



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de las propiedades físicos-mecánicas de la mezcla
asfáltica en caliente incorporando neumáticos reciclados para un
pavimento flexible, Junín 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Cuba De la cruz, Jeanpier Yoshi ([ORCID:0000-0001-6333-3994](https://orcid.org/0000-0001-6333-3994))

Santos Salvador, Félix ([ORCID:0000-0002-7616-8112](https://orcid.org/0000-0002-7616-8112))

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo([ORCID:0000-0002-0655-523X](https://orcid.org/0000-0002-0655-523X))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A mi madre: quien me apoyo y me dio fuerza para continuar con el proyecto de investigación. Sin ella no hubiese sido posible llegar a concluir mis metas, ya que gracias a su lucha constante me motivó a seguir adelante.

A mi abuelo: por su ejemplo de perseverancia y entusiasmo que lo caracteriza como abuelo.

A mis padres: por haberme guiado y apoyado en este largo camino de mi formación personal y profesional.

Agradecimiento

A la Universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de vivir esta experiencia universitaria, así como también a los diferentes docentes que brindaron su conocimiento y su apoyo para seguir adelante.

A mi familia por brindarme todo su apoyo y fortaleza para seguir con mis objetivos trazados.

A mi asesor Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo que me ayudó a realizar mi tesis de la manera correcta, respetando los formatos y procedimientos que indica la resolución UCV.

A todas las personas que han contribuido de diferentes maneras para el desarrollo del trabajo de investigación.

A la Universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de vivir esta experiencia universitaria, así como también a los diferentes docentes que brindaron su conocimiento y su apoyo para seguir adelante.

A mi familia por brindarme todo su apoyo y fortaleza para seguir con mis objetivos trazados.

A mi asesor Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo que me ayudó a realizar mi tesis de la manera correcta, respetando los formatos y procedimientos que indica la resolución UCV.

A mis padres por la confianza y ayuda brindada durante el desarrollo de mi tesis, dándome fuerzas para seguir adelante y lograr mi objetivo.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Índice de gráficos.....	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	12
3.1.Tipo y Diseño de Investigación.....	12
3.2.Variables y Operacionalización.....	13
3.3.Población, Muestra y Muestreo.....	14
3.4.Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	15
3.5.Procedimientos.....	17
3.6.Métodos de Análisis de datos.....	17
3.7.Aspectos éticos	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN.....	36
VI. CONCLUSIÓN	39
VII. RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS.....	42
ANEXOS	46

Índice de tablas

Tabla N°01: Requisitos para mezcla de concreto bituminoso para el Ensayo Marshall	14
TABLA N°02: Ensayos de las 3 propiedades para las muestras	15
Tabla N°03: Ensayos de laboratorio	16
Tabla N°04: Análisis de Granulometría para Grava triturada (G).....	20
Tabla N°05: Análisis Granulométrico de Arena Natural Triturada	21
Tabla N°06: Análisis Granulométrico de Arena Natural	22
Tabla N°07: Analisis Granulometrico del Caucho (granulares).	23
Tabla N°08: Análisis Granulométrico de la Mezcla ASTM D 3515.....	24
Tabla N°09: Resultado con 1% de caucho	25
Tabla N°10: Resultado con 1% de caucho	26
Tabla N°11: Resultado con 1% de caucho	26
Tabla N°12: Resultado con 3% de caucho	27
Tabla N°13: Resultado con 3% de caucho	28
Tabla N°14: Resultado con 3% de caucho	29
Tabla N°15: Resultado con 5% de caucho	29
Tabla N°16: Resultado con 5% de caucho	30
Tabla N°17: Resultado con 5% de caucho	31
Tabla N°18: Resultado % de vacíos.....	32
Tabla N°19: Resultado de Flujo.	33
Tabla N°20: Resultado de Estabilidad.....	34
Tabla N°21: Parámetros de diseño Marshall MTC E-504	37
Tabla N°22: Parámetros de diseño Marshall MTC E-504	37
Tabla N°23: Parámetros de diseño Marshall MTC E-504	38

Índice de figuras

Figura N°01: Mapa del Perú.....	19
Figura N°02: Mapa de la Región Junín.....	19
Figura N°03: Localización de la carretera Mazamari.....	19
Figura N°04: Análisis Granulométrico por tamizado del agregado grava triturada G).	20
Figura N°05: Curva de Análisis Granulométrico de Arena Natural Triturada (S).	21
Figura N°06: Cuadro de Análisis Granulométrico de Arena Natural (S).....	22
Figura N°07: Curva Granulométrico del caucho.....	23
Figura N°08: Curva de Análisis Granulométrico de Mezcla ASTM D 3515.....	24
Figura N°21: Características del Ensayo Marshall.	35

Índice de gráficos

Figura N°09: Gráfico de Vacíos en las 03 mezclas con 1% de caucho.	25
Figura N°10: Gráfico de Flujo en las 03 mezclas con 1% de caucho.....	26
Figura N°11: Gráfico de Estabilidad en las 03 mezclas con 1% de caucho.....	27
Figura N°12: Gráfico de Vacíos en las 03 mezclas con 3% de caucho.	28
Figura N°13: Gráfico de Flujo en las 03 mezclas con 3% de caucho.....	28
Figura N°14: Gráfico de Estabilidad en las 03 mezclas con 3% de caucho.....	29
Figura N°15: Gráfico de Vacíos en las 03 mezclas con 5% de caucho.	30
Figura N°16: Gráfico de Flujo en las 03 mezclas con 5% de caucho.....	30
Figura N°17: Gráfico de Estabilidad en las 03 mezclas con 5% de caucho.....	31
Figura N°18: Gráfico de Vacíos con las 03 proporciones de caucho.	32
Figura N°19: Gráfico de Flujo con las 03 proporciones de caucho.....	33
Figura N°20: Gráfico de Flujo con las 03 proporciones de caucho.....	34

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general evaluar la incorporación de neumáticos reciclados en las propiedades físicas-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021; arraigándose realizar los ensayos de granulometría, vacíos, flujo y estabilidad. Proponiéndose la metodología: su diseño de investigación fue experimental (cuasi), tipo de investigación es nivel explicativo (causa-efecto), de enfoque cuantitativo. Sus resultados según los objetivos específicos al incorporar el caucho granular en 1%, 3% y 5% fueron: el primer objetivo específico fue Especificar la incorporación de neumáticos reciclados en el Porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, cual incrementó de 4.3% a 6.9% con el 5% de caucho, el segundo objetivo específico fue Indicar la incorporación de neumáticos reciclados en el Flujo de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, cual incrementó del 13.2mm a 22.3mm con el 5% de caucho, el tercer objetivo específico fue Especificar la incorporación de neumáticos reciclados en la Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, cual disminuyó del 9.9KN a 5.8KN con el 5% de caucho. Conclusión, la incorporación del caucho reduce la resistencia de la mezcla asfáltica.

Palabras clave: Vacíos, flujo y estabilidad.

Abstract

The general objective of this research was to evaluate the incorporation of recycled tires in the physical-mechanical properties of hot asphalt mix for a flexible pavement, Junín 2021; taking root to carry out the tests of granulometry, voids, flow and stability. Proposing the methodology: its research design was experimental (quasi), type of research is explanatory level (cause-effect), quantitative approach. Their results according to the specific objectives when incorporating granular rubber in 1%, 3% and 5% were: the first specific objective was to Specify the incorporation of recycled tires in the Percentage of voids of the hot mix asphalt for a flexible pavement, which increased from 4.3% to 6.9% with the 5% rubber, the second specific objective was to indicate the incorporation of recycled tires in the Hot Asphalt Mix Flow for a flexible pavement, which increased from 13.2mm to 22.3mm with the 5% rubber, the third specific objective was to specify the incorporation of recycled tires in the Stability of the hot mix asphalt for a flexible pavement, which decreased from 9.9KN to 5.8KN with 5% rubber. Conclusion, the incorporation of rubber reduces the resistance of the asphalt mix.

Keywords: Voids, flow and stability.

I. INTRODUCCIÓN

Los neumáticos reciclados representa un problema medio-ambiental y social, donde el gran parte los neumáticos se encuentra fuera de uso y esparcidos en calles con veredas, terrenos desolados, tiraderos informales, obstruyendo grandes espacios en diferentes áreas, por tal motivo, se podría realizar una investigación con la materia prima del caucho natural o sintético, la acumulación de neumáticos reciclados posibilita a sucitarse incendios, la aparición de nuevas enfermedades y el posible emanación de los gases tóxicos, exponiendo al medioambiente. A nivel Internacional se realizará una investigación con propiedades mecánicas y físicas de una nueva dosificación asfáltica por el método Marshall utilizando neumáticos reciclados como agregado, en otros países como; Colombia, Chile, Ecuador, y otros, eligieron por muchos factores de reutilizar los neumáticos, por motivos ambientales y económicos, donde se busca reducir el impacto ambiental y es favorable con la materia prima para su costo que brindaría los neumáticos reciclados cuando se deja de utilizarlos.

Es fundamental indicar que, la deficiencia que originan en la carpeta asfáltica del pavimento flexible, sean subsanados lo antes posible, de tal modo pueden convertirse en mayores perjuicios, manifestando en soportar daños y averías a grandes escalas. Estos serán disminuidos con la adherencia de escoria siderúrgica, reciclaje de neumáticos y su aplicación en la construcción, dosificación optima y caucho reciclado utilizando materiales de la región, con el fin de eludir deficiencias en el anteproyecto, materiales y su construcción idéntica.

