reduce en un 0.10%.

- **Conclusión 2**

El uso de desechos provenientes de baterías desechables de vehículos incide notoriamente en el flujo de mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2022. Sustentado en los resultados de la prueba de hipótesis ANOVA en el que se obtuvo una significancia de 0.00 inferior al valor de significancia del 5%, por ende, acepta la hipótesis alterna planteada por el investigador llegando a rechazar la hipótesis nula. Se identificó que el flujo promedio de la muestra convencional es de 3.479 kg, en la MC + 6 % desechos de baterías el flujo es 3.232 kg, en la MC + 8 % desechos de baterías el flujo es 3.108 kg, en la MC + 10 % desechos de baterías el flujo es 2.783 kg y en la MC + 12 % desechos de baterías el flujo es 2.723 kg. Mostrando así una reducción del 0.22% del flujo con una dosificación del 12 % desechos de baterías, mostrando una clara mejora en la mezcla asfáltica.

- **Conclusión 3**

El uso de desechos provenientes de baterías desechables de vehículos varía levemente de manera la estabilidad la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2022. Acorde con los resultados que se muestran en la prueba de ANOVA, logrando una significancia de 0.0205 mayor al valor de significancia del 5%, entonces, se rechazó la hipótesis alterna planteada por el investigador llegando a aceptar la hipótesis nula. Se identificó la estabilidad corregida promedio de la muestra tradicional es de 1068.957 kg, en la MC + 6 % desechos de baterías el flujo es 1153.543 kg, en la MC + 8 % desechos de baterías el flujo es 1242.990 kg, en la MC + 10 % desechos de baterías el flujo es 1261.557 kg y en la MC + 12 % desechos de baterías el flujo es 1320.787 kg. Mostrando así un incremento del 0.24% en la estabilidad corregida con una dosificación del 12 % desechos de baterías, mostrando una clara mejora en la mezcla asfáltica.

- **Conclusión 4**

Se afirma que el uso de desechos provenientes de baterías desechables de vehículos modifica notablemente en el desgaste de mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2022. Conforme con la prueba de hipótesis de Kruskal- Wallis, donde obtuvo una significancia de 0.004 inferior al 5% rechazando la hipótesis nula aceptando así la hipótesis alterna. Se identificó que el perjuicio promedio por desgaste de la muestra tradicional es de 16.65, en la MC + 6 % desechos de baterías el flujo es 16.40 %, en la MC + 8 % desechos de baterías el flujo es 15.85%, en la MC + 10 % desechos de baterías el flujo es 15.35% y en la MC + 12 % desechos de baterías el flujo es 14.925 %. Mostrando así una reducción del 0.10% en la pérdida por desgaste promedio con una dosificación del 12 % desechos de baterías, mostrando una clara mejora en la mezcla asfáltica al emplear desechos de batería de carro.

RECOMENDACIONES

- **Recomendación 1**

Con respecto a la obtención confiable y validez de los resultados en la investigación se recomienda su publicación, de esta forma apoyar a futuros proyectos en los que puede ser empleado como antecedente de las decisiones de solución tomadas a casos con problemas similares, mejorando así la calidad de vida de las personas.

- **Recomendación 2**

Se recomienda ampliar la investigación empleando desechos provenientes baterías de otros materiales, de la misma forma se recomienda emplear dosificación de diferentes a 6%, 8%, 10% y 12%, hasta identificar el parámetro máximo de adición de este material, como parte de las mezclas asfálticas.

- **Recomendación 3**

Se recomienda a futuras investigaciones adiestrar la mano de obra que estará en contacto directo con los desechos de baterías ya que estos contienen productos químicos, siendo así necesario el uso de indumentaria de seguridad, así mismo para la manipulación del asfalto se debe asegurar la correcta manipulación y la no exposición a los agentes químicos del asfalto caliente.

- **Recomendación 4**

Se recomienda emplear en casos prácticos realice como solución de problemas en obra las dosificaciones en estudio en a la investigación para llegar a los resultados mostrados en la investigación, ya que al emplear una dosificación diferente no se asegura obtener resultados favorables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ANDALUCIA. 2020.** reciclatuspilas. *reciclatuspilas*. [En línea] 13 de Octubre de 2020. <https://www.reciclatuspilas.com/la-importancia-de-reciclar-las-baterias-de-los-coches/>.
2. **Ann Reyes, Mery. 2017.** blogspot. *blogspot*. [En línea] 12 de Julio de 2017. <http://meryannguaita.blogspot.com/>.
3. **Candia Ponce, Daisy Gabriela y Ccorahua Quispe, Vladimir Lenin. 2019.** *Analisis comparativo de las propiedades- fisico mecanicas de la mezcla asfaltica modifica con un NTC(nanotubos de carbono) con respecto a una mezcla asfaltica convencional, segun el metodo marshall*. Universidad Andina del Cusco. Cusco : s.n., 2019. pág. 314, Tesis de pregrado.
4. *Caracterizacion geomecanicas de mezclas asfalticas*. **Garnica Anguas, Paul, y otros. 2017.** Sanfandila : s.n., 2017, Secretaria de comunicaciones y trasportes.
5. **Cervera Borja, César Augusto. 2017.** *Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Cajamarca, 2016*. Facultad de Ingenieria, Universidad Privada del Norte. Cajamarca : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
6. **Constante Veloz, Slendi Mayte. 2018.** *Estudio de la utilización de desechos especiales (escoria) proveniente de baterías desechadas de vehículos en mezclas asfálticas en caliente mediante el proceso en seco*. Facultad de Ingenieria, Pontificia Universidad Catolica del Ecuador. Quito : s.n., 2018. Tesis Pregrado.
7. **Cruz, Veliz Santa y Paolo, Luis. 2021.** *Análisis de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico reciclado de la Av. Andrés Avelino Cáceres - Provincia de Concepción 2020*. facultad de ingenieria, Universidad Continental. Huancayo : s.n., 2021. Tesis pregrado.
8. **E.I.R.L, Rabbi. 2021.** Venta de asfaltos, emulsiones y servicios en general. *Venta de asfaltos, emulsiones y servicios en general*. [En línea] 2021. <http://www.ventadeasfalto-rc-250.com.pe/servicio-de-carpeta-asfaltica-en-lima-peru.html#>.
9. *Ensayos de laboratorio*. **Rodriguez, Padilla y Alejandro. 2018.** 2018.
10. **Escobar Vicuña , Pablo , Astuñaupa Flores , Saúl y Huanca Solis , William . 2015.** *Metodología de la investigación científica*. Huancayo : Grafica Tolentino EIRL, 2015.
11. **Galaviz Morales, Alverto Juan. 2020.** *Desarrollo de electrodos orgánicos a base de polímeros fenilnetinilenos portadores de unidades etilenglicol para baterías de iones*

- de litio*. Facultad de tecnología, Centro de investigación en química aplicada programa de maestría en tecnología de polímeros. Coahuila : s.n., 2020. Tesis pregrado.
12. **García, Gonzalo. 2022.** *hibridosyelectricos. hibridosyelectricos*. [En línea] 18 de Septiembre de 2022. [Citado el: 18 de Septiembre de 2022.] https://www.hibridosyelectricos.com/coches/reciclaje-baterias-vehiculos-electricos-enfrenta-grave-problema_62100_102.html.
 13. **Gargate Alva, Felipe Manuel y Huamaní Sánchez, Jheyson Nik. 2018.** "*Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - lima, 2018*". Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2018. pág. 201, Tesis de pregrado.
 14. **Granados Noa, José Luis. 2018.** *Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla asfáltica convencional*. Escuela de Posgrado, Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2018. Tesis de Posgrado.
 15. **Higuera Mojica, Nuby Daniela y Morales Pacheco, Juan David. 2021.** *Comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente fabricadas con rap y escorias de horno de arco eléctrico*. Universidad Santo Tomás. Tunja : s.n., 2021. pág. 103, Tesis de pregrado.
 16. **Huamancayo Condori, Cristian Teofilo. 2019.** *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente con bolsas plásticas recicladas como sustituto del cemento asfáltico - huancayo 2019*. Facultad de ingeniería, Universidad nacional del centro del Perú. Huancayo : s.n., 2019. Tesis pregrado.
 17. **INSTITUTE, ASPHALT. 2018.** "*Mix Design Methods For Asphalt Concrete and Other Hot mix types*. Lexington, Kentucky. : The Asphalt Institute., 2018.
 18. **Landínez Saurith, Alcides José, Restrepo Piedrahita, Gustavo Adolfo y Lázaro Suárez, Jerson Said. 2018.** "*Análisis físico-mecánico de mezclas densas en caliente mdc-19 con adición de tiras de geotextil de 1cm*". Universidad Católica de Colombia. Bogotá : s.n., 2018. pág. 83, Tesis de pregrado.

19. **machines. 2018.** 3E. 3E. [En línea] 2018. <http://3e-machines.com/2018/6-lead-acid-battery-recycling-line.html>.
20. **Méndez Álvarez, Carlos Eduardo. 2020.** *Metodología de la Investigación quinta edición.* s.l. : ALPHAEDITORIAL, 2020.
21. *Mezclas Afálticas.* **Padilla Rodríguez, Alejandro. 2018.** 2018, Capitulo 3, págs. 39-60.
22. *Ministerio de Transporte y Comunicaciones.* **Galvez, Jose. 2018.** 2018.
23. **Morales Rosales, Carlos Arnoldo. 2018.** “*Mezclas asfálticas en caliente utilizando asfalto modificado, revisión y propuesta de especificación*”. Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática, Universidad Central del Ecuador. Guatemala : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
24. **MOTORGIGA. 2018.** motorgiga. *motorgiga.* [En línea] 2018. <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/vehiculo-definicion-significado/gmx-niv15-con195897.htm>.
25. **Ñaupas Paitán, Humberto. 2018.** *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis.* Bogota : s.n., 2018.
26. **Polania Andrade, Diego Mauricio y Perez Otalora, Alvaro Julian. 2021.** *Evaluación de las características mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente compactada a diferentes temperaturas.* Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia. Bogota : s.n., 2021. Tesis de Pregrado.
27. **Ramos Garcia, Bianka Lisbeth y Muñiz Perez, Cesia Isabel. 2018.** *Propuesta de diseño de mezcla asfáltica en frío de graduación densa como alternativa para el mantenimiento de pavimentos flexibles.* Facultad de ingeniería , Universidad centro americana. Managua : s.n., 2018. Tesis pregrado.
28. **Rodriguez, Daniela. 2020.** *Investigación aplicada: características, definición, ejemplos.* Argentina : Lifeder, 2020.
29. **SANATORIUM. 2018.** sanatorium. *sanatorium.* [En línea] 31 de Enero de 2018. <https://www.sanatorium.com.ar/es/blog/>.
30. **Sánchez Carlessi, H. Hugo, Reyes Romero, Carlos y Mejía Sáenz, Katia. 2018.** *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística.* Lima : s.n., 2018.

31. **Sánchez Niveló, Jannes Fabricio. 2017.** *Propuesta de reciclaje de las baterías plomo-ácido provenientes de los vehículos automotrices de la ciudad de Cuenca.* Facultad de Ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana. Salesiana : s.n., 2017. Tesis Pregrado.
32. **Sanchez Vasquez, Oscar Alejandro. 2019.** *Diseño de pavimento empleando el método AASHTO 93 para el mejoramiento de la carretera Ayacucho - Abancay. Tramo: Ayacucho KM. 0+000 – KM. 50+000.* Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Federico Villareal. Lima : s.n., 2019. Tesis Pregrado.
33. **Santa Cruz Veliz, Paolo Luis. 2021.** *Analisis de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico reciclado de av.andres avelino caseres- provincia de concepcion 2020.* Facultad de ingeniería , Universidad continental. Huancayo : s.n., 2021. Tesis pregrado.
34. **Santamaria Chipana, Stephanie Elvira. 2020.** *"Durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente con valvas de concha de abanico".* Facultad de Ingeniería, Universidad Cesar Vallejo. Piura : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.
35. *Tipos de Justificación en la Investigación Científica .* **Fernández Bedoya, Víctor Hugo. 2020.** Perú : s.n., 17 de Julio de 2020, Espíritu Emprendedor TES 2020, pág. 12.
36. *Tipos De Justificación En La Investigación Científica.* **Fernández Bedoya, Víctor Hugo. 2020.** Perú : s.n., 17 de Julio de 2020, Espíritu Emprendedor TES 2020, pág. 12.
37. **UNIVERSO, EL. 2021.** eluniverso. *eluniverso.* [En línea] 11 de Septiembre de 2021. <https://www.eluniverso.com/entretenimiento/motores/como-saber-si-ya-se-debe-reemplazar-la-bateria-del-auto-nota/>.
38. **Valdivia Dueñas, Marcelino Dueñas. 2018.** *Metodología de la investigación.* colombia : s.n., 2018.
39. **Valdivia Dueñas, Marcelino Raul. 2018.** *Metodología de la investigación.* colombia : s.n., 2018.
40. **Vargas Malpartida, Evolym Jessenia. 2019.** *Efecto de la temperatura de mezcla-compactación y la distancia de transporte en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en la región centro .* Escuela Academia Profesional de Ingeniería , Universidad Continental. Huancayo : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
41. **Vásquez Vélez, Luz América. 2011.** *"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".*

Facultad De Ciencias Humanas Y De La, Universidad Técnica De Ambato. Ambato :
s.n., 2011. Tesis Pregrado.

42. **WIKIPEDIA. 2023.** wikipedia. *wikipedia*. [En línea] 28 de Febrero de 2023.
https://es.wikipedia.org/wiki/Reciclaje_de_pilas_y_bater%C3%ADas.