A nivel Nacional la gran mayoría de carreteras son pavimentadas a base de una superficie asfáltica, pero estas a su vez presentan diversas fallas como ahuellamiento o fatigas por estar sometidas a factores climáticos extremos, incremento de cargas solicitadas, entre otros. Por lo cual, es de suma importancia realizar una evaluación de aquellas propiedades en la mezcla asfáltica, y se busca modificar esas propiedades agregando un material que pueda realizar una mejor incorporación de neumáticos reciclados en la mezcla asfáltica en caliente usando el método Marshall. Con el transcurrir de los últimos años se ha encontró muchas formas de mejorar las características físicos-mecánicas del asfalto una de ellas es mediante el uso de llantas de caucho recicladas derivado por el calor que al combinarse con el asfalto proporciona una mayor trabajabilidad y durabilidad. Con

este método se realizaron estudios en muchas zonas del Perú como, Tacna, Lima, Chachapoyas, en los tres departamentos el material incorporado fue de cauchos reciclados, polvo de caucho, neumáticos reciclados como polímero base, en diferentes porcentajes y de diferentes maneras como por ejemplo por vía húmeda y en caliente, obteniendo resultados muy favorables. En los últimos años, se ha generado una acumulación excesiva de estos materiales de llantas de caucho, que representan un problema realmente serio debido a que son considerados altamente contaminantes y su proceso de degradación requiere de mucho tiempo, debido a este problema se realizará la reutilización de los neumáticos reciclados, donde se incorporara en la mezcla asfáltica en caliente por el método Marshall, adicionando cantidades porcentuales en el proceso constructivo de la carpeta de rodadura al pavimento flexible.

A nivel Local, el distrito de Mazamari, se encuentra ubicado en la región Selva, donde actualmente es una ciudad que contempla la climatología de humedad y a su vez es cálido, situado a 23.2 Km al Sur de la Provincia de Satipo, Junín; por otro lado, se encuentra en gestión de desarrollo contando con 28.269 habitantes según datos del INEI. por lo frecuente, la vía principal se encontraba en estado crítico en ser no transitable a causa de los climas meteorológicos que alude la lluvia ya sea de manera leves, irregulares y fuertes. De acuerdo al pavimento del asfalto encontrado, se apreció los bacheos en varios puntos de la vía, al no ser precavida con el mantenimiento anualmente y periódicamente. por otro lado, los vehículos circulaban sin tomar en consideración la situación en la que se encontraba, además por la falta de información solían transcurrir con el cumplimiento de transportar los productos de la zona hacia la capital. Para ello, se propuso una alternativa de solución en incorporar neumáticos reciclados en ciertas cantidades de proporciones en la mezcla del asfalto para un pavimento flexible.

Formulación del Problema: El distrito de Mazamari cuenta con pavimentos flexibles, con pavimentos rígidos, trochas carrozables, carreteras afirmadas. que debido a los diferentes cambios climatológicos y a la falta de mantenimiento en la estructura del pavimento flexible se han presentado fallas sobre la carpeta asfáltica, mediante bacheos en varios puntos, además se encuentra neumáticos desechados en lugares como terrenos abandonados, veredas, vertederos clandestinos, que dejan ser usados en cuanto a su tiempo de vida, pero a pesar de ello sigue en uso el pavimento flexible debido a la necesidad de los habitantes para movilizarse en el

distrito, en consecuencia a estos problemas presentados, para su mejoramiento se decidió plantear, agregando los neumáticos reciclados en la mezcla asfáltica de la carpeta de rodadura en caliente por el método Marshall, donde redujo el porcentaje de vacíos, redujo el Flujo, y aumentó la Estabilidad.

Es por esa razón que en el presente proyecto de investigación se ha planteado el siguiente *Problema General*: ¿De qué manera influye la incorporación de los neumáticos reciclados en porcentajes de 1%, 3% y 5% en las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021?, Igualmente se plantearon los *Problemas Específicos*: ¿Cuánto influye la incorporación de los neumáticos reciclados en el Porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021?; ¿Cuánto influye la incorporación de los neumáticos reciclados en la Flujo de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021?; ¿Cuánto influye la incorporación de los neumáticos reciclados en el Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021?

Justificación del Problema

La razón primordial de origen casual de la presente investigación fue solucionar la situación crítica de la vía principal en el pavimento flexible que da acceso hacia los pueblos y comunidades de zonas agrícolas en el distrito de Mazamari, Junín. La mejora de la vía principal podría facilitar la movilización de los pobladores que laboran a diario en las microempresas y que transportan productos hacia la capital. Por ende, es la única vía, donde puedan trasladarse en vehículos menores y mayores: La justificación técnica, por medio de la proposición se trató de dar a conocer más a fondo, la existencia de nuevas alternativas de la mezcla asfáltica con los neumáticos reciclados en proporciones de 1%, 3% y 5% con referencia al peso del material en las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica para un pavimento flexible. La justificación social, el presente proyecto benefició a los habitantes del distrito de Mazamari- Junín y los diferentes transeúntes, por el progreso de la mezcla asfáltica para el pavimento flexible. La justificación teórica, de acuerdo a la variable independiente, los neumáticos son materiales de grandes potencialidades para la reutilización y el beneficio, permanecen acicalados por componentes como el caucho, el hierro y la fibra textil, tales que son capaces de ser evolucionados y reintegrados a nuevos beneficios por medio del reciclaje¹. El componente inicial es la forma del ligante de los neumáticos reciclados, que es

compuesto a ciertas temperaturas elevadas de 60° C. Con respecto a la variable dependiente propone convertir las propiedades físicos-mecánicos de los materiales que existen para ejercer la mejora de la mezcla asfáltica para un pavimento flexible. La justificación metodológica, el método alcanzó y ejecutó los objetivos señalados en el estudio de manera efectiva en base a los instrumentos de medición utilizados en cada variable: independencia: llantas recicladas y dependencia: mezcla asfáltica en caliente para caminos flexibles, ambos entregados en la vía. Mazamari-Junín a su vez intentó obtener la vigencia y confiabilidad de las principales variables del proyecto, verificando así el uso de llantas recicladas que puedan mejorar la mezcla asfáltica en caminos flexibles.

En la presente investigación, se propuso la *Hipótesis General*: La incorporación de los neumáticos reciclados en porcentajes de 1%, 3% y 5% mejoró las propiedades físicos-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021. Igualmente se plantearon las *Hipótesis Específicas*: La incorporación de neumáticos reciclados disminuyó el Porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica en caliente al pavimento flexible, Junín 2021; La incorporación de neumáticos reciclados reducirá el Flujo de la mezcla asfáltica en caliente al pavimento flexible, Junín 2021; La incorporación de neumáticos reciclados aumentará la Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente al pavimento flexible, Junín 2021.

Asimismo, se planteó el *Objetivo General*: Evaluar la incorporación de neumáticos reciclados en las propiedades físicas-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021. De la misma manera se plantearon los *Objetivos Específicos*: Especificar la incorporación de neumáticos reciclados en el Porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021; Indicar la incorporación de neumáticos reciclados en el Flujo de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021; Especificar la incorporación de neumáticos reciclados en la Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel Nacional tenemos a: Capcha, K. (2018) teniendo como objetivo verificar la aplicación de los cauchos reciclados en material como componente. La metodología es de tipo aplicada y diseño cuasi experimental. Obteniendo resultados, se dio a conocer que la dosificación no convencional ofrece propiedades más elásticas en cuanto a la dosificación, de la misma manera aporta una rigidez de 4.65% con la mezcla normal, por ende, se puede obtener dos cualidades en la resistencia de las deformaciones consecuentes. Como conclusión; una dosificación no convencional compromete una mejor transitabilidad vehicular, ampliando la vida útil en unos 15 años, por la cual estaría reduciendo los mantenimientos y rehabilitación que se deberían realizar en el pavimento flexible².

Contreras y Mamani. (2019), teniendo como objetivo; Evidenciar que el uso del polvo de caucho adquirido de la molienda de neumáticos experimentados reducirá la falla por hundimiento en la capa del asfalto y la falla por ahuellamiento causados por la alteración constante optimizando la vida útil. la metodología es de tipo aplicada y es diseño cuasi experimental. Como muestra se propuso 3 diseños estándares tomando en cuenta cada uno de ellas 0.5%, 1% y 1.5% de polvo de caucho Obteniendo resultados, se optó que el porcentaje formal del caucho es de 1%, debidamente por la mayor de porcentaje con cemento asfáltico para mitigar el deterioro, de tal manera, el presente trabajo de investigación se basa en climas fríos. Conclusión; en el presente ensayo de Marshall se percibe que la estabilidad de la mezcla asfáltica estándar es de 1312 Kg, su flujo de 3.1 mm y su porcentaje óptimo de caucho es de 5.3%, cumpliendo con los requerimientos de la norma MTC E-504 del Manual de Carreteras “especificaciones técnicas generales para construcción Eg-201322³.

Goicochea, F. (2019), teniendo como objetivo; evaluar el resultado de la incorporación del neumático reciclado en el asfalto PEN 60/70, en correspondencia de 11%, 16% y 21%, elaboradas a 150° C, 175° C y 200° C. la metodología es de tipo aplicada y es diseño cuasi experimental. Obteniendo resultados, conteniendo en grupo de inspección y, por otra parte, otro grupo de experimento, donde describe a los indicadores en variable independiente la cual influiría en la variable dependiente, de no ser el caso, el experimento se daría por una prueba de ensayo, por lo cual, el investigador haría el control estrictamente. Conclusión; la adición del

caucho mejora considerablemente al 95% con proporciones de 10% fabricadas a 160° C, donde las propiedades físicas y mecánicas prolongan la vida útil en las vías⁴.

A Nivel Internacional tenemos a: López & Álvarez (2017), su objetivo fue: sustituir el agregado grueso, fino y llenante mineral de las mezclas asfálticas por escoria siderúrgica, la metodología es de tipo aplicada y diseño cuasi experimental. Para las muestras que se tomaron; La muestra del convencional “A” sin alguna adición de escoria, las mezclas asfálticas con sustitución de agregados por escoria siderúrgica, la muestra “B” agregado grueso sustituido por escoria, la muestra “C” agregado fino sustituido por escoria, la muestra “D” llenante mineral sustituido por escoria y la muestra “E” en donde todos sus agregados fueron sustituidos por escoria siderúrgicas, como resultados, [...] los porcentajes de agregados que fueron sustituidos por escoria fueron, 37.80% de agregado grueso, 48.87% de agregado fino, 5.53% de llenante mineral y con un 7.8% de asfalto empleando cementos asfáltico AC-20. conclusión; las mezclas asfálticas presentan una estabilidad adecuada para así poder sostener su estructura ya que se le aplican cargas repetidas haciendo de esta muestra un pavimento idóneo para carreteras. [5]

Delarze, P. (2008), teniendo como objetivo; investigar sobre el daño que se produce en el planeta debido a la acumulación irracional de residuos peligrosos, la metodología es de tipo aplicada y diseño cuasi experimental. con el propósito de conocer de qué manera se pueden reciclar y permitir la aplicación de estos productos, en el área de la construcción. Como muestra, la mezcla con 1% de caucho, fabricada a 150° C y a continuación compactada, maceración de los áridos y el caucho durante dos horas. Obteniendo resultados, tras las pruebas realizadas, se puede afirmar que los productos finales resultantes de la aglomeración de caucho con resinas presentan unas prestaciones interesantes para múltiples aplicaciones. Conclusión; el aprovechamiento industrial de las mermas supondrá la eliminación o reducción de estos residuos y por tanto la disminución o incluso la eliminación de los gastos de vertido, además de los posibles beneficios que podría generar su aprovechamiento. Además, se logrará eliminar el impacto medioambiental evitando posibles problemas ante nuevas normativas⁶.

Orellana, J. (2019), teniendo como objetivo; Determinar el porcentaje óptimo de la dosificación de caucho reciclado y betún asfáltico dentro de la mezcla para la elaboración de un pavimento flexible, la metodología es de tipo aplicada y diseño cuasi experimental. Como muestras, se emplearon cinco porcentajes diferentes cuales son, 5%, 5.5%, 6%, 6.5% y 7%. Obteniendo resultados, para la muestra de pavimento convencional se tiene que la máxima densidad específica se da a porcentaje de asfalto de 7%, el mayor de estabilidad se da con un porcentaje de asfalto de 6.62% y el 4% de porcentaje de vacíos se consigue con un porcentaje de 6.67%, teniendo como un resultado un porcentaje óptimo de asfalto para la muestra convencional de 6.7%. Conclusión; en base de los ensayos de laboratorio antes mencionados y utilizando cinco diferentes porcentajes de asfalto se determina que el porcentaje óptimo de contenido de asfalto para una mezcla asfáltica convencional es del 6.70%. teniendo un valor de estabilidad de 4166.25 lbf, un flujo de 12.35 1/100", en un 3.38% de vacíos con aire, 13.01% de vacíos con agregado mineral y 74.16% de vacíos llenos de asfalto. Cumpliendo así con los requerimientos establecidos en la NEVI-12⁷.

En otros idiomas se tiene a: Khalil Nabil Dalloul (2013), the objective of this research was to study the possibility of opting for glass from crushed waste such as coarse sand and putties, in the course of asphalt binder in the local conditions of the Gaza Strip. The methodology is of an applied type and a quasi-experimental design, as a result, through studies of criteria, the design of asphalt mixtures was carried out, the technology that produces asphalt with its international and local specifications. As a result, they obtained that the crushed waste glass can be used in the asphalt binder layer with a maximum size of 4.75mm. As a conclusion it was; the replacement of the crushed glass residues was optimal of 7.5% in the aggregate of *trabia* (0 / 4.75)⁸.

Khelifa El-Atrash (2020), the objective of the present investigation was; To show the effect of the factors for the design of the asphalt mix with the type of bituminous binder, the methodology is applied type and applied design, the instruments that were proposed for the asphalt mix were the Marshall method and the superpave method. Shear tests tested the mixtures to evaluate the performance of the bituminous binder. The sample was: it was divided into three phases, illustrates the research framework that includes the three different phases. In this experimental investigation, several tests of mixtures of binder aggregates and asphalt were

carried out. Conclusion. The higher binder content of asphalt that can be found with the Marshall Design method leads to early pavement failure in these climates⁹.

Asres, D. (2013), the objective of this research was; evaluate the resistance to pickling against the performance of other HMA in different proportions of the mixture by adding the lime. The methodology is of an applied type and quasi-experimental design, as results with the tests carried out on unmodified samples, those tests chosen in the studies to compare the resistance to moisture damage, which were given by the indirect tensile test modified by Lottman of AASHTO T -283, as conclusions; The study evaluated the uses of lime additives to estimate AMF resistance as a good result. Employ standardized tests on the aggregate being tested in quality tests, including specific gravity, absorption, and abrasion resistance. All bitumen quality tests were carried out and the results exceeded the necessary specifications¹⁰.

Como Artículos Científicos se tiene a: Shaikh y Col. (2017), como objetivo del artículo de investigación fue: Comparar aquellas propiedades de la carretera bituminosa y la carretera bituminosa plástica. La metodología es de tipo aplicada y diseño cuasi experimental, Como instrumento; La prueba se realizó en la prueba de gravedad específica del agregado y en el betún: prueba de punto de reblandecimiento. Como muestra; Los materiales que se emplearon fue el betún 60/70, áridos, cemento y residuos plásticos fragmentado a 2,36 mm de tamaño. Los resultados fueron: la gravedad específica aumentó de 2,5 a 2,76 con la adherencia de 9% y 14% de plástico, la estabilidad de Marshall aumentó de 950 kg a 1980 kg y el valor de flujo aumentó de 3,1 mm a 5 mm con un 15% en peso de residuos plásticos. Por tanto, podemos concluir que la mezcla renovada ha dado buenos resultados en las características del método Marshall. Los experimentos llevados a cabo con la adherencia de los residuos plásticos optan buen resultado en las diferentes propiedades de la carretera bituminosa¹¹.

Gales y guerrero (2015), como objetivo fue la muestra que aumentará los propiedades como durabilidad, disminuye el mantenimiento periódico en el pavimento flexible y aumentan un porcentaje mínimo al presupuesto total de aquellas mezclas no convencional, la metodología es de tipo aplicada y diseño cuasi experimental, por otro lado, los autores señalan del proceso de la dosificación

asfáltica no convencional agregando polvo de neumático sería muy perceptible en cuanto a propiedades de un asfalto no convencional que precisa de factores externos (temperatura-clima) e internos como la pureza del polvo de caucho. Se da como conclusión en el presente artículo que al adicionar los polvos de neumáticos se obtuvo como resultados cuanto, a módulos de rigideces, resistencia de la fatiga, deformación dinámica en la mezcla ya sea húmeda con el 15% de polvo del caucho incorporado. En consecuencia, la adherencia del polvo con el caucho en las mezclas asfálticas indica que disminuirá en cuanto a la deformación dinámica, mejorando aquellas propiedades en la mezcla y que contrarresta la falla de depresión o lo que se conoce como ahuellamiento¹².

Hernández, Moncayo y Sánchez (2019), como objetivo fue: realizar un diseño incorporando polímero en un 4% para luego asemejar el diseño estándar dado mediante el método Marshall, para aclarar la influencia en las mezclas no convencionales en la capa del asfalto. La metodología es de tipo aplicada y diseño cuasi experimental, Los materiales que se emplearon en aquel desarrollo para la investigación, se empleó 4 tipos en materiales, como; agregado grueso triturado de tamaño $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{8}$, polvo de roca y agregados finos. En la realización de aquellos diseños se empleó por el método Marshall con las siguientes % en el asfalto: 5.5%, 6.5%, 7.5% y 8.5% de asfalto convencional y el no convencional de 3% en polímeros de clase Butonal NX - 1138. Como conclusión: estos resultados obtenidos demostraron que la mezcla modificada o no convencional con polímeros de clase Butonal NX - 1138, tuvo un aumento de la densidad y la estabilidad¹³.

Como sustentos teóricos relacionado a las variables y las dimensiones tenemos lo siguiente: **Neumáticos Reciclados**. Los neumáticos reciclados provienen de los vehículos automotores, donde los materiales dejan de ser utilizados, que por lo general tiene un destino no muy controlado ambientalmente, rellenos sanitarios, plantas térmicas, basureros a espacio abierto, que generan un daño ambiental importante. Se obtiene mediante procesos de granulares de llantas usadas, disminuido en tamaño, esta materia prima es utilizada en distintas obras de ingeniería civil, como lo son en rellenos de terraplenes, materiales de contención, pisos de parques, como transformador en la dosificación asfáltica¹⁴. **Mezcla Asfáltica**. Es una combinación de asfalto y agregado de minerales pétreos,

medidos de piedras, arenas y finos que traspasan la malla número 200. El asfalto trabaja de acuerdo al material ligante o cohesionante¹⁵.

Propiedades físicas-mecánicas del asfalto. Los atributos físicos y mecánicas del asfalto, son de gran importancia para el diseño y construcción de carreteras, tales son: durabilidad, adhesión, susceptibilidad a la temperatura, envejecimiento, endurecimiento y resistencia a la fatiga¹⁶. **Mezclas asfálticas en caliente.** Se construyen los asfaltos mediante grados altos, en un intervalo de 150 grados centígrados, según la viscosidad del ligante, se calienta los agregados, para que el asfalto no llega a enfriarse y podría bajar la temperatura considerablemente y sea fatal al entrar en contacto con ellos¹⁷.

Ensayos por el método Marshall

El ensayo por el método Marshall, subsisten de tres maneras. Los cuales se indican a continuación: la determinación de la gravedad específica, prueba de estabilidad Marshall, estudio de la densidad y enlace de vacíos en probetas, pero en esta investigación optaremos por, estabilidad Marshall y flujo Marshall, aparte de ello se relacionará el porcentaje de vacíos¹⁸. **Estabilidad.** La estabilidad de una mezcla requiere de la fricción y la cohesión interna. La fricción interna de las partículas del componente agregado es concurrente con las características, ya sea en la forma y estructura superficial. La cohesión secuela la capacidad del ligante hidrocarbonato en el asfalto. Una categoría propia de la fricción y cohesión interna, en dicha combinación, advierte que las partículas de agregado se muevan unas otras debido a las fuerzas accionado por el tráfico. En conclusiones específicas, entre mejor el ángulo de la figura en las partículas del componente agregado más alta será la estabilidad de la mezcla asfáltica en el pavimento flexible¹⁹. **Flujo.** Se evalúa mediante una alteración en la briqueta en el punto más elevado de la carga. Antiguamente, indagaban a que las mezclas asfálticas tuviesen el menor valor de estabilidad y flujo ante estos dos factores de modo a que la combinación en el agregado no sea tan rígida, ni tan flexible²⁰. **Valor de estabilidad Marshall.** Este valor es una medida de la carga aplicada a la muestra hasta que falla por completo. Durante la prueba, la carga debe aplicarse lentamente. Cuando se juntan las cabezas superior e inferior del dispositivo, la carga aplicada a las briquetas aumenta. Esto se observa en las lecturas del comparador. Se utilizan muchos materiales, y la resistencia a menudo está relacionada con su calidad. Sin embargo,

para mezclas asfálticas calientes, no necesariamente satisface esta situación debido a la alta estabilidad²¹. **Porcentaje de vacíos.** El propósito del análisis es el determinar el porcentaje de vacíos en la mezcla compactada. Una vez que se completa los ensayos de estabilidad y fluencia, se procede a efectuar un análisis de densidad y vacíos para cada serie de probetas de prueba. Normas: AASHTO T-245, ASTM D-1559²².