ANEXOS

Anexo N°01: Matriz de consistencia

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Problema general: ¿Cuáles son los resultados comparativos de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022?	Objetivo general: Comparar los resultados de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022	Hipótesis general: Los resultados comparativos son ventajosos al comprar la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022	Variable Independiente: Molidos provenientes de partes plásticas de vehículos	Dosificación	Porcentaje	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Cuantitativo TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Explicativo CUANDO: 2023 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: El diseño de investigación utilizará un esquema experimental, considerando que el análisis a realizar es teórico, bajo el siguiente esquema. POBLACIÓN Y MUESTRA: POBLACIÓN: La población está conformada por 110 briquetas en la provincia de Huancayo, Región Junín. MUESTRA: La muestra fue de acuerdo al método no probabilístico intencional, en este caso respecta a diferentes dosificaciones de 6%, 8%, 10% y 12% de desechos de baterías de vehículos, además se realizó especímenes por cada ensayo, los cuales son: 15 de estabilidad y flujo, más los 3 especímenes óptimos y 4 especímenes para cántabros por cada dosificación TÉCNICAS E INSTRUMENTOS: - Recolección de datos TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS:
				Peso específico	Referencias	
				Sales solubles	Contenido de cloruro y sulfato	
Problemas específicos: a) ¿De qué manera varía el flujo con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022? b) ¿Cómo mejora la estabilidad con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022? c) ¿En qué manera cambia el desgaste con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando	Objetivos específicos: a) Determinar la variación del flujo con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022. b) Analizar la mejora de la estabilidad con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022. c) Evaluar el cambio del desgaste con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla	Hipótesis específicas a) El flujo varía notablemente con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022. b) La estabilidad mejora con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022. c) El desgaste cambia de manera óptima con el análisis comparativo de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de la mezcla asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de	Variable dependiente: Mezcla asfáltica en caliente	Flujo	Marshall	
				Estabilidad	Marshall	
				Desgaste	Cántabro	

desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022?	asfáltica en caliente utilizando desechos provenientes de baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.	baterías desechables de vehículos, Huancayo 2022.					- Estadístico y no probabilístico.
--	---	---	--	--	--	--	------------------------------------

Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
1: Variable Independiente Baterías desechadas de vehículos	Los pobladores podrían ceder las baterías utilizadas de sus automóviles en cualquier taller mecánico autorizado y en los lugares limpios. Al efectuar esta labor, el consumidor pone en marcha un método de reciclaje que desconoce pero que brinda grandes beneficios ambientales. Constante Veloz (2018)	Las baterías desechadas de vehículos se operacionalizan mediante sus tres dimensiones: - D1: Dosificación - D2: Peso específico - D3: Sales solubles A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.	Dosificación	Porcentaje
			Peso específico	Referencias
			Sales solubles	Contenido de cloruro de sulfato
2: Variable Dependiente Mezcla asfáltica en caliente	La combinación asfáltica (o bituminosa) en caliente a la combinación de áridos (incorporado el polvo mineral) con un ligante, as cantidades relativas de ligante y áridos establecen las propiedades físicas de la combinación. Cervera Borja (2017).	La mezcla asfáltica en caliente se operacionaliza mediante tres dimensiones: - D1: Flujo - D2: Estabilidad - D3: Desgaste A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.	Flujo	Marshall
			Estabilidad	Marshall
			Desgaste	Cántabro

Anexo N°03: Matriz de operacionalización de instrumento

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
				1	2	3	4	5
1: Variable Independiente Baterías desechadas de vehículos	Dosificación	Porcentaje	Calculo numérico		X			
	Peso específico	Referencias	Ensayo de laboratorio		X			
	Sales solubles	Contenido de cloruro de sulfato	Ensayo en laboratorio		X			
2: Variable Dependiente Mezcla asfáltica en caliente	Flujo	Marshall	- Prensa Marshall - Baño María - La gata - Moldes - Martillo compactado		X			
	Estabilidad	Marshall	Prensa Marshall		X			
	Desgaste	Cántabro	Abrasión los ángeles		X			

Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA
ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS
PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE
VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022"

PRESENTADO POR:

Bach. SAEZ CARBAJAL HECTOR

965287894 / 964743431

idecontrapruebas@gmail.com

Pje. Grau No 211, Chilca - Huancayo





INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S. A. C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

PROPIEDADES DEL AGREGADO

- GRANULOMETRIA
- MATERIAL QUE PASA No. 200
- LIMITE LIQUIDO MALLA No. 200
- LIMITE PLASTICO MALLA No. 200
- TERRONES DE ARCILLA
- PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS
- GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION
- EQUIVALENTE DE ARENA
- ABRASION LOS ANGELES

965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com



Pje. Grau No 211, Chilca - Huancayo





INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ACALDO
- TOPOGRAFÍA Y GEODÉSIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- CORRIJA, VEJA Y AJUSTES DE MEDIDORAS PARA CONTROL DE CALIDAD Y MUESTRA
- VEJETA DE MATERIALES FINOS CONVENCIÓN CDM
- CAPACITADORES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : [XP-056-IDC-2023]

Código de forma : CT-02_REV01/2023.06.14

Peticionaria : DASH SAEZ CARBAL HECTOR

Ubicación : HUANCAYO JUNÍN

Centro : PILCOMAYO

N° de muestra : AS_FINO

Fecha de recepción : Abr-2023

Fecha de emisión : Jul-2023

ASTM C136/C136M-19, METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA ANALISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

MUESTRA: ASFALTO FINO

FORMA DE PARTICULA: SUB REDONDEADA

ABERTURAS CUADRADAS		MASA RETENIDA	% PARCIAL REENIDO	% ACUMULADO	
TAMIZ	"mm"			% ACUMULADO	% QUE PASA
5 in.	125.00	0	0.00	0.00	100.00
4 in.	100.00	0	0.00	0.00	100.00
3 1/2 in.	90.00	0	0.00	0.00	100.00
3 in.	75.00	0	0.00	0.00	100.00
2 1/2 in.	63.00	0	0.00	0.00	100.00
2 in.	50.000	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2 in.	37.500	0	0.00	0.00	100.00
1 in.	25.000	0	0.00	0.00	100.00
3/4 in.	19.000	0	0.00	0.00	100.00
3/8 in.	12.500	0	0.00	0.00	100.00
No. 4	4.750	0	0.00	0.00	100.00
No. 10	2.000	158.6	12.23	12.23	87.77
No. 40	0.425	512.44	39.51	51.74	48.26
No. 80	0.180	469.14	36.17	87.91	12.09
No. 200	0.075	141.03	10.87	98.79	1.21
FONDO		15.75	1.21	100.00	—



Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo

9528786 / 964763431

idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@proton.com

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

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023

Código de formato : CT_02_REV.01/2023 DE 14

Beneficiario : Bach. SAEZ CARBAJAL HECTOR

Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN

Cantera : PILCOMAYO

N° de muestra : AG. GRUESO

Fecha de recepción : Abr-2023

Fecha de emisión : Jul-2023

ASTM C136/C136M-19, MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA ANÁLISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

MUESTRA: AGREGADO GRUESO FORMA DE PARTICULA: SILICIOSA

ABERTURAS CUADRADAS		MASA RETENIDA	% PARCIAL REENIDO	% ACUMULADO	
TAMIZ	"mm"			% ACUMULADO	% QUE PASA
5 in.	125.00	0	0.00	0.00	100.00
4 in.	100.00	0	0.00	0.00	100.00
3 1/2 in.	90.00	0	0.00	0.00	100.00
3 in.	75.00	0	0.00	0.00	100.00
2 1/2 in.	63.00	0	0.00	0.00	100.00
2 in.	50.000	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2 in.	37.500	0	0.00	0.00	100.00
1 in.	25.000	0	0.00	0.00	100.00
3/4 in.	19.000	0	0.00	0.00	100.00
1/2 in.	12.500	880	5.01	5.01	94.99
3/8 in.	9.500	9552	37.81	42.82	57.18
No. 4	4.750	6083	35.10	77.93	22.07
No. 10	2.000	3825	22.07	100.00	0.00
No. 40	0.425	0	0.00	100.00	0.00
No. 60	0.250	0	0.00	100.00	0.00
No. 200	0.075	0	0.00	100.00	0.00
FONDO		0	0.00	100.00	—



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Calle Lima Junín Varón
 Huancayo - Junín

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Calle Lima Junín Varón
 Huancayo - Junín
RUC: 20610623612

📍 Pje Grau N° 211, Chilca - Huancayo

☎ 965287894 / 964763431

✉ idecontrapruebas@gmail.com

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a idecontrapruebas@gmail.com

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CORRECCIÓN DE PROYECTOS
- COMEDA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

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

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERIAS DESECHABLES DE VEHICULOS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023 **Cantera** : PILCOMAYO

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 **N° de muestra** : AG. FINO

Peticionario : Bach. SAEZ CARBAJAL HECTOR

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Ensayado por** : Y.Z.L.Z

Fecha de recepción : Abr-2023 **Fecha de emisión** : Jun - 2023

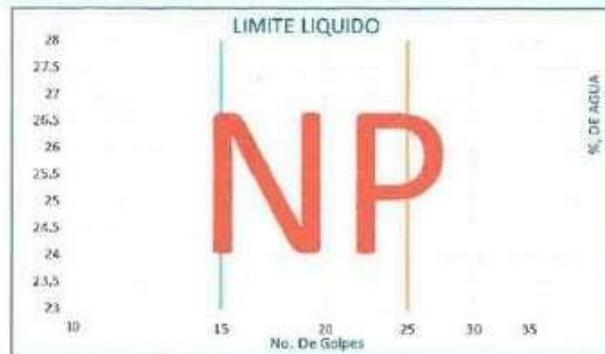
ASTM D4318-17e1; MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

A.- INFORMACIÓN GENERAL

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA	15.0 °C	METODO DE PREPARACION	SECA
	HUMEDAD	36%		PASANTE No. 200

B.- ENSAYO

ENSAYO N°	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	No. Golpes	15	25	15	25
NUMERO DE GOLPES	-	-	-	-	-
MASA DE LA TARA, g	-	-	-	-	-
MASA DE TARA + SUELO HUMEDO, g	-	-	-	-	-
MASA DE TARA + SUELO SECO, g	-	-	-	-	-
MASA AGUA, g	NP	NP	NP	NP	NP
MASA SUELO SECO, g	NP	NP	NP	NP	NP
CONTENIDO DE AGUA, %	NP	NP	NP	NP	NP



LÍMITE LÍQUIDO	NP
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE PLÁSTICO	NP

OBSERVACIONES

- 1.- Muestras de agregadas provistas e identificadas por el testista.
- 2.- los datos fueron ensayadas en el laboratorio a condiciones ambientales.
- 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
Calle Comercio 100, Huancayo - Junín, Perú. Teléfono: 81968

Bach. Lino Zuniga Yerson
CIP 270203

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
Calle Comercio 100, Huancayo - Junín, Perú. Teléfono: 81968

Ing. Manuel Vasquez Manuel
CIP 270203
JEFE DE CALIDAD

📍 Pje. Grau N° 201, Oñiza - Huancayo

☎ 95267895 / 954743431

✉ idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad por favor comuníquese a idecontrapruebas@gmail.com



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

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023 **Centra** : PILCOMAYO

Código de formato : CF-02_REV.01/2023-06-14 **N° de muestra** : AG. GRUESO Y FINO

Peticionario : Bach. SAEZ CARBAJAL HECTOR

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Ensayado por** : Y.Z.L.Z

Fecha de recepción : Abr-2023 **Fecha de emisión** : Jun -2023

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200 POR LAVADO
NTP 400.018-ASTM C 117-MTC E-202

A.- INFORMACION GENERAL

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA	15.2 °C	PROCEDIMIENTO DE LAVADO	A
	HUMEDAD	34%		LAVADO CON AGUA

B.- ENSAYO

AGREGADO GRUESO

Muestra	M-01
Tamaño máximo nominal	1/2"
Masa seca de la muestra original	2567.25 g
Masa seca de la muestra después del lavado	2579.64 g
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	0.29 %

AGREGADO FINO

Muestra	M-01
Masa seca de la muestra original	1256.89 g
Masa seca de la muestra después del lavado	1240.47 g
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	1.31 %

OBSERVACIONES

- Muestras de agregados provistas e identificadas por el tesisista.
- los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.
- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

[Firma]
Ing. Yerson Saez Carvajal
C.A. DEL LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
[Firma]
Ing. Yerson Saez Carvajal
C.A. DEL LABORATORIO



SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TEMPERATURA Y HUMEDAD
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

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

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERIAS DESECHABLES DE VEHICULOS, HUANCAYO 2022

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023 **Cantera** : PILCOMAYO

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-05-14 **N° de muestra** : AG. GRUESO Y FINO

Peticionario : Bach. SAEZ CARBAJAL HECTOR

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Ensayado por** : Y.Z.L.Z

Fecha de recepción : Abr-2023 **Fecha de emisión** : Jun - 2023

NTP 400.015; METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DESMENUZABLES EN LOS AGREGADOS

A.- INFORMACION GENERAL

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA	15.0 °C	METODO DE SECADO DE MUESTRAS	HORNO:
	HUMEDAD	36%		110 °C

B.- ENSAYO

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS DE LA MUESTRA	MASA MINIMA, g	MASA SECA "M"	MASA SECA FINAL "R"	%, PARTICULAS DEZMENUZABLES
4.75 mm a 9.5 mm (No. 4 a 3/8 pulg)	1000	1348.56	1344.75	0.28%
9.5 mm a 19.0 mm (3/8 pulg a 3/4 pulg)	2000	2147.65	2145.85	0.08%
19.0 mm a 37.5 mm (3/4 pulg a 1 1/2 pulg)	3000	-	-	-
Mayor que 37.5 mm (1 1/2 pulg)	5000	-	-	-
Agregado Fino retenido tamiz No. 16	> 25	245.6	244.75	0.35%

PARTICULA	%, PARTICULA DEZMENUZABLE
AGREGADO GRUESO	0.18%
AGREGADO FINO	0.35%

OBSERVACIONES

- 1.- Muestras de agregados provistas e identificadas por el tesista.
- 2.- los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.
- 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
Calle Comercio 11, Huancayo - JUNIN
Dpto. Leona Zúñiga Yerson
Jefe de Laboratorio

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
Calle Comercio 11, Huancayo - JUNIN
Ing. Ruchir-Vicquero Manuel
CIP: 27103
JEFE DE CALIDAD





SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- CONTROL, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIA PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

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

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023 **Cantera** : PILCOMAYO

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 **N° de muestra** : AG. GRUESO Y FINO

Peticionario : Bach. SAEZ CARBAJAL HECTOR **Ensayado por** : Y.Z.L.Z

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Jun - 2023

Fecha de recepción : Abr-2023

MTC E 210; METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO

A.- INFORMACION GENERAL

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA	15.1 °C
	HUMEDAD	37%

1.- EJECUCION DEL ENSAYO

1.1.- CON UNA A MAS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		Masa de Muestra, g	Masa con caras Fracturadas, g	% de caras Fracturadas	%, retenido gradación Original	%, Promedio de caras fracturadas
Pasante Tamiz	Retenido Tamiz					
1 1/2 in.	1 in.	0	0	0	0	0
1 in.	3/4 in.	0	0	0	0	0
3/4 in.	1/2 in.	896.56	788.6	88	81	71
1/2 in.	3/8 in.	215	210.3	98	19	19
Total =		1111.56			100	90

Porcentaje de una a mas caras Fracturadas*: 90 %

1.2.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		Masa de Muestra, g	Masa con caras	% de caras Fracturadas	%, retenido gradación	%, Promedio de caras
Pasante Tamiz	Retenido Tamiz					
1 1/2 in.	1 in.	0	0	0	0	0
1 in.	3/4 in.	0	0	0	0	0
3/4 in.	1/2 in.	896.56	847	94	81	76
1/2 in.	3/8 in.	215	215	100	19	19
Total =		1111.56			100	96

Porcentaje de dos a mas caras Fracturadas*: 96 %

OBSERVACIONES

- 1.- Muestras de agregados provistas e identificadas por el tesista.
- 2.- los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.
- 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.