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

Los diseños de estas investigaciones es el marco de los métodos y técnicas de información específico por los investigadores. El diseño concede al investigador progresar los métodos de indagación que son idóneos para el tema en cuestión y prepararlos para el éxito de su investigación²³.

De tal forma, la presente investigación es de tipo aplicada, de acuerdo a que se investigó tomar en hechos los conocimientos previos para el perfeccionamiento de la mezcla asfáltica haciendo el uso de los neumáticos reciclados, en base a los antecedentes de casos idénticos, con el propósito de acatar decisiones en alternativa de mejorar la mezcla asfáltica de la carpeta de rodadura, con los diferentes porcentajes de los neumáticos reciclados, todo ello, a los resultados del laboratorio y los criterios de las propiedades físicos-mecánicas como; el porcentaje de Vacíos, flujo Marshall y la estabilidad Marshall.

Diseño de investigación:

Diseño cuasi experimental.

Al igual que los experimentos reales, el diseño cuasi experimental tiene como objetivo establecer una relación causal entre variables independientes y variables dependientes. Sin embargo, a diferencia de los experimentos reales, los cuasiexperimentos no se basan en la asignación aleatoria²⁴.

Este proyecto se considera como cuasi experimental, debido a que se dirigirán ciertos ensayos como el método Marshall, con diferentes proporciones de los neumáticos reciclados (1%, 3% y 5%) en la mezcla asfáltica en caliente, con el propósito de realizar un análisis del efecto que tendrá en las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica, “dosificaciones elegidas tentativamente en base a diferentes estudios previos de diversos autores (tesis: Flores 5% - 10% - 20% y Contreras – 0.5% - 1%- 1.5%) realizados con estabilizadores en subrasantes”.

3.2. Variables y Operacionalización

Variable independiente: Neumáticos Reciclados

Definición conceptual:

Cesar y Liliana (2017, pág. 23). Los neumáticos reciclados es un material obtenido a partir de llantas de desecho de vehículos automotores, su destino no suele ser muy amigable con el medio ambiente, los vertederos, centrales térmicas y vertederos a cielo abierto provocarán graves daños al medio ambiente. Por otro lado, también se puede obtener mediante granulares de neumáticos que cumplieron su tiempo de vida para reducir el tamaño. Este material se utiliza en diferentes obras de ingeniería civil, como rellenos de terraplenes, materiales de cerramientos, suelos de parques, como modificador en mezclas asfálticas²⁵.

Definición operacional:

El caucho reciclado reemplaza en forma proporcional a la mezcla en dosificaciones de 1%, 3% y 5% respecto a las briquetas empleándose 04 combinaciones en las briquetas: N, N+1%, N+3% y N+5%: con el objetivo de reducir el porcentaje de vacíos, reducir el flujo y aumentar la estabilidad.

Variable independiente **V1:** Neumáticos Reciclados.

Variable dependiente: Propiedades de la Mezcla Asfáltica en Caliente

Definición conceptual:

Según Arangui y Valverde (2018, pág. 45). Están hechos de asfalto a altas temperaturas. En el rango de 150 grados centígrados, dependiendo de la viscosidad del ligante, el agregado también se calentará, por lo que el asfalto no se enfriará cuando entre en contacto con ellos. Por lo tanto, es una combinación de asfalto y agregados minerales pétreos, compuestos de piedras, arena y finos que pasan la malla 200, el asfalto y agregado actúa como el material ligante o cohesionante²⁶.

Definición operacional:

En la mezcla asfáltica de tal manera se ensayaron con neumáticos reciclados, por lo cual influyeron en las propiedades físicas y mecánicas que optimizaron la calidad. En esta investigación se realizaron ensayos de la fluencia Marshall, para los cuatro combinaciones pre establecidos (N, 1%, 3%, y 5%) y luego ver el grado de

reducción del diámetro en las muestras, de tal forma, se hizo ensayos de la estabilidad Marshall y resistencia a la fatiga en las cuatro combinaciones (N, 1%, 3% y 5%) previamente se realizó el ensayo Marshall convencional, ver su deformación según norma específica. ASTM D 6927, donde la deformación está dada mediante números en el intervalo de 8 a 14 centésimas pulgadas o centésimas/milímetros.

Variable Dependiente

V2: Mezcla asfáltica en caliente

3.3. Población, Muestra y Muestreo

Población

La población son aquellos sujetos o unidades de utilidad, ocasionalmente, no cuentan con datos aptos en la mayoría de los tipos para una población²⁷.

Mejoramiento de la mezcla asfáltica en caliente

Para la evaluación de las propiedades físicos y mecánicos de la mezcla asfáltica del presente estudio es de clase A, la población es todos los ensayos, y sus ensayos físicos y mecánicos, que resulten de las pruebas del Ensayo Método Marshall, siendo las propiedades físicas-mecánicas como, el porcentaje de Vacíos, el Flujo y la Estabilidad, en distintas combinaciones con los neumáticos reciclados aplicando en los 3 diseños adicionales.

Tabla N°01: Requisitos para mezcla de concreto bituminoso para el Ensayo Marshall

PARAMETRO DE DISEÑO	CLASE DE MEZCLA		
	A	B	C
MARSHALL MTC E 504			
1. COMPACTACION, NUMERO DE GOLPES POR LADO	75	50	35
2. ESTABILIDAD (MINIMO)	8.15 KN	5.44 KN	4.53 KN
3. FLUJO 0.01" (10 \wedge -2 Pulg) (0.25 MM)	0.08 pulg - 0.14 pulg 2mm - 3.6 mm	0.08 pulg - 0.16 pulg 2mm - 4.1 mm	0.08 pulg - 0.20 pulg 2mm - 5.1 mm
4. PORCENTAJE DE VACIOS CON AIRE (1) (MTC E 505)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
5. VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL	VER TABLA 423 -10 (MTC, 2013)		
INMERSION - COMPRESION (MTC E 518) RESISTENCIA A LA COMPRESION MPA 1. RESISTENCIA RETENIDA % (MIN) 75	2.1 75	2.1 75	1.4 75
RELACION POLVO - ASFALTO (2)	0.6 - 1.3	0.6 - 1.3	0.6 - 1.3
RELACION ESTABILIDAD / FLUJO (KG/CM) (3)	1700 - 4000		
RESISTENCIA CONSERVADA EN LA PRUEBA DE TRACCION INDIRECTA AASHTO T 283	80 MIN		

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013).

Muestra

La muestra es un subconjunto de sujetos para la población, peculiarmente cuentan con datos utilizables en los fulanos para las muestras²⁸.

Cabe resaltar que, la clase de la mezcla es A, con la compactación en número de golpes de 75 por lado, la Estabilidad como mínimo será el 8.15 KN, Porcentaje de Vacíos será de 3 – 5, el Flujo será de 8 – 14 en pulg/mm, todo ello según la tabla N°01 del Marshall MTC E-504, Ante ello, se ha tomado 36 briquetas para las muestras, por ello se ejecutarán 03 ensayos para Porcentaje de Vacíos, 03 Flujo Marshall y 03 Estabilidad Marshall, para luego definir las propiedades físicos – mecánica, según las proporciones indicadas (N, N+1%, N+3% y N+5%).

TABLA N°02: Ensayos de las 3 propiedades para las muestras

muestras	% de Vacíos	Flujo	Estabilidad
N	3	3	3
N + 1%	3	3	3
N + 3%	3	3	3
N + 5%	3	3	3
total	12	12	12
	36		

Fuente: elaboración propia

Muestreo

También conocida como muestreo selectivo o subjetivo, esta técnica se basa en el juicio del investigador al seleccionar a las personas que participarán. El muestreo por juicio tiene la ventaja de ser rentable en términos de tiempo y costo, al tiempo que genera múltiples respuestas²⁹.

Mejoramiento de la mezcla asfáltica

La clase de muestreo se define a la forma de separar, por la cual el muestreo es de no probabilístico, puesto que no requiera a una formula estadística, ya que los principios de decisión del tesista, del tipo de ensayo y las singularidades de la investigación (Marshall MTC E-504), la que conduce al desarrollo en la toma de decisiones del investigador.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnica de recolección de datos

La técnica de recopilación de datos nos otorga recolectar organizadamente la información para los objetos de estudio (individuos, cosas, fenómenos) y encima

de los ambientes que suceden. En la recolección de datos debemos estar ordenado. Cuando los datos son recopilados de casualidad, las preguntas serán difíciles de responder, de forma concisa y eficaz³⁰.

Ante ello, se usará la observación para el método de recopilación de datos, posteriormente ofrecer alguna solución posible a la problemática, de tal modo comprobar las hipótesis planteadas. Por ende, los orígenes de las indagaciones en bases teóricas para las variables con el fin de utilizar la ficha bibliográfica, por lo tanto, sujeta la técnica de cuasi experimentación.

Similarmente se utilizarán las normativas establecidas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones: ASTM D 3515, ASTM D 2041, ASTM D 3203 y ASTM D 6927.

Instrumentos de recolección de datos

El instrumento de recolección de datos exactos y ordenados es fundamental para hacer investigaciones científicas. La recolección de datos autoriza recolectar la indagación que queramos tener sobre el objeto de estudios³¹.

Por lo tanto, la investigación se realizará mediante ensayos para obtener el resultado planteado, de tal modo se estipula en el siguiente:

- Revisión de documento
- Mediciones
- Observaciones
- Combinaciones de diferente método

Tabla N°03: Ensayos de laboratorio

	Ensayo	Instrumento
Ensayos preliminares de la mezcla asfáltica para un pavimento flexible.	Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D 3515
	Peso específico Rice	ASTM D 2041
Ensayos de las propiedades físicas-mecánicas en la mezcla asfáltica para un pavimento flexible.	Ensayo de Porcentaje de vacíos	ASTM D 3203
	Ensayo de Flujo Marshall	ASTM D 6927
	Ensayo de Estabilidad Marshall	ASTM D 6927

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad

Para las investigaciones realizadas con regularidades, los investigadores involucrados esperan resultados iguales en toda ocasión. Su diseño debe plantear cómo realizar preguntas a la investigación donde garantice el estándar de respuestas. Podrá alcanzar el resultado esperado si el diseño es confiable³².

al mencionar la confiabilidad implica la aplicación constante de un individuo que será evaluado, por lo tanto, debe rendir los resultados idénticos entre sí, dando la confianza del resultado obtenido y del instrumento que será utilizado en el proceso de los ensayos, de la misma manera certificar la calibración del instrumento a emplear en los ensayos.

Validez

Hay muchas herramientas aptas para medir. Por lo tanto, la única herramienta de medir correcta es aquel que ayuda al investigador de medir el resultado conforme el objetivo de la investigación. Por ende, será válido el instrumento procesado de la investigación³³.

Ante ello los instrumentos a emplearse serán sometidos a la validación mediante expertos en el área de carreteras asfálticas o pavimentos flexibles, donde se encargará de aprobar la ficha de instrumento a emplearse para la investigación.

3.5. Procedimientos

Mejoramiento de la mezcla asfáltica en caliente

Los ensayos se realizarán en laboratorio, donde se adicionará un 1%, 3% y 5% de caucho reciclado en granos, a la mezcla asfáltica convencional, para ser sometidos a los ensayos por el método Marshall, según las normas ASTM D 3203, ASTM D 6927 y ASTM D 6927, de lo cual se obtendrán los valores de la fluencia, estabilidad y Porcentaje de Vacíos, para evaluar la mejor opción de resultados y aplicarlos en la composición de la mezcla asfáltica en caliente.

3.6. Métodos de Análisis de datos

Mediante el punto de vista de régimen, también puede ser beneficiado de los análisis de datos, ya que toma decisión comercial basada en hecho y no en una cándida sagacidad³⁴.

Para el método de análisis de datos las cuales son cuantitativos emplearemos un proceso de obtención de datos mediante ensayos de laboratorio, para posteriormente realizar las interpretaciones y responder a las hipótesis planteadas.

3.7. Aspectos éticos

estando estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería Civil y autores del presente proyecto de investigación expresamos que dicho proyecto se desarrolló con total transparencia y respeto por las tesis de diferentes autores, respetando sus aportes mediante citas según las normas ISO 690-2010, de la misma manera indicando íntegramente los manuales, normas e instrumentos que se usaron en el proyecto de investigación, los cuales al final serán comparados por la herramienta web Turnitin.

IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Evaluación de las propiedades físicos-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente incorporando neumáticos reciclados para un pavimento flexible, Junín 2021.

Ubicación:

Departamento : Junín

Provincia : Satipo

Distrito : Mazamari

Ubicación : Carretera Mazamari



Figura N°01: Mapa del Perú

Fuente: Google Search



Figura N°02: Mapa de la Región Junín
Fuente: Google Search

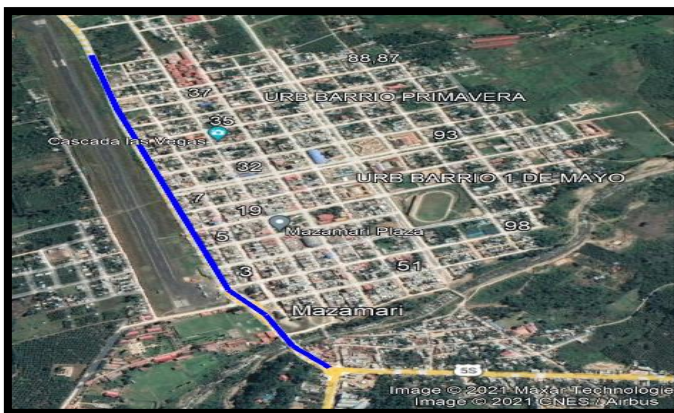


Figura N°03: Localización de la carretera Mazamari.
Fuente: Elaboración propia.

El estudio se realizó en el laboratorio JJ GEOTECNIA laboratorio suelos, concreto y asfalto, ubicado en la Avenida, A, Manzana 48, Lote 17, Asociación. Armando Villanueva, los Olivos-Lima.

Trabajo de laboratorio – PREVIA

Se realizó el control de calidad de los agregados para el diseño de la mezcla asfáltica, donde los agregados fueron extraídos de una cantera de nombre Carapongo, a 37km del laboratorio.

Ensayos previos de control de calidad para los agregados de grava triturada, arena triturada, arena natural y caucho. Para posterior manipulación con las distintas proporciones del caucho a las muestras convencionales.

Tabla N°04: Análisis de Granulometría para Grava triturada (G)

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa
1"	25.400	-	-	-	100.0
3/4"	19.050	-	-	-	100.0
1/2"	12.700	930.0	25.6	25.6	74.4
3/8"	9.525	1,560.0	43.0	68.6	31.4
1/4"	6.350	-	-	-	-
N° 4	4.760	1,120.0	30.9	99.4	0.6

Fuente: Elaboración propia.

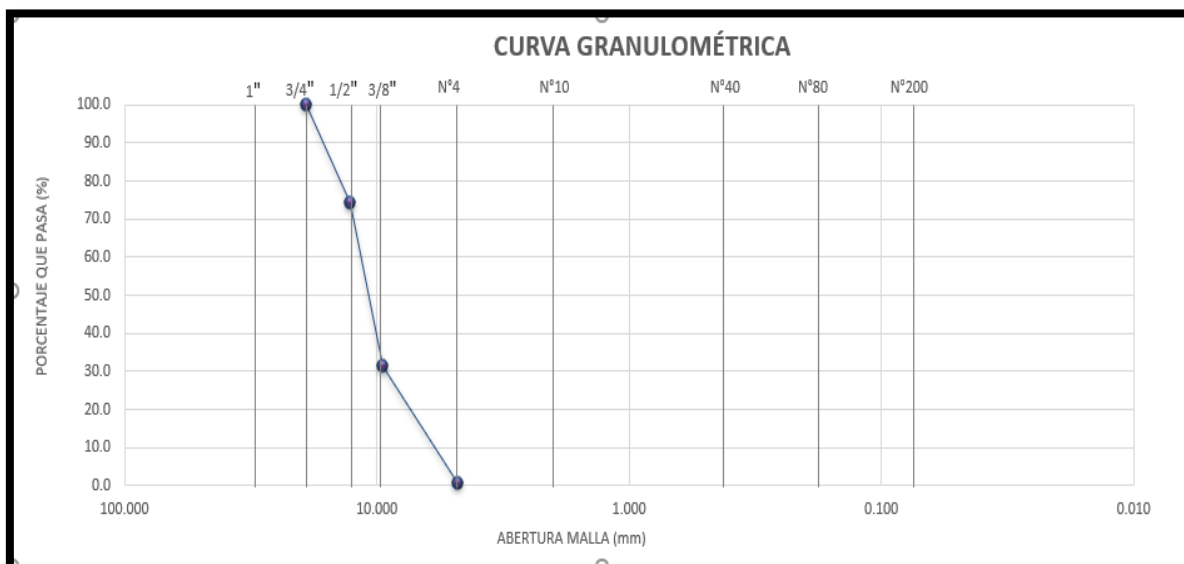


Figura N°04: Análisis Granulométrico por tamizado del agregado grava triturada (G).

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Según el ensayo granulométrico por tamizado se puede demostrar que el material de control de calidad, logro pasar el 0.6 % a la malla N°4, siendo como agregado fino y el 99.4 % siendo como agregado grueso.

Arena Natural Triturada (S)

Tabla N°05: Análisis Granulométrico de Arena Natural Triturada

ANALISIS GRANULOMÉTRICO					
Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa		
-	-	-	100.0		
-	-	-	100.0	Calculos.	
-	-	-	100.0	Tara	C.4
-	-	-	100.0	Peso de Tara	117.00 g
-	-	-	100.0	Tara + muestra Humeda	2,197.00 g
231.8	11.2	11.2	88.8	Tara + muestra Seca	2,186.90 g
				Contenido de Humedad (%)	0.5 %
812.2	39.2	50.4	49.6		
116.4	5.6	56.1	43.9	Muestra Seca	2,069.9 g
299.7	14.5	70.5	29.5		
133.6	6.5	77.0	23.0		
116.8	5.6	82.6	17.4		
93.8	4.5	87.2	12.8		
60.8	2.9	90.1	9.9	Proporciones Agregados.	
72.7	3.5	93.6	6.4	Agregado Grueso.	11.2 %
17.8	0.9	94.5	5.5	Agregado Fino.	88.8 %
44.9	2.2	96.6	3.4	Fino Malla 200.	0.0 %
69.5	3.4	100.0			

Fuente: Elaboración propia.

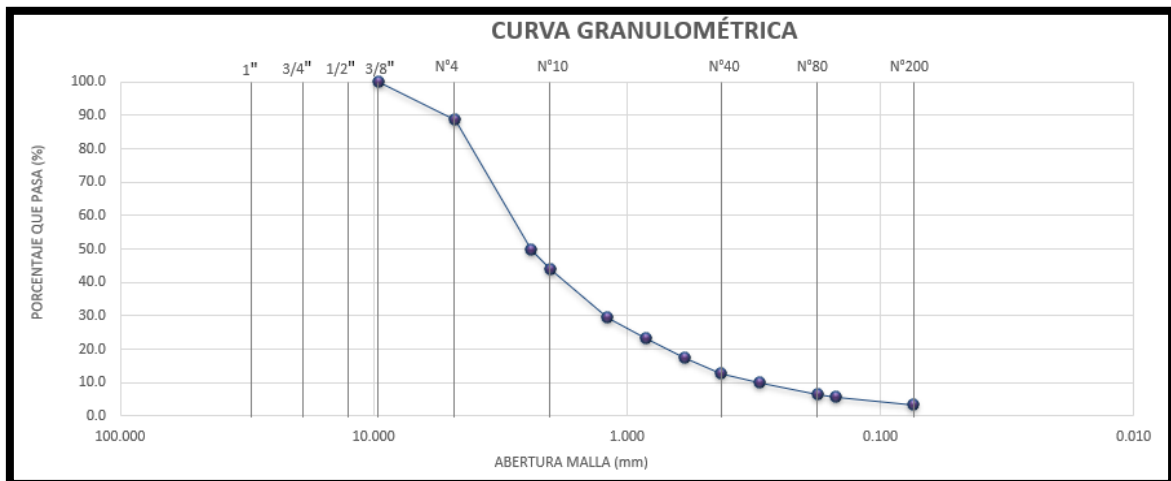


Figura N°05: Curva de Análisis Granulométrico de Arena Natural Triturada (S).