Tel: 041 N° 211, Ollca - Huancayo

95297894 / 914743431

idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede contactar a: idecontrapruebas@gmail.com

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

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERIAS DESECHABLES DE VEHICULOS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023 **Cantera** : PILCOMAYO

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 **N° de muestra** : AG. GRUESO Y FINO

Peticionario : Bach. SAEZ CARBAJAL HECTOR

Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN **Ensayado por** : Y.Z.L.Z

Fecha de recepción : Abr-2023 **Fecha de emisión** : Jul - 2023

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO - ASTM C127-15

PROCEDIMIENTO	DATO
A = Masa de muestra seca en horno de ensayo al aire, g	2430
B = Masa de muestra de ensayo "superficie saturada seca" en el aire, g	2454
C = Masa aparente de muestra saturada de ensayo en el agua, g	1496
Densidad Relativa (Gravedad Especifica)(OD)	2.46
Densidad Relativa (Gravedad Especifica) (SSD)	2.48
Densidad Aparente Relativa (Gravedad Especifica Aparente)	2.62
Absorción %	0.99%

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO - ASTM C128-15

PROCEDIMIENTO	DATO
A = Masa de la muestra seca al horno, g	492.5
B = Masa de la fiola llenado de agua hasta la marca de calibración, g	656.2
C = Masa de Fiola llena de la muestra y el agua hasta la marca de Calibración, g	975
S = Masa de la muestra de saturadosuperficialmente seca, g	500
Masa fiola, g	156.2
Densidad Relativa (Gravedad Especifica)(OD)	2.69
Densidad Relativa (Gravedad Especifica) (SSD)	2.73
Densidad Aparente Relativa (Gravedad Especifica Aparente)	2.80
Absorción %	1.52%

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.


 Bach. **Liana Zuniga Yerson**
 JEFE DE LABORATORIO


 Ing. **Mucha Vazquez Manuel**
 JEFE DE CALIDAD

 Pje. Grau N° 211, Chicla - Huancayo

 965287864 / 960762331

 idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad de este documento consulte a: idecontrapruebas@gmail.com

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

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022

Expediente N° : EXP-0564DC-2023 **Cantera** : PILCOMAYO

Código de formato : CT-02_REV.03/2023-06-14 **N° de muestra** : AGREGADO FINO

Peticionario : Bach. SAEZ CARBAJAL HECTOR

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Ensayado por** : Y.Z.LZ

Fecha de recepción : Abr-2023 **Fecha de emisión** : Jun -2023

NTP 339.146 Rev. 2019; SUELOS. Método de ensayo normalizado para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino

A.- REACTIVO

Reactivo Empleado: Cloruro de calcio **Disolución:** 86 mL en 3.8 Litros

1.- Ejecución de Ensayo

Preparación del espécimen de ensayo: Procedimiento B
Metodo de agitación: Metodo Manual **Constante :** 254 mm

Lectura de Arena*	348	346	346
Lectura de Arcilla*	115	118	118
lectura de Arena Corregida	94	92	92
Arena Equivalente, SE*	82	78	78
Valor de Equivalente, SE*	80		

* Los datos son redondeados al numero entero superior

Observación:

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



Ing. Mónica Vasquez Manuel
JEFE DE CALIDAD



Ing. Mónica Vasquez Manuel
JEFE DE CALIDAD



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ACERADO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPAÑIA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCION Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCION CIVIL
- CASIOTACTORES

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

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERIAS DESECHABLES DE VEHICULOS, HUANCAYO 2022

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. SAEZ CARBAJAL HECTOR
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
Fecha de recepción : Abr-2023
Cantera : PILCOMAYO
N° de muestra : AGREGADO GRUESO
Ensayado por : Y.Z.L.Z
Fecha de emisión : Jun - 2023

ASTM C131/C131M-20, Método de prueba estándar para la resistencia a la degradación de agregados gruesos de tamaño pequeño por abrasión e impacto en la máquina Los Angeles

1.- Datos

Codigo de Muestra : AGREGADO GRUESO
Ubicación / N° Extracción : HUANCAYO - JUNIN
Designación de Granulometria: B
Fecha de Extracción : Jun - 2023

2.- Ensayo

Tabla 1 Granulometría de las muestras de ensayo*

PASANTE	TAMAÑOS		RETENIDO		Masa de los tamaños indicados, g			
	mm	in	mm	in	A	B	C	D
37.50	1 1/2	25	1	1290 ± 25				
25.00	1	19	3/4	1290 ± 25				
19.00	3/4	12.5	1/2	1290 ± 10	2500 ± 10			
12.50	1/2	9.5	3/8	1290 ± 10	2500 ± 10			
9.50	3/8	6.3	1/4			2500 ± 10		
6.30	1/4	4.75	No 4			2500 ± 10		
4.75	No 4	2.36	No 8				5000 ± 10	
TOTAL					5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
NÚMERO DE ESFERAS					12	11	8	6
MASA DE CARGA, g					6000 ± 25	4584 ± 25	3390 ± 20	2500 ± 16
NÚMERO DE REVOLUCIONES					500	500	500	500

Fuente: Tabla 1, ASTM C131/C131M-20, Modificación Propia.

MATERIAL EMPLEADO SEGÚN LA DESIGNACION GRANULOMETRICA

PASANTE	TAMAÑOS		RETENIDO		Masa Empleada, g			
	mm	in	mm	in	A	B	C	D
37.50	1 1/2	25	1					
25.00	1	19	3/4					
19.00	3/4	12.5	1/2			2505		
12.50	1/2	9.5	3/8			2495		
9.50	3/8	6.3	1/4					
6.30	1/4	4.75	No 4					
4.75	No 4	2.36	No 8					
Total de masa Empleada, g						5001		
Masa Retenido malla N°12, g						3687		
Pérdida (Pasante Malla N° 12), g						1314		
PÉRDIDA DE ABRASIÓN, %						28		

Nota:

1.- Tabla Informativa para la ejecución del ensayo.

Observaciones:

* La muestra fue proporcionada por el cliente.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Lina Zumbra Yorsop
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Y.Z.L.Z
JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, Chicla - Huancayo



95287874 / 954743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

ENSAYO MARSHALL EN CALIENTE - CONVENCIONAL

- COMBINACION DEL AGREGADO
- FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO
- ENSAYO MARSHALL - DATOS EXTRAIDOS
- GRAVEDAD ESPECIFICA TEORICA MAXIMA (RICE)
- GRAVEDAD ESPECIFICA BULK
- ESTABILIDAD CORREGIDA

965287894 / 964743431

idecontrapruebas@gmail.com

Pje. Grau No 211, Chilca - Huancayo



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

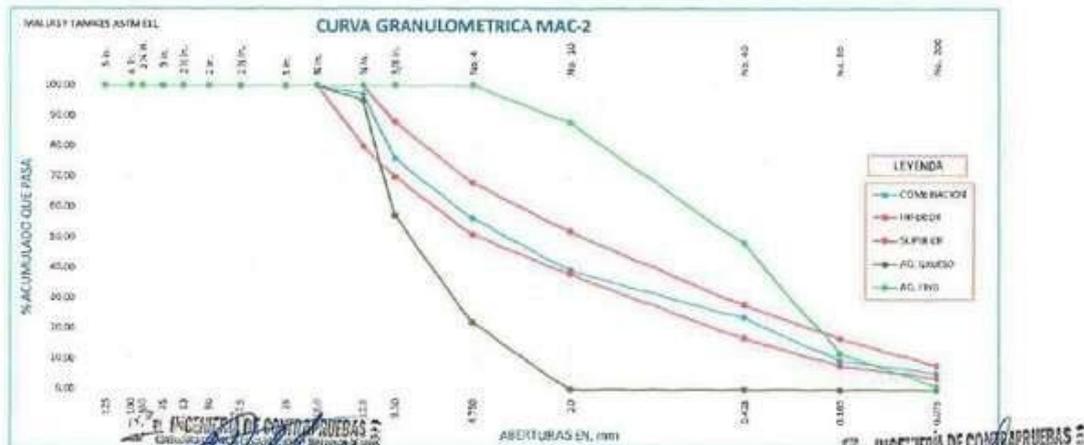
PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERIAS DESECHABLES DE VEHICULOS, HUANCAYO 2022"
Expediente N° : EXP-056-DC-2023
Código de formato : CI-02_REV.01/2023.06.14
Redactor : Balc. SAEZ CARBAL HECTOR
Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN

Cantera : PILCOMAYO
N° de muestra : COMBINACION
Fecha de recepción : Abr-2023
Fecha de emisión : Jul-2023

ASTM C136/C136M-19, METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA ANALISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

MUESTRA: MAC-2

ABERTURAS CUADRADAS	AG. GRUESO	AG. FINO	FILLER	AG. GRUESO	AG. FINO	FILLER	COMBINACIONES
TAMIZ	"mm"	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA	50%	30%	5%
5 in.	125.00	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00
4 in.	100.00	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00
3 1/2 in.	90.00	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00
3 in.	75.00	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00
2 1/2 in.	63.00	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00
2 in.	50.00	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00
1 1/2 in.	37.500	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00
1 in.	25.000	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00
3/4 in.	19.000	100.00	100.00	100.00	56.00	39.00	5.00
3/8 in.	12.500	94.99	100.00	100.00	53.19	39.00	5.00
No. 4	4.750	22.07	100.00	100.00	12.36	39.00	5.00
No. 10	2.000	0.00	67.77	100.00	0.00	34.23	5.00
No. 40	0.425	0.00	48.28	100.00	0.00	18.62	5.00
No. 60	0.250	0.00	12.09	100.00	0.00	4.71	5.00
No. 200	0.075	0.00	1.21	100.00	0.00	0.47	5.00





SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- CONTROL, VERIFICA Y VALORES DE INSPECCIONES PARA CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO
- VERIFICA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

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

PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERIAS DESECHABLES DE VEHICULOS, HUANCAYO 2022"	
Expediente N°	EXP-056-IDC-2023	Cantera : PILCOMAYO
Código de formato	CT-02_REV.01/2023-05-14	N° de muestra : CONVENCIONAL
Participante	Bach. SAUL CARBAJAL HECTOR	Fecha de recepción : Abr-2023
Ubicación	HUANCAYO - IWIN	Fecha de emisión : Jul - 2023

FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO MARSHALL EN CALIENTE
MEZCLA ASFALTICA MAC-2

Pag. : 1 de 2

1.- GRADACION DEL MATERIAL

% de Grava en Peso total de la Mezcla	50%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	39%
% de Filler en la Mezcla	5%

% de Grava en Peso total del Agregado	58.95%
% de Arena en Peso total del Agregado	41.05%

2.- PROPORCIONES PARA LA ELABORACION DE BQUETAS

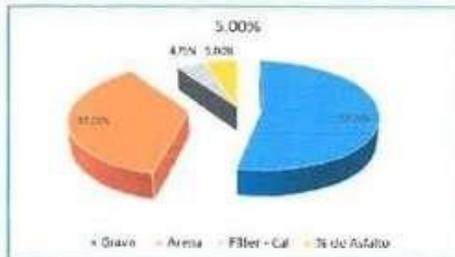
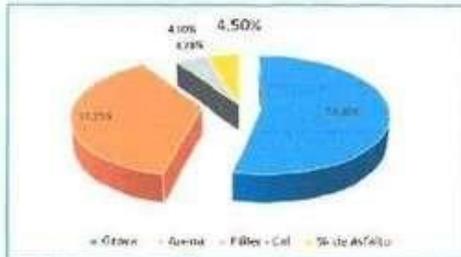
TIPO DE MUESTRO:	SOSTENIDO MANUALEMENTE	DIAMETRO DE MOLDE, cm:	10
NUMERO DE GOLPES POR LADO:	75	ALTURA, cm:	6.35

MUESTRA	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
°C. Fabricación	140	140	140	140	140	140
°C. Compactación	125	125	125	125	125	125
Numero de Golpes por Cara	75	75	75	75	75	75
Masa de Mezcla, g	1200	1200	1200	1200	1200	1200
% de Asfalto sim	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%
Masa Total de Ag. g	1146	1140	1134	1128	1122	1116
Grava	641.76	638.4	635.04	631.68	628.32	624.96
Arena	448.94	444.8	442.26	439.82	437.58	435.24
Filler - Cal	57.3	57	56.7	56.4	56.1	55.8
Masa de Asfalto, g	54	60	66	72	78	84

3.- PROPORCIONES EN %

Masa de Mezcla, g	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Masa de Asfalto, g	54	60	66	72	78	84
Masa Total de Ag. g	1146	1140	1134	1128	1122	1116
Grava	55.48%	51.20%	52.92%	52.64%	52.30%	52.08%
Arena	37.25%	37.05%	36.80%	36.60%	36.47%	36.27%
Filler - Cal	4.78%	4.75%	4.73%	4.72%	4.68%	4.65%
% de Asfalto	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%

4.- GRAFICOS DE PROPORCIONES DE ASFALTO



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
Bach. Saul Carvajal H. H. TORONTO
C.P. DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
Ing. Saul Carvajal H. H. TORONTO
C.P. DE CALIDAD

📍 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo

☎ 952107894 / 964743431

✉ infocontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

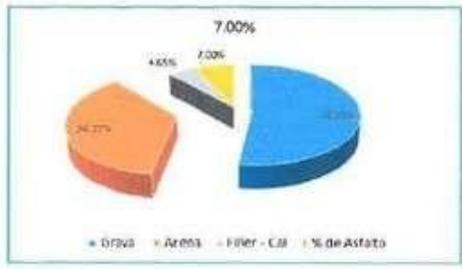
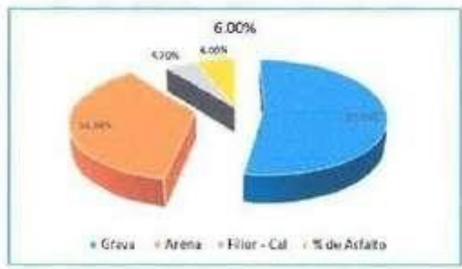
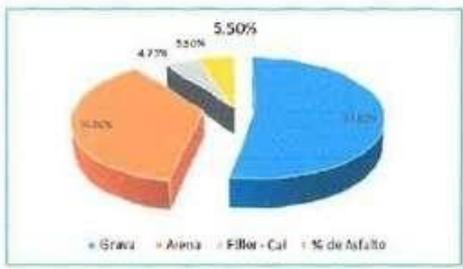
Para verificar la actividad puede contactar a: infocontrapruebas@gmail.com

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

PROYECTO	: TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESCHOS PROVENIENTES DE BATERIAS DESECHABLES DE VEHICULOS, HUANCAYO 2022"	Cantera	: PILCOMAYO
Expediente N°	: EXP-056-IDC-2023	N° de muestra	: CONVENCIONAL
Código de formato	: CT-02_REV.01/2023-06-14	Fecha de recepción	: 16-06-2023
Peticionario	: Bath, SAEZ CAIBAJAL HECTOR	Fecha de emisión	: 2 Jul - 2023
Ubicación	: HUANCAYO JUNIN		

FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO MARSHALL EN CALIENTE
MEZCLA ASFÁLTICA MAC-2

Pag. : 2 de 2



Observaciones:
 * Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas de 14.6°C y 38% de Humedad relativa. En las fechas de 2023-06-01 al 2023-06-25.
 * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
 * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Bath, Florín, Zúñiga, Yorisson
 JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Ing. Jhovani Viquez Morales
 JEFE DE CALIDAD

📍 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo

☎ 95287894 / 964743431

✉ idecontrapuebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a idecontrapuebas@gmail.com

SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- COORDINACIÓN DE PROYECTOS
- CONTRATA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESCHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023

Código de formato : CI-02_REY.D.1/2023-06-14

Peticionario : Ing. SAEZ CARBAJAL HECTOR

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : PILCOMAYO

N° de muestra : CONVENCIONAL

Fecha de recepción : Abr-2023

Fecha de emisión : Jul-2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 1 de 3

1. Ensayo de Marshall, datos extraídos previo al ensayo

% ASFALTO	CODIGO DE BRQUETA	Diametro (mm)			ALTURAS (mm)			MASA DE BRQUETA, g	MASA SUMERGIDA, g	SUPERFICIALES, MTL, g	ESTABILIDAD, kN	FLUJO, mm
		D1	D2	H1	H2	H3						
4.50%	A-1	101.85	101.95	61.15	61.00	62.25	1125.50	632.80	1120.70	7.57	2.580	
	A-2	101.60	101.70	66.35	66.00	65.00	1142.30	672.10	1190.60	7.69	2.874	
	A-3	101.00	101.80	63.10	63.00	63.60	1145.40	675.50	1190.20	7.52	2.845	
5.00%	B-1	101.70	100.90	63.00	63.50	64.30	1195.00	702.10	1223.70	9.95	3.000	
	B-2	101.50	101.70	63.20	63.30	63.20	1145.00	690.80	1202.40	8.20	2.987	
	B-3	101.30	101.60	62.00	61.50	62.30	1116.70	661.70	1151.90	6.00	2.391	
5.50%	C-1	101.40	101.70	62.30	62.15	62.00	1162.60	682.60	1184.40	11.00	3.080	
	C-2	101.80	101.60	66.40	66.70	66.30	1192.50	685.50	1196.80	9.73	3.147	
	C-3	101.30	101.70	65.00	65.30	65.70	1168.50	676.40	1193.10	10.14	3.087	
6.00%	D-1	101.60	101.30	63.20	63.30	63.30	1211.20	692.70	1212.50	11.01	3.340	
	D-2	101.70	101.40	63.00	63.10	63.40	1179.90	673.50	1182.50	10.40	3.480	
	D-3	101.40	101.60	61.80	62.00	61.70	1170.00	669.50	1172.10	11.25	3.547	
6.5%	E-1	101.10	101.10	62.40	62.70	63.20	1161.70	684.40	1192.30	10.11	3.632	
	E-2	101.35	101.40	62.00	61.50	61.60	1145.20	653.20	1147.70	10.25	3.671	
	E-3	101.65	101.80	60.55	61.25	62.15	1172.50	671.80	1173.10	9.97	4.756	
7.00%	F-1	101.35	101.40	60.00	59.50	59.65	1130.40	645.50	1131.60	8.90	3.205	
	F-2	101.50	101.60	62.70	61.80	60.35	1157.30	659.40	1158.00	10.54	5.383	
	F-3	101.50	101.45	60.75	60.50	60.40	1153.30	656.70	1154.00	7.63	5.360	

Observación:

* Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas de 14.6°C y 38% de Humedad relativa. En las fechas de 2023-06-01 al 2023-06-28.

* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.



INGENIERÍA DE CONTRAPUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Irma Zúñiga Yerson
CIP: 270643



INGENIERÍA DE CONTRAPUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Murchy
CIP: 270643
JUNIN EN CALIDAD

Rta. Grau N° 211, Chica - Huancayo



965261694 / 96474343



idecontrapuebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a idecontrapuebas@hotmail.com

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESCHOS PROVENIENTES DE BATERIAS DESECHABLES DE VEHICULOS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023
 Código de formato : CT-02_REV.01/2023-05-14
 Peticionario : Bach. SÁEZ CARBAJAL RECTOR
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantea : PUCOMAYO
 N° de muestra : CONVENCIONAL
 Fecha de recepción : Abr-2023
 Fecha de emisión : Jul - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MYC E 504

Página: 2 de 3

Z.- Ensayo, ASTM D 2041: Gravedad Específica Técnica Máxima de la Mezcla, G_{mm}

PROCIENSIÓN	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%
Masa de muestra seca en el aire, g	1184.59	1198.00	1197.50	1196.80	1193.48	1209.60
Masa de tara y recipiente con agua a 25°C, g	11545.00	11348.00	11348.00	11348.00	11348.00	11348.00
Masa de tara, recipiente, muestra y agua a 25°C, g	12016.00	12050.00	12053.30	12054.00	12050.00	12053.00
Gravedad Específica Técnica Máxima de la Mezcla, G_{mm}	2.400	2.415	2.433	2.438	2.428	2.405

X.- Proceso de ensayo, ASTM D 2726: Gravedad Específica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}

% de ASFALTO	CODIGO DE BQUITA	Masa del espécimen seco en el aire, g	Masa del espécimen saturado superficialmente seco en el aire, g	Masa de la muestra en agua, g	Masa del volumen de agua para el espécimen de la muestra a 25°C	Gravedad Específica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
4.50%	A-1	1125.50	1129.70	617.80	496.90	2.245
	A-2	1142.30	1190.60	672.10	518.50	2.203
	A-3	1145.40	1190.70	675.50	514.70	2.225
5.00%	B-1	1195.00	1223.70	702.10	521.60	2.291
	B-2	1145.00	1202.40	690.80	511.60	2.258
	B-3	1118.70	1151.90	661.70	490.20	2.282
5.50%	C-1	1182.60	1184.40	682.60	501.80	2.357
	C-2	1192.50	1196.80	655.50	511.70	2.244
	C-3	1188.50	1193.10	676.40	516.70	2.300
6.00%	D-1	1211.70	1212.50	692.70	519.80	2.380
	D-2	1179.90	1182.50	673.50	509.00	2.318
	D-3	1170.00	1172.10	669.50	507.60	2.328
6.50%	E-1	1191.70	1192.30	684.40	507.90	2.346
	E-2	1145.20	1147.70	653.20	494.50	2.316
	E-3	1172.50	1173.10	671.80	501.10	2.339
7.00%	F-1	1130.40	1131.60	645.50	486.10	2.325
	F-2	1157.30	1158.00	659.40	498.60	2.321
	F-3	1153.30	1154.00	656.70	497.30	2.319

Observaciones:
 * Los datos obtenidos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas de 14.8°C y 20% de humedad relativa. En las fechas de 2023-06-01 al 2023-06-28.
 * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducción en su totalidad.
 * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INGENIERÍA DE CONTRAPUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Bach. SÁEZ CARBAJAL RECTOR
 LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Juan Antonio Rodríguez Morales
 JUNIN - HUANCAYO

Pje. Grau N° 211, Oficina - Huancayo

965281894 / 964765401

idecontrapuebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse al correo: idecontrapuebas@gmail.com

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y AGUILLADO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRAS, VENTA Y ALMACÉN DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CONSEJERÍAS

PROYECTO: TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERIAS DESECHABLES DE VEHICULOS, HUANCAYO 2022

Expediente N°: EXP-056-IDC-2023
Código de forma: CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario: BACK SAOZ CARBAJAL HECTOR
Ubicación: HUANCAYO - JUNIN

Cantera: PILCOMAYO
N° de muestra: CONVENCIONAL
Fecha de recepción: Abr-2023
Fecha de emisión: Jul-2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 3 de 5

A.- Datos Básicos de las Propiedades de los Componentes

Gravedad Específica del Cemento Asfáltico	1.03
Gravedad Específica del Agregado Fino	2.49
Gravedad Específica del Agregado Grueso	2.45
Gravedad Específica del Filler	2.35

S.- Determinando la Estabilidad Correjada.

% de ASFALTO	CODIGO DE BLOQUETA	Diámetro, mm	Índice de Esfuerzo, mm	Volumen, cm ³	Ratio de H. Consolidado	ESTABILIDAD, kN	ESTABILIDAD CORREGIDA, kN	ESTABILIDAD, kN
4.50%	A-1	101.90	61.467	501.28	1.04	7.57	7.87	802.58
	A-2	101.65	65.783	533.85	0.95	7.69	7.38	752.69
	A-3	101.85	63.233	515.18	1.00	7.52	7.52	767.12
5.00%	B-1	101.30	63.60	512.58	1.00	9.55	9.55	973.30
	B-2	101.00	63.21	522.65	1.00	8.29	8.29	845.23
	B-3	101.45	61.97	500.90	1.04	8.00	8.32	848.81
5.50%	C-1	101.55	62.150	503.37	1.04	11.00	11.44	1166.51
	C-2	101.70	66.467	539.93	0.93	9.23	9.05	923.10
	C-3	101.30	65.333	528.64	0.96	10.14	9.73	992.13
6.00%	D-1	101.45	63.77	511.41	1.00	11.01	11.01	1122.38
	D-2	101.55	63.17	511.61	1.00	10.40	10.40	1080.69
	D-3	101.50	61.83	500.32	1.04	11.75	11.09	1192.52
6.50%	E-1	101.10	62.767	503.87	1.04	10.11	10.53	1072.15
	E-2	101.38	61.700	498.01	1.04	10.25	10.66	1087.00
	E-3	101.73	61.450	499.42	1.04	9.97	10.37	1057.31
7.00%	F-1	101.38	59.72	482.00	1.00	8.90	9.70	989.32
	F-2	101.55	61.55	498.51	1.04	10.54	10.96	1117.65
	F-3	101.48	60.55	489.60	1.09	7.63	8.31	847.72

6.- PROCESAMIENTO

MEZCLAS ASFÁLTICAS	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	7.00%
% de Grava en Peso total de la Mezcla	53.48%	53.70%	52.92%	52.64%	52.30%	52.09%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	37.25%	37.05%	36.80%	36.65%	36.47%	36.27%
% de Filler en la mezcla	4.78%	4.75%	4.73%	4.70%	4.68%	4.65%
% de Grava en Peso total del Agregado	58.9%	58.9%	58.9%	58.9%	58.9%	58.9%
% de Arena en Peso total del Agregado	41.1%	41.1%	41.1%	41.1%	41.1%	41.1%
Peso Específico bulk de la combinación de agregados, G _{mb}	2.567	2.567	2.567	2.567	2.567	2.567
Gravedad Específica Bulk de la mezcla Compactada (ASTM D2726), G _{mb}	2.231	2.270	2.300	2.325	2.334	2.334
Gravedad Específica teórica máxima (ASTM D2041), G _{mm}	2.400	2.415	2.431	2.438	2.428	2.403
Gravedad Específica Efectiva del Agregado, G _{se}	2.580	2.599	2.647	2.672	2.681	2.671
Porcentaje de Asfalto Absorbido, P _{ba}	0.305%	0.50%	1.15%	1.57%	1.71%	1.56%
Porcentaje de Asfalto Efectivo, P _{be}	4.50%	5.00%	5.49%	5.93%	6.48%	6.99%
% Vacíos en el Agregado Mineral en la Mezcla Compactada "VMA"	16.99%	15.57%	15.31%	14.81%	14.99%	15.45%
% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada "VTM"	7.01%	6.00%	5.45%	4.64%	3.90%	2.87%
% Vacíos llenos con Asfalto "VFA"	58.61%	62.44%	64.43%	68.79%	74.01%	81.41%
Promedio de Estabilidad Correjada, kg	774.13	889.12	1027.25	1125.20	1072.15	984.90
Promedio de FLUID, mm	2.703	2.789	3.108	3.460	4.087	4.643
ESTABILIDAD/FLUID, kg/cm	2864.31	3187.56	3305.55	3250.77	2623.11	2121.80

Observación:

* Los datos obtenidos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas de 14.6°C y 20% de Humedad relativa. En los meses de 2023.

* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de aprobaciones en su totalidad.

* Los resultados fueron obtenidos de base a las muestras evaluadas y entregadas por el cliente al laboratorio.



Pje. Grau N° 211, Chicla - Huancayo



945207896 / 94543433



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede contactar a: chicla.pruebas@gmail.com

SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE BARRAS DE BARRIL, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODENSIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMENTA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

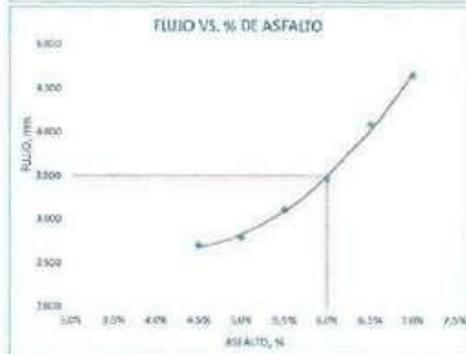
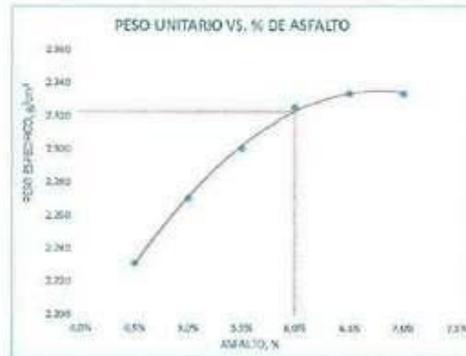
PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022"

Dependiente N° : EXP-056-IDC-2023
Código de formato : CT-02_REV 01/2023-05-14
Peticionario : BARRI, SAEZ CARBAJAL HECTOR
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Centro : PILCOMAYO
N° de muestra : CONVENCIONAL
Fecha de recepción : Abr-2023
Fecha de emisión : Jul-2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504
Página: 4 de 5

7.- GRÁFICOS



PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023
 Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
 Peticionario : BARR. SAEZ CARIBAL HECTOR
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN

Cantera : PILCOMAYO
 N° de muestra : CONVENCIONAL
 Fecha de recepción : ABR/2023
 Fecha de emisión : JUL/2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 5 de 5

8.- RESULTADOS

NUMERO DE GOLPES POR LADO:	75
ASFALTO, %:	6.00%
PESO UNITARIO, g/m ³ :	2.323
ESTABILIDAD, kg:	1089
FLUJO, mm:	3.50
% DE VACIOS (%VIM):	4.45%
% VACIOS LLENOS DE CON ASFALTO:	68.70%
% VACIOS EN EL AGREGADO (%VMA):	14.91%
ESTABILIDAD/FLUJO, kg/cm	313.43