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Según el ensayo granulométrico por tamizado se puede demostrar que el material de control de calidad, logro pasar el 88.8 % a la malla N°4, siendo como agregado fino y el 11.2 % siendo como agregado grueso.

Arena Natural (S)

Tabla N°06: Análisis Granulométrico de Arena Natural

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa	
25.400	-	-	-	100.0	
19.050	-	-	-	100.0	Calculos.
12.700	12.2	0.5	0.5	99.5	Tara
9.525	30.0	1.3	1.9	98.1	Peso de Tara
6.350					Tara + muestra Humeda
4.760	572.5	25.7	27.6	72.4	Tara + muestra Seca
3.360					Contenido de Humedad (%)
2.380	504.3	22.6	50.2	49.8	
2.000	72.8	3.3	53.5	46.5	Muestra Seca
1.190	225.3	10.1	63.6	36.4	
0.840	127.6	5.7	69.3	30.7	
0.590	133.3	6.0	75.3	24.7	
0.426	123.0	5.5	80.8	19.2	
0.297	85.0	3.8	84.6	15.4	Proporciones Agregados.
0.177	108.2	4.9	89.5	10.5	Agregado Grueso.
0.149	30.7	1.4	90.9	9.1	Agregado Fino.
0.074	85.0	3.8	94.7	5.3	Fino Malla 200.
-	118.9	5.3	100.0		

Fuente: Elaboración propia.

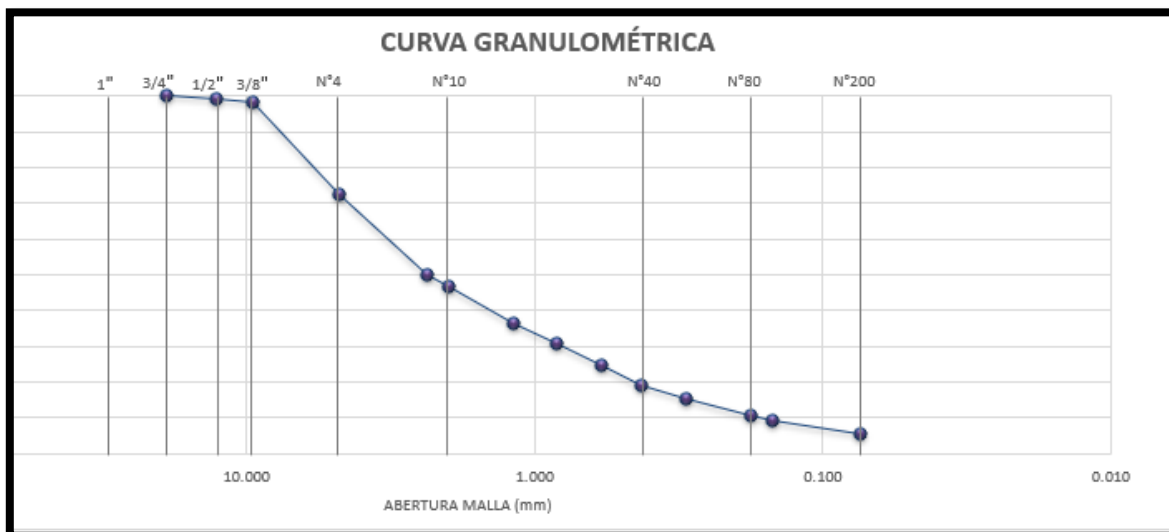


Figura N°06: Cuadro de Análisis Granulométrico de Arena Natural (S).

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Según el ensayo granulométrico por tamizado se puede demostrar que el material de control de calidad, logro pasar el 72.4 % a la malla N°4, siendo como agregado fino y el 27.6 % siendo como agregado grueso.

CAUCHO EN GRANULARES

Tabla N°07: Analisis Granulometrico del Caucho (granulares).

TAMIZ ASTM	ANALISIS GRANULOMÉTRICO							
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa			
1"	25.400	-	-	-	100.0	Calculos.		
3/4"	19.050	-	-	-	100.0			
1/2"	12.700	-	-	-	100.0			
3/8"	9.525	-	-	-	100.0			
1/4"	6.350	-	-	-	100.0	Tara		
N° 4	4.760	-	-	-	100.0	Peso de Tara		
N° 6	3.360	-	-	-	100.0	Tara + muestra Humeda		
N° 8	2.380	-	-	-	100.0	Tara + muestra Seca	500.3 g	
N° 10	2.000	92.3	18.5	18.5	81.5	Contenido de Humedad (%)	0.0 %	
N° 16	1.190	20.0	4.0	22.4	77.6	Muestra Seca	500.3 g	
N° 20	0.840	34.5	6.9	29.3	70.7	Proporciones Agregados.		
N° 30	0.590	50.0	10.0	39.3	60.7			
N° 40	0.426	180.0	36.0	75.3	24.7			
N° 50	0.297	83.5	16.7	92.0	8.0			
N° 80	0.177	25.7	5.1	97.2	2.8		Agregado Grueso.	0.0 %
N° 100	0.149	12.3	2.4	99.6	0.4		Agregado Fino.	100.0 %
N° 200	0.074	0.4	0.1	99.7	0.3	Fino Malla 200.	0.0 %	
-200	-	1.5	0.3	100.0				

Fuente: Elaboración propia.

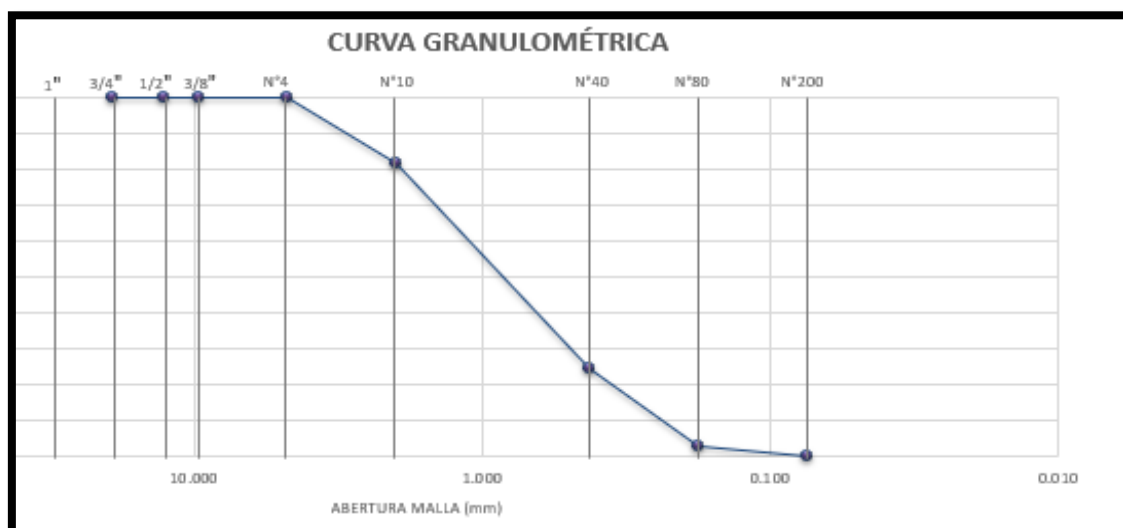


Figura N°07: Curva Granulométrico del caucho.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Según el ensayo granulométrico por tamizado para el caucho, se puede demostrar que el material de control de calidad, logro pasar el 100% a la malla N°8, siendo como agregado fino y el 100% siendo como el porcentaje acumulado en la malla N°200 o también conocido como fondo.

Mezcla ASTM D 3515

Tabla N°08: Análisis Granulométrico de la Mezcla ASTM D 3515.

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					1	2	3	ASTM D 3515 "D 5"	
	ABERT. mm	Grava triturada	Arena triturada	Arena natural	Filler					
1"	25.400									
3/4"	19.050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.700	74.4	100.0	99.5	100.0	90.9	90.8	90.8	90.0	100.0
3/8"	9.525	31.4								
1/4"	6.350									
N° 4	4.760	0.6	88.8	72.4	100.0	53.1	52.3	51.5	44.0	74.0
N° 6	3.360									
N° 8	2.380		49.6	49.8	100.0	32.5	32.5	32.6	28.0	58.0
N° 10	2.000									
N° 16	1.190									
N° 20	0.840									
N° 30	0.590									
N° 40	0.426									
N° 50	0.297		9.9	15.4	98.0	8.5	8.8	9.0	5.0	21.0
N° 80	0.177									
N° 100	0.149									
N° 200	0.074		3.4	5.3	99.0	3.2	3.3	3.4	2.0	10.0
-200	-							OK		
Mezcla de agregados										
Mezcla N° 01		35.0	35.0	29.5	0.5					
Mezcla N° 02		35.0	30.0	34.5	0.5					
Mezcla N° 03		35.0	25.0	39.5	0.5					OK

Fuente: Elaboración propia.