COMPOSICION DE MEZCLA

Componente	% Por Peso del Total de Mezcla	% por Peso del total del Agregado
CEMENTO ASFALTICO	6.00%	-
GRAVA	52.64%	56.00%
ARENA	36.66%	39.00%
Filler - Cal	4.70%	5.00%

Observación:

* Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas de 14.5°C y 38% de Humedad relativa. En las fechas de 2023-06-01 al 2023-06-28

* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.
 Ing. Lina María Yerson
 JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.
 Ing. Lina María Yerson
 JEFE DE CALIDAD



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

ENSAYO MARSHALL EN CALIENTE - DESECHOS DE BATERIA

- FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO
- ENSAYO MARSHALL - DATOS EXTRAIDOS
- GRAVEDAD ESPECIFICA TEORICA MAXIMA (RICE)
- GRAVEDAD ESPECIFICA BULK
- ESTABILIDAD CORREGIDA

965287894 / 964743431 

idecontrapruebas@gmail.com 

Pje. Grau No 211, Chilca - Huancayo 

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

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022"
Expediente N° : EXP-056-IDC-2023
Código de fórmula : CT-02_REV01/2023-06-14
Peticionario : BOM SAEZ CARRASAL RECTOR
Ubicación : HUANCAYO JUNÍN
Cantera : PILCOMAYO
N° de muestra : DESECHOS DE BATERÍAS
Fecha de recepción : ABR 2023
Fecha de emisión : Jul - 2023

FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO MARSHALL EN CALIENTE DESECHOS DE BATERIAS
MEZCLA ASFÁLTICA MAC-2

Pag : 1 de 2

1.- GRADACION DEL MATERIAL

% de Grava en Peso total de la Mezcla	57.64%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	36.66%
% de Filler en la mezcla	4.70%

% de Grava en Peso total del Agregado	58.95%
% de Arena en Peso total del Agregado	41.05%

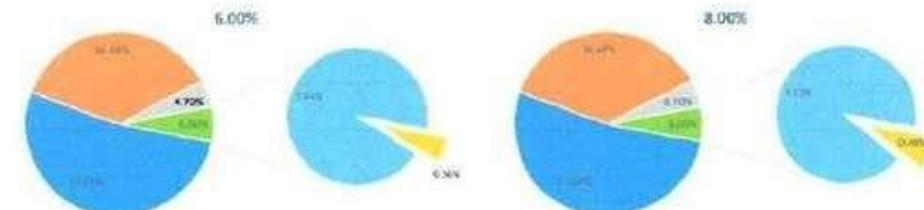
2.- PROPORCIONES PARA LA ELABORACION DE BRIQUETAS

TIPO DE MARTILLO: NÚMERO DE GOLPES POR CARA:	SOSTENIDO MANUALMENTE		DIÁMETRO DE MOLDE, cm:		Ø
	75	100	100	150	5.35
% DE SECHOS DE BATERIAS	0.00%	6.00%	8.00%	10.00%	12.00%
*C. Fabricacion	140	140	140	140	140
*C. Compaction	125	125	125	125	125
Número de Golpes por Cara	75	75	75	75	75
Masa de Mezcla, g	1200	1200	1200	1200	1200
% de Asfalto sim	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%
Masa Total de Ag, g	1200	1195.88	1194.24	1192.8	1191.36
Grava 1/2	631.88	629.41	628.66	627.89	627.13
Arena	439.92	436.34	437.81	437.28	438.75
Filler - Cal	56.40	56.20	56.13	56.06	55.99
Masa de Asfalto Total, g	72	72	72	72	72
Masa de Desechos de Baterias, g	0	4.32	5.76	7.2	8.64
Masa de Asfalto, g	72	67.68	66.24	64.8	63.36

3.- PROPORCIONES EN %

Masa de Mezcla, g	1200	1200	1200	1200	1200
Masa de Asfalto, g	0	4.32	5.76	7.2	8.64
Masa Total de Ag, g	1200	1195.88	1194.24	1192.8	1191.36
Grava	57.64%	57.64%	57.64%	57.64%	57.64%
Arena	36.66%	36.66%	36.66%	36.66%	36.66%
Filler - Cal	4.70%	4.70%	4.70%	4.70%	4.70%
% DESECHO DE BATERIAS	0.00%	0.36%	0.48%	0.60%	0.72%
% de Asfalto a Usar	6.00%	5.64%	5.22%	5.40%	5.28%

4.- GRAFICOS DE PROPORCIONES DE DESECHOS DE BATERIAS



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Lina Zúñiga Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. María Victoria Narváez
JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, CHILCA - HUANCAYO

9528781 / 9661343

idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la exactitud puede consultar a: idecontrapruebas@gmail.com

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

PROYECTO	: TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022"		
Expediente N°	: EXP-056-IDC-2023	Cantera	: PILCOMAYO
Código de formato	: CI-01_REV01/2023-06-14	N° de muestra	: DESECHOS DE BATERÍAS
Peticionario	: Bach. SAEZ CARBAJAL HECTOR	Fecha de recepción	: Abr - 2023
Ubicación	: HUANCAYO - JUNÍN	Fecha de emisión	: Jul - 2023

FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO MARSHALL EN CALIENTE DESECHOS DE BATERÍAS
MEZCLA ASFÁLTICA MAC-2

Pag. 1 de 2



Observaciones:
 * Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas de 14.6°C y 36% de Humedad relativa. En las fechas de 2023-06-01 al 2023-06-28
 * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad
 * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras enviadas y entregadas por el cliente al laboratorio



INGENIERÍA DE CONTRAPUEBAS S.A.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Calle: Alameda 2549, 7a. Yofre 0203
Jefe de Laboratorio



INGENIERÍA DE CONTRAPUEBAS S.A.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Insa María Viquez Manuel
COP. 870003
Jefe de Calidad

PROYECTO: TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERIAS DESECHABLES DE VEHICULOS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023
 Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
 Peticionario : IIR. SAIZ CARRUAL HECTOR
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : PILCOMAYO
 N° de muestra : DESECHOS DE BATERIAS AL 0%, 6%, 10% y 12%
 Fecha de recepción : Abr-2023
 Fecha de emisión : Jul - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E S04

Página: 1 de 4

1.- Ensayo de Marshall, datos extraídos previo al ensayo

N. DESECHOS DE BATERIAS	CODIGO DE BROQUETA	Diametro (mm)		ALTURAS (mm)			MASA DE BROQUETA g	MASA SUPERZOLMI g	SUPERZOLMI ML g	ESTABILIDAD %	FLUID, mm
		D1	D2	H1	H2	H3					
0.00%	A-1	102.30	101.20	62.70	62.90	61.70	1160.80	668.30	1191.20	10.057	3.580
	A-2	102.10	101.70	63.50	63.90	64.50	1230.70	679.50	1231.60	10.876	3.489
	A-3	101.90	101.90	60.20	60.30	60.10	1164.20	631.70	1155.70	10.047	3.389
6.00%	B-1	102.20	102.40	65.25	65.65	65.70	1155.55	692.70	1156.70	10.895	3.420
	B-2	101.75	101.70	58.05	59.80	60.55	1069.50	625.34	1069.95	11.247	3.099
	B-3	101.85	101.95	59.68	59.85	59.75	1064.11	629.16	1094.79	10.076	3.158
8.00%	C-1	101.75	101.50	63.35	63.40	63.65	1164.58	664.98	1165.15	11.247	3.099
	C-2	101.40	101.65	60.15	60.00	58.75	1099.20	632.06	1099.79	11.997	3.147
	C-3	101.50	101.55	62.35	62.45	62.20	1128.20	644.26	1128.85	12.080	3.087
10.00%	D-1	101.65	101.45	63.20	63.15	63.30	1065.12	619.39	1065.00	11.978	2.896
	D-2	101.60	101.50	63.00	63.15	63.40	1117.73	640.06	1117.92	12.402	2.753
	D-3	101.55	101.45	61.60	62.00	61.70	1104.86	629.16	1106.02	12.245	2.689
12.00%	E-1	101.95	101.60	62.40	62.25	63.20	1100.30	686.66	1106.20	13.689	2.896
	E-2	101.65	101.35	62.00	62.35	61.60	1138.90	657.02	1144.90	13.470	2.587
	E-3	101.50	101.45	60.95	61.00	62.15	1130.02	652.61	1134.43	13.680	2.656

Observación:

* Los datos citados se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas de 14.5°C y 30% de humedad relativa. En las fechas de 2023-06-01 al 2023-06-28.

* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirlo en su totalidad.

* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras enviadas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INGENIERÍA DE CONTRAPUEBAS S.A.C.
 CONSULTORIA CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Calle: Linao Zúñiga Yorscott
 JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPUEBAS S.A.C.
 CONSULTORIA CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
 Ing. Mucha Valenzuela Manuel
 JEFE DE CALIDAD

📍 Calle Grau N° 211, Chicla - Huancayo



95260894 / 944743431



idecontrapuebas@gmail.com

RUC 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a idecontrapuebas@gmail.com

PROYECTO: TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022"

Expediente N°: EXP-056-IDC-2023
Código de formato: CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario: Bach. SAEZ CARBAJAL HECTOR
Ubicación: HUANCAYO - JUNIN

Centro: PILCOMAYO
N° de muestra: DESECHOS DE BATERIAS AL 6%, 8%, 10% y 12%.
Fecha de recepción: Abr. 2023
Fecha de emisión: Jul. 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 2 de 4

2.- Ensayo, ASTM D 2041; Gravedad Específica Teórica Máxima de la Mezcla, G_{mm}

PROCEDIMIENTO	0%	6.00%	8.00%	10.00%	12.00%
Masa de muestra seca en el aire, g	1196.30	1174.60	1148.20	1141.80	1167.30
Masa de tapa y recipiente con agua a 25°C, g	11345.00	11348.00	11348.00	11348.00	11348.00
Masa de tapa, recipiente, muestra y agua a 25°C, g	12031.00	12028.00	12013.30	12011.00	12024.00
Gravedad Específica Teórica Máxima de la Mezcla, G_{mm}	2.344	2.375	2.378	2.379	2.376

3.- Procedimiento, ASTM D 2726; Gravedad Específica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}

N° de DESECHOS DE BATERIAS	CODIGO DE MUESTRA	Masa del espécimen seco en el aire, g	Masa del espécimen saturado superficialmente seco en el aire, g	Masa de la muestra en agua, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 20°C	Gravedad Específica Bulk de la muestra Compactada, G_{mb}
0.00%	A-1	1190.80	1191.20	668.30	522.90	2.222
	A-2	1230.70	1231.80	678.50	552.90	2.224
	A-3	1154.20	1155.70	631.20	524.00	2.201
6.00%	B-1	1155.35	1156.70	639.65	517.05	2.235
	B-2	1089.50	1089.98	612.84	477.15	2.282
	B-3	1094.11	1094.78	618.60	478.18	2.268
8.00%	C-1	1164.58	1165.15	651.69	513.46	2.268
	C-2	1099.20	1099.78	619.42	480.35	2.288
	C-3	1128.29	1128.86	631.37	497.49	2.268
10.00%	D-1	1065.12	1065.60	600.00	465.60	2.288
	D-2	1117.75	1117.92	631.16	486.76	2.298
	D-3	1104.86	1106.02	616.60	486.42	2.258
12.00%	E-1	1140.30	1145.20	673.14	527.06	2.280
	E-2	1119.90	1144.90	643.88	501.01	2.275
	E-3	1130.02	1134.47	639.56	494.86	2.283

Observación:

- * Los datos ensayos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas de 14 a 16°C y 30% de Humedad relativa. En las fechas de 2023-06-01 al 2023-06-28.
- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.
Calle Comercio 100, Huancayo - Junín
Bach. Lima Zuniga Versoff
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.
Calle Comercio 100, Huancayo - Junín
Ing. Macha Viquez Manuel
JEFE DE CALIDAD

Pje. Graza N° 211, Chitca - Huancayo

95287894 / 94703431

idcontrapruebas@gmail.com

RUC: 20510623612

Para verificar la autenticidad puede contactar a: idcontrapruebas@gmail.com

PROYECTO : TESIS "ANALISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS DE BATERIAS DESECHABLES DE VEHICULOS HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-055-IDC-2023
Código de formato : CT-02_REV 01/2023-05-14
Peticionario : Richi SAIZ CARBAJAL HECTOR
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Cantera : PILCOMAYO
N° de muestra : DESECHOS DE BATERIAS AL 6%, 8%, 10% Y 12%
Fecha de recepción : ABR-2023
Fecha de emisión : Jul - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 3 de 4

4. Datos básicos de las Propiedades de los Componentes

Gravedad Específica del Cemento Asfáltico	1.03
Gravedad Específica del Agregado Fino	2.69
Gravedad Específica del Agregado Grueso	2.66
Gravedad Específica del Filler	3.15

5.- Determinando la Estabilidad Corregida

% de BATERIAS	CATEGORIA DE BATERIA	Dámetro, mm	Exceso del Exceso, mm	Volumen, cm ³	Razon de la Compaction	ESTABILIDAD, kg	ESTABILIDAD CORREGIDA, kg	ESTABILIDAD, kg
0.00%	A-1	101.75	62.433	507.66	1.00	10.56	10.08	1025.51
	A-2	101.90	63.967	511.67	0.96	10.88	10.44	1084.66
	A-3	101.85	60.200	490.47	1.00	10.05	10.55	1116.70
6.00%	B-1	102.30	85.50	538.37	0.93	10.30	10.13	1033.29
	B-2	101.73	59.13	480.59	1.14	11.25	12.82	1307.42
	B-3	101.80	59.75	488.32	1.09	10.58	10.98	1119.92
8.00%	C-1	101.63	63.667	518.80	1.00	11.25	11.25	1188.86
	C-2	101.53	59.633	482.75	1.09	11.20	12.25	1300.08
	C-3	101.53	62.333	505.63	1.04	12.09	12.57	1282.02
10.00%	D-1	101.53	63.72	512.01	1.00	11.98	11.98	1221.47
	D-2	101.55	63.18	511.74	1.00	12.40	12.40	1264.63
	D-3	101.50	61.83	500.32	1.04	12.25	12.25	1288.57
12.00%	E-1	101.83	62.617	515.739	0.70	13.59	10.40	1050.86
	E-2	101.50	61.983	501.53	1.04	13.47	14.01	1428.48
	E-3	101.48	61.367	496.30	1.04	13.39	14.45	1473.02

6.- PROCESAMIENTO

IL DESECHOS DE BATERIAS	0.00%	6.00%	8.00%	10.00%	12.00%
% de Grava en Peso total de la Mezcla	52.64%	52.04%	52.64%	52.64%	52.44%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	36.66%	36.66%	36.66%	36.66%	36.66%
% de Filler en la mezcla	4.70%	4.70%	4.70%	4.70%	4.70%
% de Grava en Peso total del Agregado	58.9%	58.9%	58.9%	58.9%	58.9%
% de Arena en Peso total del Agregado	41.1%	41.1%	41.1%	41.1%	41.1%
Peso Especifico bulk de la combinación de agregados, G_{mb}	2.567	2.567	2.567	2.567	2.567
Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada (ASTM D2726), G_{mb}	2.235	2.219	2.275	2.280	2.280
Gravedad específica teorica máxima (ASTM D2922), G_{mm}	2.344	2.375	2.378	2.379	2.375
Gravedad específica Efectiva del Agregado, G_{se}	2.344	2.591	2.683	2.784	2.891
Porcentaje de Asfalto Absorbido, P_{ab}	-3.81%	0.37%	1.74%	3.13%	4.57%
Porcentaje de Asfalto Efectivo, P_{ae}	0.0%	6.00%	7.98%	9.97%	11.96%
% Vacíos en el Agregado Mínimo en la Mezcla Compactada "VMA"	12.94%	16.93%	18.47%	20.04%	21.85%
% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada "VTM"	4.67%	4.47%	4.33%	4.14%	4.00%
% Vacíos llenos con Asfalto "VFA"	63.89%	73.60%	75.56%	79.35%	81.43%
Promedio de Estabilidad Corregido, kg	1068.96	1153.94	1242.99	1261.56	1320.78
Promedio de FLUIDO, mm	3.470	3.232	3.308	2.783	2.723
ESTABILIDAD FLUIDO, kg/cm	3072.33	3588.76	3999.75	4533.62	4851.07

Observación:

- * Los datos obtenidos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controladas de 14.6°C y 36% de humedad relativa. En las fechas de 2023-06-01 al 2023-06-28.
- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.



Ing. Lina Zúñiga Verzon
JEFE DE LABORATORIO



Ing. Martha Valeroz Manuál
JEFE DE CALIDAD

📍 Pte. Grillo N° 211, Chicla - Huancayo

☎ 052678996 / 94743431

✉ idcontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Rev. Verificar la autenticidad para
 obtener el documento en línea

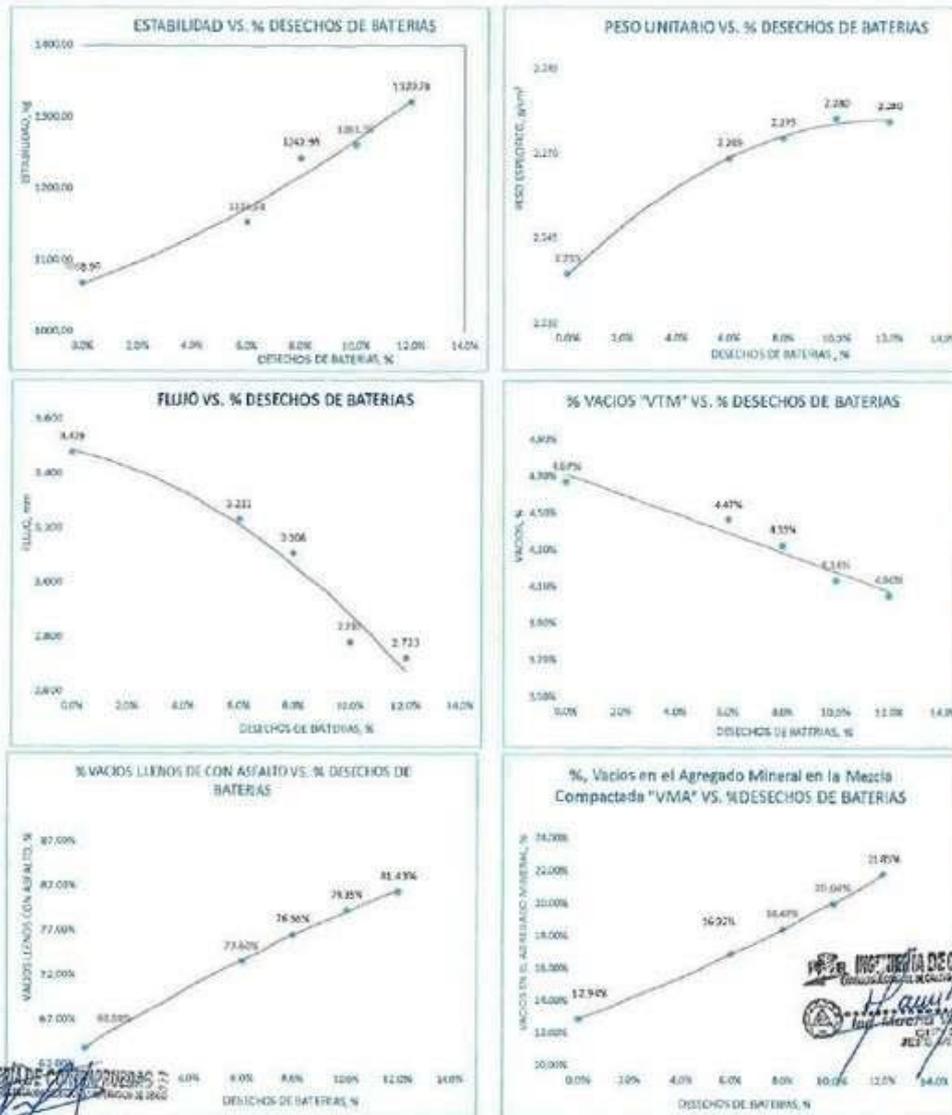
PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2023"

Expediente N° : EOP-056-IDC-2023	Cantera : PILCOMAYO
Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14	N° de muestra : DESECHOS DE BATERÍAS AL 6%, 8%, 10% y 12%
Peticionario : BACH, SAET CARBAJAL HECTOR	Fecha de recepción : Abr-2023
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN	Fecha de emisión : Jul - 2023

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 4 de 4

7.- GRAFICOS



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
Calle 10 de Julio N° 1017
Bogotá, Colombia

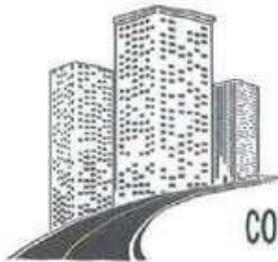
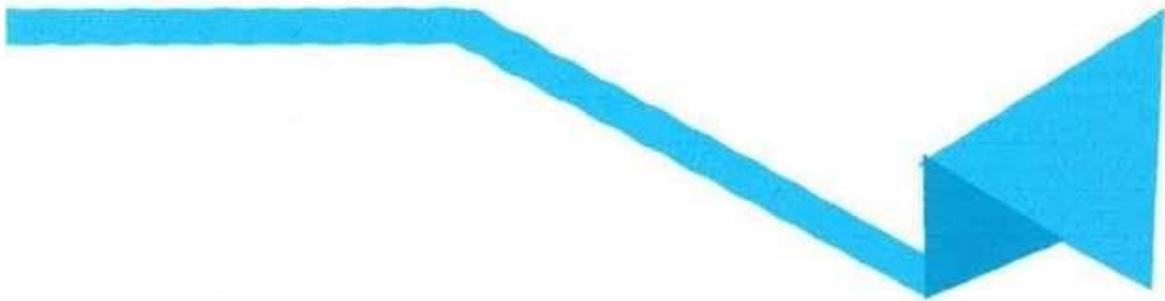
Tyk. Orca N° 20, Chilce - Huancayo

WhatsApp: 96278786 / 967613401

idecontrapruebas@gmail.com

RUC 20610623612

Para solicitar la cantidad puede contactar a: idecontrapruebas@gmail.com



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.
A.
C.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

OTROS ENSAYOS

- VALOR DE AZUL DE METILENO
- ADHESIVIDAD (RIEDEL - WEBER)
- PERDIDA POR DESGASTE "CANTABRO"



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com



Pje. Grau No 211, Chilca - Huancayo





INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- CONTROL VISUAL Y FÍSICO DE INGENIEROS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

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

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023 **Cantera** : PILCOMAYO
Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 **N° de muestra** : FINO
Peticionario : Bach. SAEZ CARBAJAL HECTOR **Ensayado por** : Y.Z.L.Z.
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Jun - 2023
Fecha de recepción : Abr-2023

VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS Y EN LLENANTES MINERALES - AASHTO T 330

1.- Datos

Código de Muestra : FINO **Designación de Granulometría:** B
Ubicación / N° Extracción : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de Extracción** : Jun - 2023

2.- Ensayo

Donde:

$$VA = \frac{C \times V}{W}$$

VA = Valor de Azul de Metileno en mg de azul por gramo de material seco pasa el tamiz de 0.075 mm (No 200)

C = Concentración de solución de Azul de Metileno, en mg de azul por ml de solución,

V = ml de solución de Azul de Metileno requerida en la titulación

W = gramos de material seco utilizado en la prueba

	C, mg	W, g	V, ml
Prueba 1 =	5	10	12

VA =	6.000
------	-------

Observación:

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

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Lima Zuniga Yerson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Muñoz Valdivia Manuel
JEFE DE CALIDAD

Pje. Grau N° 211, Dólex - Huancayo



95267894 / 96103431



idcontrapruebas@gmail.com

RUC: 2061062361Z

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a informacion@idcontrapruebas@gmail.com

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

PROYECTO : TESIS: *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023 **Cantera** : PILCOMAYO
Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 **N° de muestra** : AG-FINO
Peticionario : Bach. SAEZ CARBAJAL HECTOR **Ensayado por** : Y.Z.L.Z
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Jun - 2023
Fecha de recepción : Abr - 2023

ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS
(PROCEDIMIENTO RIEDEL-WEBER) - MTC E 220

A.- INFORMACIÓN PREVIA A ENSAYO

MATERIAL: PASANTE DE POR LA MALLA No. 30 y RETENIDO No. 70
REACTIVO: CARBONATO SÓDICO
TIPO DE LIGANTE: FEN 85/100

B.- LA DISOLUCIÓN DE CONCENTRACIÓN

Molaridad	G de Na2 CO3/1 disolución	CONCENTRACION PARA 20 cm ³ , USADA	INDICE DE ADHESIVIDAD
M/256	0.414	0.0207	1
M/128	0.828	0.0414	2
M/64	1.656	0.0828	3
M/32	3.312	0.1656	4
M/16	6.625	0.33125	5
M/8	13.250	0.6625	6
M/4	26.5	1.325	7
M/2	53	2.65	8
M/1	106	5.3	9
NO HAY DESPLAZAMIENTO M/1			10

C.- RESULTADO

TEMPERATURA DE ENSAYO: 14.9 °C

MUESTRA	DESPRENDIMIENTO PARCIAL		DESPRENDIMIENTO TOTAL	
	INDICE	MOLARIDAD	INDICE	MOLARIDAD
AG. FINO + CS5-11H	9	M/64	9	M/64

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados provistas e identificadas por el testigo.
- los datos fueran ensayados en el laboratorio o condiciones ambientales.
- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Luis Zuniga Yanson
JEFE DE LABORATORIO

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Mercedes Yacupiza Alvarado
JEFE DE CALIDAD

Plz. Grau N° 211, Chica - Huancayo



965287894 / 966742431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a idecontrapruebas@gmail.com

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

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERIAS DESECHABLES DE VEHICULOS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023 **Cantera** : PILCOMAYO
Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 **N° de muestra** : CONVENCIONAL
Peticionario : Bach. SAEZ CARBAJAL HÉCTOR **Ensayado por** : Y.Z.L.Z
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Fecha de emisión** : Jun - 2023
Fecha de recepción : Abr-2023

CARACTERIZACIÓN DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL ENSAYO
CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE - MTCE 515

A.- EQUIPO Y CONDICIONES AMBIENTALES

VELOCIDAD DE TAMBOR :	30 a 33 rpm	CONDICION AMBIENTAL	TEMPERATURA	16.5 °C
NUMERO DE VUELTAS :	300		HUMEDAD RELATIVA	41%

B.- ENSAYO

DESCRIPCION	N° DE MUESTRA	MASA INICIAL, g	MASA FINAL, g	VALOR DE LA PERDIDA POR DESGASTE, %	PROMEDIO*, %
0 % DESECHO DE BATERIA	1	1195.48	995.4	16.7%	16.7%
0 % DESECHO DE BATERIA	2	1192.3	996.5	16.4%	
0 % DESECHO DE BATERIA	3	1192.48	993.8	16.7%	
0 % DESECHO DE BATERIA	4	1190.8	990.4	16.8%	

* El promedio de un mínimo de 4 especímenes según el método de ensayo.

OBSERVACIONES:

- 1.- los Especímenes ensayados se realizaron en el laboratorio a condiciones controladas.
- 2.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.


Bach. Yuma Zamiga Yerson
JEFE DE LABORATORIO


Ing. Mónica Yessamine Manuel
GERENTE GENERAL

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

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023	Cantera : PILCOMAYO
Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14	N° de muestra : 6% DESECHOS DE BATERIAS
Peticionario : Bach. SAEZ CARBAJAL HÉCTOR	Ensayado por : Y.Z.L.Z
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN	Fecha de emisión : Jun - 2023
Fecha de recepción : Abr-2023	

CARACTERIZACIÓN DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL ENSAYO
CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE - MTC E 515

A.- EQUIPO Y CONDICIONES AMBIENTALES

VELOCIDAD DE TAMBOR :	30 a 33 rpm	CONDICION AMBIENTAL	TEMPERATURA	15.5 °C
NUMERO DE VUELTAS :	300		HUMEDAD RELATIVA	41%

B.- ENSAYO

DESCRIPCION	N° DE MUESTRA	MASA INICIAL, g	MASA FINAL, g	VALOR DE LA PERDIDA POR DESGASTE, %	PROMEDIO*, %
6 % DESECHO DE BATERIA	1	1198.63	996.5	16.9%	16.4%
6 % DESECHO DE BATERIA	2	1198.7	1001.8	16.4%	
6 % DESECHO DE BATERIA	3	1198.65	997.6	16.8%	
6 % DESECHO DE BATERIA	4	1197.45	1011.5	15.5%	

* El promedio de un mínimo de 4 especímenes según el método de ensayo.

OBSERVACIONES:

- 1.- los Especímenes ensayados se realizaron en el laboratorio a condiciones controladas.
- 2.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.