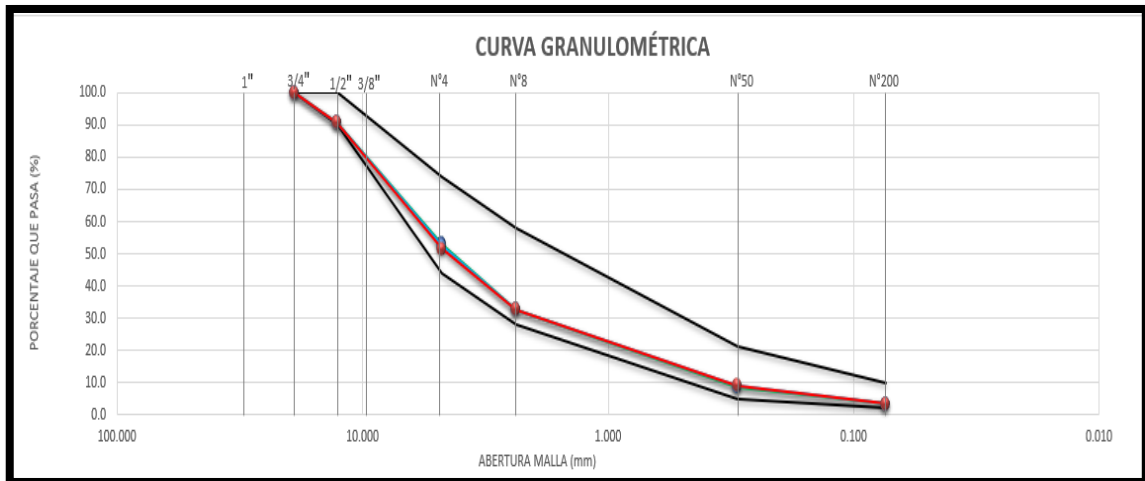


Figura N°08: Curva de Análisis Granulométrico de Mezcla ASTM D 3515.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Para el diseño de las briquetas se han realizado 03 mezclas que serán usados para cada porcentaje de la proporción propuesta, tales son mezcla de 1% de caucho, mezcla de 3% de caucho y mezcla con 5% de caucho. Por ende, en la mezcla N°03, la grava triturada es el 35%, la arena triturada es el 25%, la arena natural es el 39.5% y el filler es el 0.5%.

En conclusión, se han tomado 03 Briquetas como muestra que se le aplicará las proporciones de 1%, 3% y 5%. Como objetivo, realizar los ensayos de Porcentaje de Vacíos, Flujo Marshall y Estabilidad Marshall.

PROPORCIONES CON 1% DE CAUCHO GRANULAR

% de vacíos (1%)

Tabla N°09: Resultado con 1% de caucho

% de vacíos (1%)		
4.7	4.9	4.7
briqueta 01	briqueta 02	briqueta 03

Fuente: Elaboración propia.

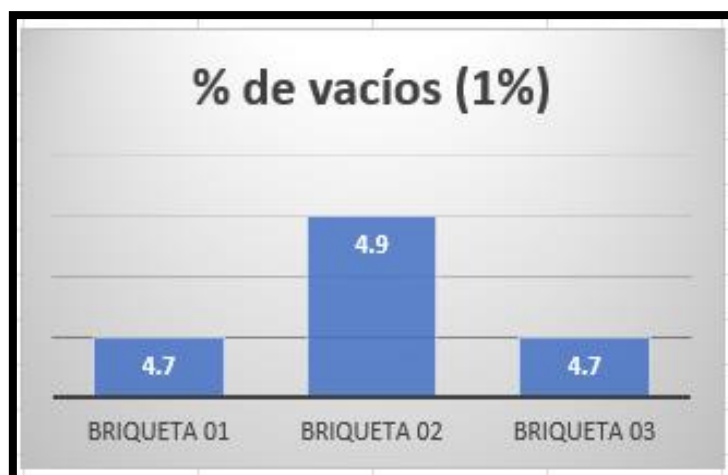


Figura N°09: Gráfico de Vacíos en las 03 mezclas con 1% de caucho.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Según el resultado del laboratorio, la briqueta 01 tiene como valor el 4.7% de vacíos, la briqueta 02 tiene como valor el 4.9% de vacíos y en la Briqueta 03 tiene como valor el 4.7% de vacíos. Donde la briqueta 01 y 03 los valores son menores a la briqueta 02.

Tabla N°10: Resultado con 1% de caucho

Flujo (1%)		
15	16	16
briqueta 01	briqueta 02	briqueta 03

Fuente: Elaboración propia.

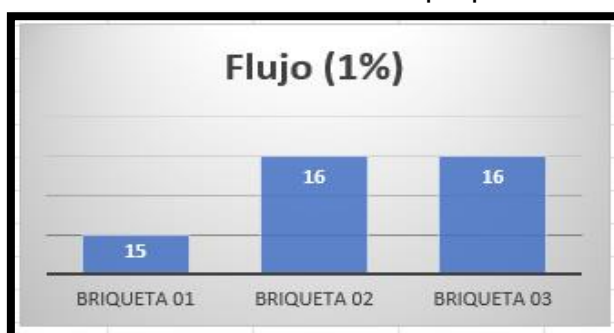


Figura N°10: Gráfico de Flujo en las 03 mezclas con 1% de caucho.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Según el resultado del laboratorio, la briqueta 01 tiene como valor el 15mm de flujo, la briqueta 02 tiene como valor el 16mm de flujo y en la Briqueta 03 tiene como valor de 16mm de flujo. Donde la briqueta 02 y 03 los valores son mayores a la briqueta 01.

Tabla N°11: Resultado con 1% de caucho

Estabilidad (1%)		
857	836	847
briqueta 01	briqueta 02	briqueta 03

Fuente: Elaboración propia.

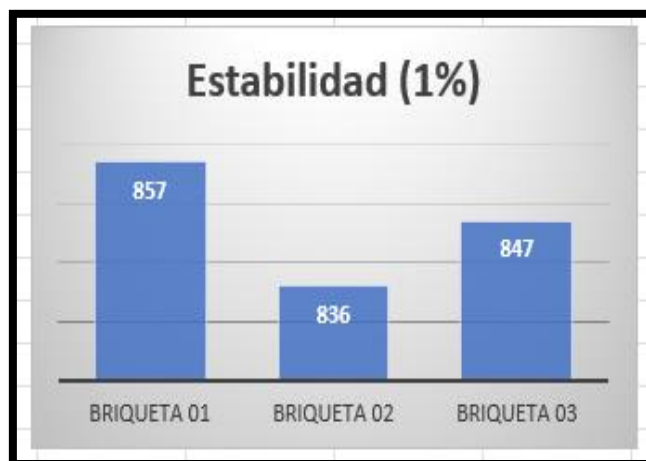


Figura N°11: Gráfico de Estabilidad en las 03 mezclas con 1% de caucho.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Según el resultado del laboratorio, la briqueta 01 tiene como valor el 857 N de Estabilidad, la briqueta 02 tiene como valor de 836 N de Estabilidad y en la Briqueta 03 tiene como valor de 847 N de Estabilidad. Donde en la briqueta 01, la estabilidad es mayor, la briqueta 02 es menor y en la briqueta 03 es el medio según el gráfico de estadística.

PROPORCIONES CON 3% DE CAUCHO GRANULAR

Tabla N°12: Resultado con 3% de caucho

% de vacíos (3%)		
5.6	5.6	5.4
briqueta 01	briqueta 02	briqueta 03

Fuente: Elaboración propia.

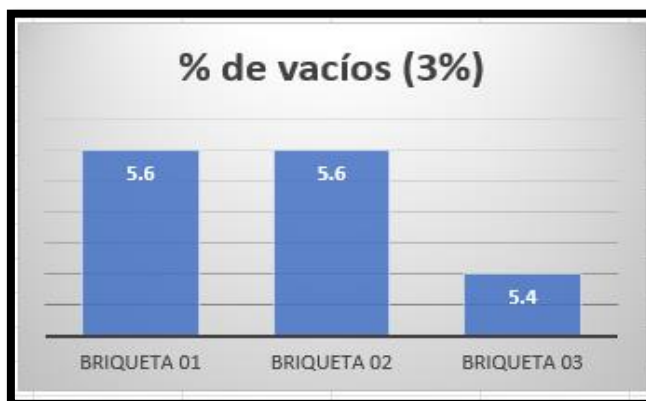


Figura N°12: Gráfico de Vacíos en las 03 mezclas con 3% de caucho.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Según el resultado del laboratorio, la briqueta 01 tiene como valor el 5.6% de vacíos, la briqueta 02 tiene como valor el 5.6% de vacíos y en la Briqueta 03 tiene como valor el 5.4% de vacíos. Donde la briqueta 01 y 02, los valores son mayores a la briqueta 03.

Tabla N°13: Resultado con 3% de caucho

Flujo (3%)		
19	19	20
briqueta 01	briqueta 02	briqueta 03

Fuente: Elaboración propia.

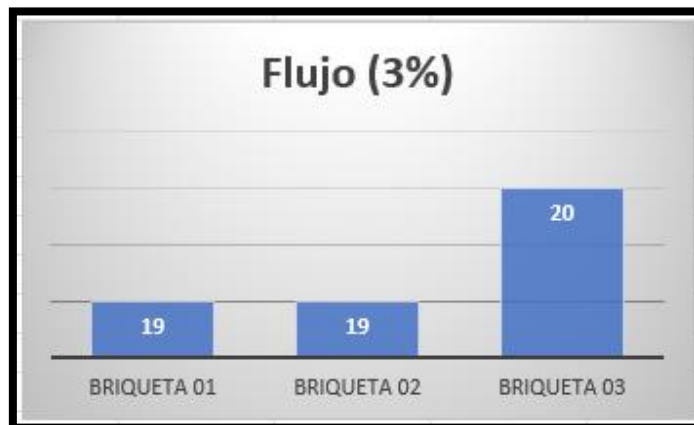


Figura N°13: Gráfico de Flujo en las 03 mezclas con 3% de caucho.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Según el resultado del laboratorio, la briqueta 01 tiene como valor el 19mm de flujo, la briqueta 02 tiene como valor el 19mm de flujo y en la Briqueta 03 tiene como valor de 20mm de flujo. Donde la briqueta 01 y 02 los valores son menores a la briqueta 03.

Tabla N°14: Resultado con 3% de caucho

Estabilidad (3%)		
662	656	659
briqueta 01	briqueta 02	briqueta 03

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°14: Gráfico de Estabilidad en las 03 mezclas con 3% de caucho.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Según el resultado del laboratorio, la briqueta 01 tiene como valor el 662 N de Estabilidad, la briqueta 02 tiene como valor de 656 N de Estabilidad y en la Briqueta 03 tiene como valor de 659 N de Estabilidad. Donde en la briqueta 01, la estabilidad es mayor, la briqueta 02 es menor y en la briqueta 03 es el medio según el gráfico de estadística.

PROPORCIONES CON 5% DE CAUCHO GRANULAR

Tabla N°15: Resultado con 5% de caucho

% de vacios (5%)		
7	6.8	7
briqueta 01	briqueta 02	briqueta 03

Fuente: Elaboración propia.