Yerson Zuniga Yerson
JEFE DE LABORATORIO



Manuel Vazquez Manuel
JEFE DE CALIDAD

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMISA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CALIFICACIONES

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

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERIAS DESECHABLES DE VEHICULOS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-05-14
Peticionario : Bich. SAEZ CARBAJAL HECTOR
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
Fecha de recepción : Abr-2023

Cantera : PILCOMAYO
N° de muestra : 8% DESECHOS DE BATERIAS
Ensayado por : Y.Z.L.Z
Fecha de emisión : Jun - 2023

CARACTERIZACION DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL ENSAYO
CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE - MTC E 515

A.- EQUIPO Y CONDICIONES AMBIENTALES

VELOCIDAD DE TAMBOR :	30 a 33 rpm	CONDICION AMBIENTAL	TEMPERATURA	15.3 °C
NUMERO DE VUELTAS :	300		HUMEDAD RELATIVA	37%

B.- ENSAYO

DESCRIPCION	N° DE MUESTRA	MASA INICIAL, g	MASA FINAL, g	VALOR DE LA PERDIDA POR DESGASTE, %	PROMEDIO*, %
8 % DESECHO DE BATERIA	1	1193.56	1001.53	16.1%	15.8%
8 % DESECHO DE BATERIA	2	1194	1001.8	16.1%	
8 % DESECHO DE BATERIA	3	1192.58	1006.58	15.6%	
8 % DESECHO DE BATERIA	4	1197.6	1011.3	15.6%	

* El promedio de un mínimo de 4 especímenes según el metodo de ensayo.

OBSERVACIONES:

- 1.- Los Especímenes ensayados se realizaron en el laboratorio a condiciones controladas.
- 2.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.



Bach. Luis Zuniga Yerson
JEFE DE LABORATORIO



Ing. Mache Vagquez Manuel
JEFE DE CALIDAD



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

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERIAS DESECHABLES DE VEHICULOS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023	Cantera : PILCOMAYO
Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14	N° de muestra : 10% DESECHOS DE BATERIAS
Peticionario : Bach. SAEZ CARBAJAL HECTOR	Ensayado por : Y.Z.L.Z
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN	Fecha de emisión : Jun - 2023
Fecha de recepción : Abr - 2023	

CARACTERIZACIÓN DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL ENSAYO
CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE - MTC E 515

A.- EQUIPO Y CONDICIONES AMBIENTALES

VELOCIDAD DE TAMBOR :	30 a 33 rpm	CONDICION AMBIENTAL	TEMPERATURA	15.3 °C
NUMERO DE VUELTAS :	300		HUMEDAD RELATIVA	37%

B.- ENSAYO

DESCRIPCION	N° DE MUESTRA	MASA INICIAL, g	MASA FINAL, g	VALOR DE LA PERDIDA POR DESGASTE, %	PROMEDIO*, %
10 % DESECHO DE BATERIA	1	1190.58	1010.6	15.1%	15.3%
10 % DESECHO DE BATERIA	2	1192.4	1008.75	15.4%	
10 % DESECHO DE BATERIA	3	1193.6	1011.3	15.3%	
10 % DESECHO DE BATERIA	4	1194.8	1008.5	15.6%	

* El promedio de un mínimo de 4 especímenes según el método de ensayo.

OBSERVACIONES:

- 1.- Los Especímenes ensayados se realizaron en el laboratorio a condiciones controladas.
- 2.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.



Beatriz Lima Zuniga Yerson
CPE DE LABORATORIO



Ing. Efraim Viquez Manuel
CIP: 270913
JEFE DE CALIDAD

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMIENZO, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

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

PROYECTO : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERIAS DESECHABLES DE VEHICULOS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-056-IDC-2023

Cantera : PILCOMAYO

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14

N° de muestra : 12% DESECHOS DE

Peticionario : Bach. SAEZ CARBAJAL HECTOR

BATERIAS

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Ensayado por : Y.Z.L.Z

Fecha de recepción : Abr-2023

Fecha de emisión : Jun - 2023

CARACTERIZACION DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL ENSAYO
CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE - MTC E 515

A.- EQUIPO Y CONDICIONES AMBIENTALES

VELOCIDAD DE TAMBOR :	30 a 33 rpm	CONDICION AMBIENTAL	TEMPERATURA	15.3 °C
NUMERO DE VUELTAS :	300		HUMEDAD RELATIVA	37%

B.- ENSAYO

DESCRIPCION	N° DE MUESTRA	MASA INICIAL, g	MASA FINAL, g	VALOR DE LA PERDIDA POR DESGASTE, %	PROMEDIO*, %
12 % DESECHO DE BATERIA	1	1196.58	1015	15.2%	14.9%
12 % DESECHO DE BATERIA	2	1190.57	1011.8	15.0%	
12 % DESECHO DE BATERIA	3	1188.65	1012.7	14.8%	
12 % DESECHO DE BATERIA	4	1186.8	1012.5	14.7%	

* El promedio de un mínimo de 4 especímenes según el método de ensayo.

OBSERVACIONES:

- 1.- Los Especímenes ensayados se realizaron en el laboratorio a condiciones controladas.
- 2.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Bach. Lima Zuñiga Yerson
CALLE LA AMERICANA

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS
Ing. Iveth Varguez Marulanda
CALLE LA AMERICANA



Anexo N°05: La data de procesamiento de datos

PROPIEDADES REOLÓGICAS DEL ASFALTO CONVENCIONAL



Mezcla asfáltica	Propiedades reológicas del asfalto convencional					
	G _{sb}	Estabilidad Corregida (kg)	Flujo	V.M.A. (%)	VTM (%)	VFA (%)
C.A 4.5 %	2.231	774.130	2.703	16.99 %	7.03 %	58.61 %
C.A 5.0 %	2.270	889.113	2.789	15.97 %	6.00%	62.44%
C.A 6.5 %	2.300	1027.257	3.108	15.31 %	5.45%	64.43%
C.A 6.0 %	2.325	1125.197	3.461	14.85 %	4.64%	68.76%
C.A 6.5 %	2334	1072.153	4.087	14.99%	3.90%	74.01%
C.A 7.00 %	2.334	984.897	4.643	15.45%	2.97%	81.41%

ESTABILIDAD DEL ASFALTO CONVENCIONAL



Estabilidad del asfalto convencional		
% de asfalto	Estabilidad (kg)	Estabilidad promedio (kg)
4.50%	802.580	774.130
	752.690	
	767.120	
5.00%	973.300	889.113
	845.230	
	848.810	
5.50%	1166.540	1027.257
	923.100	
	992.130	
6.00%	1122.380	1125.197
	1060.690	
	1192.520	
6.50%	1072.150	1072.153
	1087.000	
	1057.310	
7.00%	989.320	984.897
	1117.650	
	847.720	

PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LAS MUESTRAS EXPERIMENTALES



Mezcla asfáltica	Propiedades reológicas de las muestras experimentales					
	G_{sb}	Estabilidad Corregida (kg)	Flujo	V.M.A. (%)	VTM (%)	VFA (%)
Muestra Convencional	2.235	3072.31	3.479	12.94%	4.67%	63.89%
Muestra Convencional + 6 % desechos de baterías	2.269	3568.76	3.232	16.92%	4.47%	73.60%
Muestra Convencional + 8% desechos de baterías	2.275	3999.75	3108	18.47%	4.33%	76.56%
Muestra Convencional + 10% desechos de baterías	2.280	4533.62	2.783	20.04%	4.14%	79.35%
Muestra Convencional + 12% desechos de baterías	2.280	4851.07	2723	21.85%	4.06%	81.45%

ESTABILIDAD



% Mezcla asfáltica	Estabilidad Corregida (kg)	Estabilidad Promedio Corregida (kg)	% de variación
Muestra Convencional	1025.51	1068.957	0.00
	1064.66		
	1116.70		
Muestra Convencional + 6 % desechos de baterías	1033.29	1153.543	0.08
	1307.42		
	1119.92		
Muestra Convencional + 8% desechos de baterías	1146.86	1242.990	0.16
	1300.09		
	1282.02		
Muestra Convencional + 10% desechos de baterías	1221.47	1261.557	0.18
	1264.63		
	1264.63		

M

uestra Convencional +

12%	1298.57	
	1060.86	0.24
desechos de baterías	<u>1428.48</u>	1320.787
	<u>1473.02</u>	

DESGASTE

Mezcla asfáltica	Perdida por desgaste (%)	Perdida promedio por desgaste (%)	% de variación
Muestra Convencional	16.70	16.65	0.00
	16.40		
	16.70		
	16.80		
Muestra Convencional + 6 % desechos de baterías	16.90	16.4	-0.02
	16.40		
	16.80		
	15.50		
Muestra Convencional + 8% desechos de baterías	16.10	15.85	-0.05
	16.10		
	15.60		
	15.60		
Muestra Convencional + 10% desechos de baterías	15.10	15.35	-0.08
	15.40		
	15.30		
	15.60		
Muestra Convencional + 12% desechos de baterías	15.20	14.925	-0.10
	15.00		
	14.80		
	14.70		

FLUJO

% Mezcla asfáltica	Flujo (kg)	Flujo Promedio (kg)	% de variación
Muestra Convencional	3.560	3.479	0.00
	3.489		
	3.389		
Muestra Convencional + 6 % desechos de baterías	3.450	3.232	-0.07
	3.089		
	3.158		
Muestra Convencional + 8% desechos de baterías	3.089	3.108	-0.11
	3.147		
	3.087		
Muestra Convencional + 10% desechos de baterías	2.896	2.783	-0.20
	2.763		
	2.689		
Muestra Convencional + 12% desechos de baterías	2.896	2.723	-0.22
	2.587		
	2.685		

Anexo N°06: Validez y confiabilidad del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN-INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO

Título de la investigación: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022

Indicadores		Claridad	Objetividad	Amplitud de contenido	Organización	Redacción de los ítems	Precisión de los ítems	Ortografía	Coherencia	Metodología	Presentación
Muy baja	0 - 5										
	6 - 10										
	11 - 15										
	16 - 20										
Baja	21 - 25										
	26 - 30										
	31 - 35										
	36 - 40										
Moderada	41 - 45										
	46 - 50										
	51 - 55										
	56 - 60										
Alta	61 - 65										
	66 - 70										
	71 - 75				X						
	76 - 80			X		X					
Muy Alta	81 - 85	X	X				X	X	X	X	X
	86 - 90										
	91 - 95										
	96 - 100										

Nombres y apellidos:	Los Gomez Espinoza
Grado académico:	Ingeniero Civil
DNI N°	42623012



Promedio de valoración:

83%

Firma

FICHA DE VALIDACIÓN-INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO

Título de la investigación: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022"

Indicadores		Claridad	Objetividad	Amplitud de contenidos	Organización	Reducción de los ítems	Precisión de los ítems	Ortografía	Coherencia	Metadología	Presentación
Muy Baja	0 - 5										
	6 - 20										
	11 - 35										
	16 - 20										
Baja	21 - 25										
	26 - 30										
	31 - 35										
	36 - 40										
Moderada	41 - 45										
	46 - 50										
	51 - 55										
	56 - 60										
Alta	61 - 65										
	66 - 70										
	71 - 75				x	x			x	x	
	76 - 80	x	x	x			x	x			x
Muy Alta	81 - 85										
	86 - 90										
	91 - 95										
	96 - 100										

Noombres y apellido:	Rando Porras Clarte
Grado académico:	Magister
DNI N°	20 219 759

Promedio de valoración:

80%



Firma

FICHA DE VALIDACIÓN-INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO

Título de la investigación: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO DESECHOS PROVENIENTES DE BATERÍAS DESECHABLES DE VEHÍCULOS, HUANCAYO 2022

Indicadores		Claridad	Objetividad	Amplitud de contenidos	Organización	Redacción de los ítems	Precisión de los ítems	Ortografía	Coherencia	Metodología	Presentación
Muy baja	0 - 5										
	6 - 10										
	11 - 15										
	16 - 20										
Baja	21 - 25										
	26 - 30										
	31 - 35										
Moderada	36 - 40										
	41 - 45										
	46 - 50										
	51 - 55										
Alta	56 - 60										
	61 - 65										
	66 - 70		X								
	71 - 75	X			X	X	X	X	X	X	X
Muy Alta	76 - 80			X				X			X
	81 - 85										
	86 - 90										
	91 - 95										
	96 - 100										

Nombres y apellidos:	Manmer Prieto De la Cruz
Grado académico:	Ingeniería
DNI N°	71650045


 Firma

Promedio de valoración:

73%

FICHA DE VALIDACIÓN

Nombre: **Ing. Luis Gamarra Espinoza**

Item	Descripción	Valoración			Resumen
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Dosificación			1	1
2	Peso específico		2		2
3	Sales solubles		2		2
4	Flujo			1	1
5	Estabilidad			1	1
6	Desgaste			1	1

Total = 8

Nombre: **Mg. Rando Porras Olarte**

Item	Descripción	Valoración			Resumen
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Dosificación		2		2
2	Peso específico		2		2
3	Sales solubles			1	1
4	Flujo			1	1
5	Estabilidad			1	1
6	Desgaste			1	1

Total = 8

Nombre: **Ing. Marimar Prieto De La Cruz**

Item	Descripción	Valoración			Resumen
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Dosificación			1	1
2	Peso específico			1	1
3	Sales solubles		2		2
4	Flujo		2		2
5	Estabilidad			1	1
6	Desgaste		2		2

Total = 9

Leyenda:

- Deficiente (3)
- Aceptable (2)
- Excelente (1)

Anexo N°07: Fotografía de la aplicación del instrumento

1. CARACTERIZACION DE AGREGADOS



Fotografía N° 1. Se determina el contenido de partículas alargadas o achatadas para clasificar la porción de ellas presentes en el agregado grueso, la cual es encargado de darle la resistencia a la mezcla asfáltica, según la norma ASTM D-4791.

Fuente: Elaboración Propia

1.1. GRANULOMETRIA

1.1.1. AGREGADO GRUESO



Fotografía N° 2. Prueba de análisis granulométrico de agregado grueso, es la disgregación de material por dimensión de partículas, según referencia de la ASTM C-113-1/ASTM C-139-19.

Fuente: Elaboración Propia

1.1.2. AGREGADO FINO



Fotografía N° 3. El ensayo de análisis granulométrico de agregado fino, es la separación de material por dimensión de partículas, según referencia de la ASTM C-113-1/ASTM C-139-19.

Fuente: Elaboración Propia

2. DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.



Fotografía N° 4. Método de ensayo estándar para determinar la gravedad específica y la absorción de agregados finos, según la norma ASTM C 128 – 01.

Fuente: Elaboración Propia

3. PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS (RICE)



Fotografía N° 5. Este método cubre la determinación de la densidad específica teórica máxima y densidad de mezclas bituminosas sin comprimir a 25 °C (77 °F) se sumerge completamente en agua, según la norma MTC E-508.

Fuente: Elaboración Propia

4. RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL



Fotografía N° 6. Para la compresión de mezcla, se calienta el equipo en una plantilla de calor. Se instala el bache completo en una horma caliente a temperatura de compactación y aplican “espatulazos” en torno del perímetro y sobre el interior. Se adjudica 75 golpes por cara con el martillo de compactación y enfriar por 3 horas al ambiente para asegurarse que el espécimen no vaya a desmoronar, según la norma MTC E-504

Fuente: Elaboración Propia

5. ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA BULK ASFALTICAS COMPACTADAS

5.1. ESPESOR Y ALTURA DE ESPECIMENES COMPACTADOS DE MEZCLAS DE PAVIMENTO ASFALTICO



Fotografía N° 7. Realizando las medidas correspondientes a cada espécimen, según la norma MTC E-507

Fuente: Elaboración Propia

5.2. GRAVEDAD ESPECIFICA BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA



Fotografía N° 8. Se registra dos masas al espécimen tanto, en el aire y en el agua (en ese orden), dentro de una canastilla sumergida en agua a $25 \pm 1^\circ \text{C}$ ($77 \pm 1.8^\circ \text{F}$), luego con el apoyo de un paño absorbente se debería secar y llegara un estado saturado superficialmente seco (SSS) para poder determinar la gravedad específica bulk.

Fuente: Elaboración Propia

5.3. ENSAYO DE BAÑO MARÍA



Fotografía N° 9. En dicho ensayo se sumergen el espécimen por treinta minutos, luego las briquetas se retiran del baño maría y con el apoyo de un paño absorbente se procede a secar superficialmente cada briqueta

Fuente: Elaboración Propia

5.4. ROTURA DEL ENSAYO MARSHALL



Fotografía N° 10. Seguidamente se sitúa centrada la briqueta en el inferior de la mordaza, luego se monta la parte superior de la mordaza e instala el conjunto de briqueta más mordaza en la prensa Marshall. El medidor de flujo se deberá instalar en la posición de uso sobre las barras guía, ajustando en cero mientras se mantiene firmemente contra la parte superior de la mordaza. Todo el equipo en su lugar, se aplica una carga a la briqueta hasta que ocurra la falla o rotura se lee y anota esta lectura, que es el Valor del Flujo. Esto expresará en centésima de pulgadas.

Fuente: Elaboración Propia

6. ASFALTO CON DESECHOS DE BATERIA AL 6%, 8%, 10% Y 12%

6.1. MEZCLADO DEL ASFALTO CON DESECHOS DE BATERIA AL 6%



Fotografía N° 11. Una vez separado el ácido de las baterías, estas son cortadas, separando la tapa y carcasa para que permita sacar los insertos y placas de plomo y después se lleva a un proceso de fundición.

Fuente: Elaboración Propia

6.2. MEZCLADO DEL ASFALTO CON DESECHOS DE BATERIA AL 8%



Fotografía N° 12. Una vez separado el ácido de las baterías, estas son cortadas, separando la tapa y carcasa para que permita sacar los insertos y placas de plomo y después se lleva a un proceso de fundición.

Fuente: Elaboración Propia

6.3. MEZCLADO DEL ASFALTO CON DESECHOS DE BATERIA AL 10%



Fotografía N° 13. Una vez dividido el ácido de las baterías, se cortan, separando la tapa y carcasa para permitir la eliminación de los insertos y la placa de plomo y después se lleva a un proceso de fundición.

Fuente: Elaboración Propia

6.4. MEZCLADO DEL ASFALTO CON DESECHOS DE BATERIA AL 12%



Fotografía N° 14. Una vez separado el ácido de las baterías, estas son cortadas, separando la tapa y carcasa para que permita sacar los insertos y placas de plomo y después se lleva a un proceso de fundición.

Fuente: Elaboración Propia

7. PESO ESPECÍFICO TEORICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS

7.1. ADICIÓN DESECHOS DE BATERIA AL 6% (RICE)



Fotografía N° 15: Se realiza la mezcla asfáltica con el aumento de desechos de batería al 6%. Este método cubre la determinación de la densidad específica teórica máxima y la densidad de mezclas bituminosas sin comprimir a 25 °C (77 °F) se sumerge la muestra completamente en agua, según la norma MTC E-508.

Fuente: Elaboración Propia

7.2. ADICIÓN DESECHOS DE BATERIA AL 8% (RICE)



Fotografía N° 16. Se realiza la mezcla asfáltica con el aumento de desechos de batería al 8%. Este método cubre la determinación de la gravedad específica teórica máxima y densidad de mezclas bituminosas no compactadas a 25 °C (77 °F) se sumerge la muestra completamente en agua, según la norma MTC E-508.

Fuente: Elaboración Propia

7.3. ADICIÓN DESECHOS DE BATERIA AL 10% (RICE)



Fotografía N° 17. La mezcla asfáltica se crea con el aumento de desechos de batería al 10%. Este método cubre la determinación de la gravedad específica teórica máxima y densidad de mezclas bituminosas sin compactar a 25 °C (77 °F) se sumerge la muestra completamente en agua, según la norma MTC E-508.

Fuente: Elaboración Propia

7.4. ADICIÓN DESECHOS DE BATERIA AL 12% (RICE)



Fotografía N° 18. Se realiza la mezcla asfáltica con el aumento de desechos de batería al 12%. Este método cubre la determinación de la gravedad específica teórica máxima y densidad de mezclas bituminosas no compactadas a 25 °C (77 °F) se sumerge la muestra completamente en agua, según referencia de la norma MTC E-508.

Fuente: Elaboración Propia

8. RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

8.1. ADICIÓN DESECHOS DE BATERIA AL 6% (COMPACTACIÓN)



Fotografía N° 19. Para la compactación de la mezcla adicionando desechos de batería al 6%, se calienta el equipo en una plantilla de calor. Se instala el bache completo en un horma caliente a la temperatura de compactación y se aplica “espatulazos” en torno del perímetro y sobre el interior. Se emplea 75 golpes por cara con el martillo de compactación y se enfria por 3 horas al ambiente para asegurarse que el espécimen no se desmorone, según la norma MTC E-504.

Fuente: Elaboración Propia

8.2. ADICIÓN DESECHOS DE BATERIA AL 8% (COMPACTACIÓN)



Fotografía N° 20. Para la compactación de la mezcla adicionando desechos de batería al 8%, se calienta el equipo en una plantilla de calor. El bache completo se coloca en un molde caliente a la temperatura de compactación y se aplican “espatulazos” alrededor del perímetro y sobre el interior. Se aplican 75 golpes por cara con el martillo de compactación y se deja enfriar durante 3 horas al ambiente para asegurarse que el espécimen no se vaya a desmoronar, según la norma MTC E-504.

Fuente: Elaboración Propia

8.3. ADICIÓN DESECHOS DE BATERIA AL 10% (COMPACTACIÓN)



Fotografía N° 21. Para la compactación de la mezcla adicionando desechos de batería al 10%, se calienta el equipo en una plantilla de calor. El bache completo se coloca en un molde caliente a la temperatura de compactación y se emplea “espatulazos” alrededor del perímetro y sobre el interior. Se aplicaron 75 golpes por cara con el martillo de compactación y se enfría durante 3 horas a temperatura ambiente para asegurarse que el espécimen no se vaya a desmoronar, según referencia de la norma MTC E-504.

Fuente: Elaboración Propia

8.4. ADICIÓN DESECHOS DE BATERIA AL 12% (COMPACTACIÓN)



Fotografía N° 22. Para la compactación de la mezcla adicionando desechos de batería al 12%, se calienta el equipo en una plantilla de calor. Se emplea el bache completo en una horma caliente a la temperatura de compactación y se aplican “espatulazos” alrededor del perímetro y sobre el interior. Se aplica 75 golpes por cara con el martillo de compactación y se deja enfriar por 3 horas a temperatura ambiente para asegurarse que el espécimen no se vaya a desmoronar, según la norma MTC E-504.

Fuente: Elaboración Propia

9. ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA BULK ASFALTICAS COMPACTADAS

9.1. ESPESOR Y ALTURA DE ESPECIMENES COMPACTADOS DE MEZCLAS DE PAVIMENTO ASFALTICO CON ADICION DE DESECHOS DE BATERIA AL 6%



Fotografía N° 23. Realizando las medidas correspondientes a cada espécimen con adición de desechos de baterías al 6%, de acuerdo a la norma MTC E-507.

Fuente: Elaboración Propia

9.2. ESPESOR Y ALTURA DE ESPECIMENES COMPACTADOS DE MEZCLAS DE PAVIMENTO ASFALTICO CON ADICION DE DESECHOS DE BATERIA AL 8%



Fotografía N° 24. Realizando las medidas correspondientes a cada espécimen con adición de desechos de baterías al 8%, de acuerdo a la norma MTC E-507.

Fuente: Elaboración Propia

9.3. ESPESOR Y ALTURA DE ESPECIMENES COMPACTADOS DE MEZCLAS DE PAVIMENTO ASFALTICO CON ADICION DE DESECHOS DE BATERIA AL 10%



Fotografía N° 25: Realizando las medidas correspondientes a cada espécimen con adición de desechos de baterías al 10%, conforme a la norma MTC E-507.

Fuente: Elaboración Propia

9.4. ESPESOR Y ALTURA DE ESPECIMENES COMPACTADOS DE MEZCLAS DE PAVIMENTO ASFALTICO CON ADICION DE DESECHOS DE BATERIA AL 12%



Fotografía N° 26. Realizando las medidas correspondientes a cada espécimen con adición de desechos de baterías al 12%, de acuerdo con la norma MTC E-507.

Fuente: Elaboración Propia

10. GRAVEDAD ESPECIFICA BULK

10.1. GRAVEDAD ESPECIFICA BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA CON ADICIÓN DE DESECHOS DE BATERIA AL 6% (SUMERGIDO)



Fotografía N° 27. Se registra dos masas al espécimen tanto, en el aire y en el agua (en ese orden), dentro de una canastilla sumergida en agua a $25 \pm 1^\circ \text{C}$ ($77 \pm 1.8^\circ \text{F}$), luego con el apoyo de un paño absorbente se debe secar y llegar a un estado saturado superficialmente seco (SSS) para poder determinar la gravedad específica bulk.

Fuente: Elaboración Propia

10.2. GRAVEDAD ESPECIFICA BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA CON ADICIÓN DE DESECHOS DE BATERIA AL 8% (SUMERGIDO)



Fotografía N° 28: Se registra dos masas al espécimen tanto, en el aire y en el agua (en ese orden), dentro de una canastilla sumergida en agua a $25 \pm 1^\circ \text{C}$ ($77 \pm 1.8^\circ \text{F}$), luego con el apoyo de un paño absorbente se tiene que secar y llegara un estado saturado superficialmente seco (SSS) para poder determinar la gravedad específica bulk.

Fuente: Elaboración Propia

10.3. GRAVEDAD ESPECIFICA BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA CON ADICIÓN DE DESECHOS DE BATERIA AL 10% (SUMERGIDO)



Fotografía N° 29: Se registra dos masas al espécimen tanto, en el aire y en el agua (en ese orden), dentro de una canastilla sumergida en agua a $25 \pm 1^\circ \text{C}$ ($77 \pm 1.8^\circ \text{F}$), luego con el apoyo de un paño absorbente se debe secar y llegará un estado saturado superficialmente seco (SSS) para poder determinar la gravedad específica bulk.

Fuente: Elaboración Propia

10.4. GRAVEDAD ESPECIFICA BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA CON ADICIÓN DE DESECHOS DE BATERIA AL 12% (SUMERGIDO)



Fotografía N° 30. Se registra dos masas al espécimen tanto, en el aire y en el agua (en ese orden), dentro de una canastilla sumergida en agua a $25 \pm 1^\circ \text{C}$ ($77 \pm 1.8^\circ \text{F}$), luego con la asistencia de un paño absorbente se debe secar y llegara un estado saturado superficialmente seco (SSS) para poder determinar la gravedad específica bulk.

Fuente: Elaboración Propia

11. ENSAYO DE BAÑO MARÍA

11.1. ADICIÓN DESECHOS DE BATERIA AL 6% (SUMERGIDO)



Fotografía N° 31: En dicho ensayo se sumergen el espécimen por 30 minutos, luego se procede a sacar las briquetas del baño maría y con el apoyo de un paño absorbente se debe secar superficialmente cada briqueta.

Fuente: Elaboración Propia

11.2. ADICIÓN DESECHOS DE BATERIA AL 8% (SUMERGIDO)



Fotografía N° 32. En dicho ensayo se sumergen el espécimen por treinta minutos, luego se retira las briquetas del baño maría y con el apoyo de un paño absorbente se debe secar superficialmente cada briqueta.

Fuente: Elaboración Propia

11.3. ADICIÓN DESECHOS DE BATERIA AL 10% (SUMERGIDO)



Fotografía N° 33. En dicho ensayo se sumergen el espécimen por 30 minutos, luego se procede a sacar las briquetas del baño maría y con el apoyo de un paño absorbente se debe secar superficialmente cada briqueta.

Fuente: Elaboración Propia

11.4. ADICIÓN DESECHOS DE BATERIA AL 12% (SUMERGIDO)



Fotografía N° 34. En dicho ensayo se sumergen el espécimen por 30 minutos, luego se procede a apartar las briquetas del baño maría y con el apoyo de un paño absorbente se debe secar superficialmente de las briquetas.

Fuente: Elaboración Propia

12. ROTURA DEL ENSAYO MARSHALL

12.1. ROTURA DEL ENSAYO MARSHALL ADICIÓN DESECHOS DE BATERIA AL 6%



Fotografía N° 35. Seguidamente se sitúa centradamente a la briqueta en la parte inferior de la mordaza, se debe montar la parte superior de la mordaza e instalar el conjunto de briqueta más mordaza en la prensa Marshall. El medidor de flujo se deberá colocar en la posición de uso sobre una de las barras guía, ajustándolo en cero mientras se mantiene firmemente contra la parte superior de la mordaza. Esto vendrá expresado en centésima de pulgadas.

Fuente: Elaboración Propia

12.2. ROTURA DEL ENSAYO MARSHALL ADICIÓN DESECHOS DE BATERIA AL 8%



Fotografía N° 36: A *continuación*, se coloca centradamente la briqueta en la parte inferior de la mordaza, luego se debe montar la parte superior de la mordaza y colocar el conjunto de briqueta más mordaza en la prensa Marshall. Esto vendrá expresado en centésima de pulgadas.

Fuente: Elaboración Propia

12.3. ROTURA DEL ENSAYO MARSHALL ADICIÓN DESECHOS DE BATERIA AL 10%



Fotografía N° 37: A continuación, se coloca centradamente la briqueta en la parte inferior de la mordaza, luego se debe montar la parte superior de la mordaza y colocar el conjunto de briqueta más mordaza en la prensa Marshall.

Fuente: Elaboración Propia

12.4. ROTURA DEL ENSAYO MARSHALL ADICIÓN DESECHOS DE BATERIA AL 12%



Fotografía N° 38. La briqueta se coloca en la parte inferior de la mordaza, después se debe montar la parte superior de la mordaza y colocar las briquetas más mordaza en la prensa Marshall. El calibrador del flujo se debe colocarse en la posición de uso sobre una de las barras guía, nivelándose en cero mientras se sujeta firmemente en la parte superior de la mordaza.

Fuente: Elaboración Propia