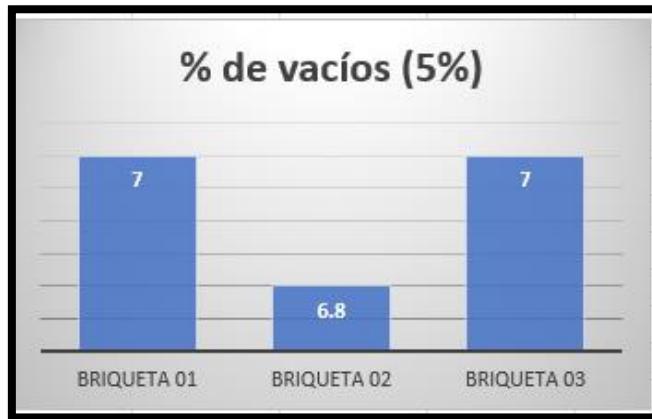


Figura N°15: Gráfico de Vacíos en las 03 mezclas con 5% de caucho.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Según el resultado del laboratorio, la briqueeta 01 tiene como valor el 7% de vacíos, la briqueeta 02 tiene como valor el 6.8% de vacíos y en la Briqueeta 03 tiene como valor el 7% de vacíos. Donde la briqueeta 01 y 03 los valores son mayores a la briqueeta 02.

Tabla N°16: Resultado con 5% de caucho

Flujo (5%)		
22	22	23
briqueeta 01	briqueeta 02	briqueeta 03

Fuente: Elaboración propia.

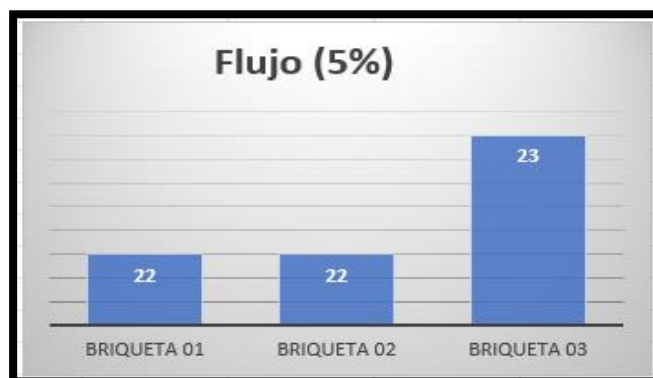


Figura N°16: Gráfico de Flujo en las 03 mezclas con 5% de caucho.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Según el resultado del laboratorio, la briqueta 01 tiene como valor el 22 mm de flujo, la briqueta 02 tiene como valor el 22 mm de flujo y en la Briqueta 03 tiene como valor de 23 mm de flujo. Donde la briqueta 01 y 02 los valores son menores a la briqueta 03.

Tabla N°17: Resultado con 5% de caucho

Estabilidad (5%)		
566	578	590
briqueta 01	briqueta 02	briqueta 03

Fuente: Elaboración propia.

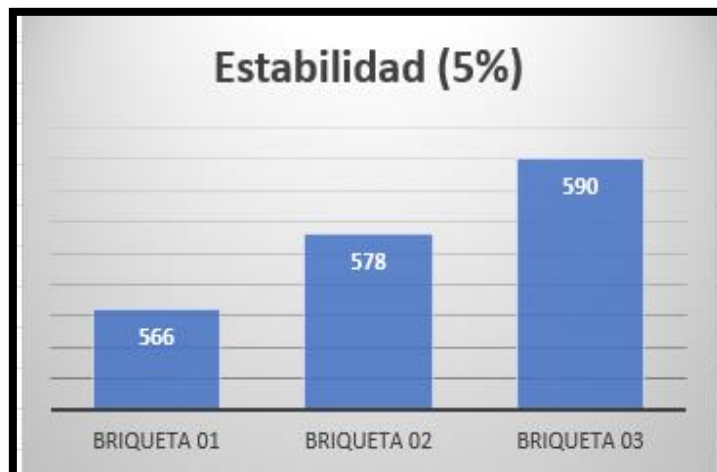


Figura N°17: Gráfico de Estabilidad en las 03 mezclas con 5% de caucho.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Según el resultado del laboratorio, la briqueta 01 tiene como valor el 566 N de Estabilidad, la briqueta 02 tiene como valor de 578 N de Estabilidad y en la Briqueta 03 tiene como valor de 590 N de Estabilidad. Donde en la briqueta 01, la estabilidad es menor, la briqueta 02 es medio y en la briqueta 03 es el mayor según el gráfico de estadística.

Objetivo 1:

Especificar la incorporación de neumáticos reciclados con 1%, 3% y 5% para determinar el Porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021.

Reseña Ensayo % de vacíos llenos

El porcentaje de los vacíos en el agregado mineral que son llenados por el asfalto, no incluyendo el asfalto absorbido. El contenido de asfalto puede expresarse como porcentaje del peso total de la mezcla, o por peso del agregado de la mezcla³⁵.

a) Porcentaje de vacíos convencional es 4.3%, b) porcentaje de vacíos + 1% con caucho es 4.8%, c) porcentaje de vacíos + 3% con caucho es 5.5%, d) porcentaje de vacíos + 5% con caucho es 6.9%.

Tabla N°18: Resultado % de vacíos.

mezcla asfáltica	convencional	1% de caucho	3% de caucho	5% de caucho
vacíos	4.3	4.8	5.5	6.9

Fuente: Elaboración propia.

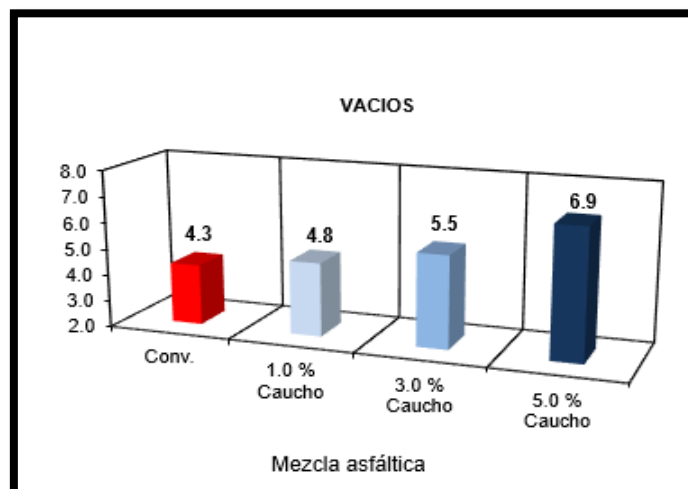


Figura N°18: Gráfico de Vacíos con las 03 proporciones de caucho.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Según el resultado del laboratorio, al incorporar un 1% de caucho granular a la mezcla, aumenta el porcentaje de vacíos en un 4.8% de vacíos, con 3% de caucho el valor es 5.5% de vacíos y al agregar el 5% va escalando el valor en 6.9% de vacíos. Por ende, se puede afirmar que, al incorporar más porcentajes en las proporciones, hace que los vacíos aumenten y que la mezcla sea más flexible.

Objetivo 2:

Indicar la incorporación de neumáticos reciclados con 1%, 3% y 5% para determinar el flujo de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021

Reseña ensayo de flujo

El valor flujo es el movimiento total o deformación, en unidades de 0.25 mm (1/100") que sucede en el espécimen al estar con carga y sin carga y el punto máximo de carga durante la prueba estabilidad³⁶.

- a) Flujo convencional es 13.2 mm, b) Flujo + 1% con caucho es 15.7 mm, c) Flujo + 3% con caucho es 19.3 mm, d) Flujo + 5% con caucho es 22.3 mm.

Tabla N°19: Resultado de Flujo.

mezcla asfáltica	convencional	1% de caucho	3% de caucho	5% de caucho
Flujo	13.2	15.7	19.3	22.3

Fuente: Elaboración propia.

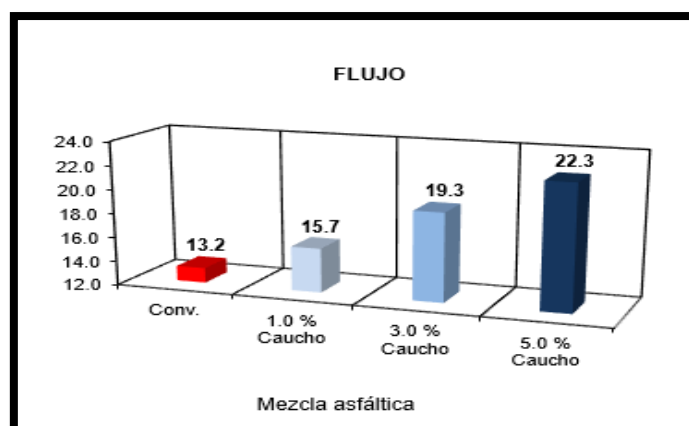


Figura N°19: Gráfico de Flujo con las 03 proporciones de caucho.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Según el resultado del laboratorio, la muestra convencional es 13.2 mm, la muestra con 1% de caucho es 15.7 mm de flujo, con porcentaje de 3% de caucho es 19.3 mm de flujo y al incorporar un 5% de caucho, como valor es el 22.3 mm de flujo. Afirmando que al incorporar mayores porcentajes en las proporciones aumenta la fluencia y que la mezcla sea más flexible en cuanto a su relación de flujo/estabilidad.

Objetivo 3:

Especificar la incorporación de neumáticos reciclados con 1%, 3% y 5% para determinar la Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021.

Reseña ensayo de Estabilidad

Este método se aplica en mezcla asfáltica de gradación densa, preparadas con cementos asfálticos (modificados o sin modificarse), asfaltos rebajados, brea, brea-hule y con agregados de tamaño máximo hasta de 25 mm (pasando el tamiz de 25 mm)³⁷.

- a) Estabilidad convencional es 9.9 KN, b) Estabilidad + 1% de caucho 8.5 KN,
c) Estabilidad + 3% de caucho es 6.6 KN, d) Estabilidad + 5% de caucho es 5.8 KN.

Tabla N°20: Resultado de Estabilidad.

mezcla asfáltica	convencional	1% de caucho	3% de caucho	5% de caucho
Estabilidad	9.9	8.5	6.6	5.8

Fuente: Elaboración propia.

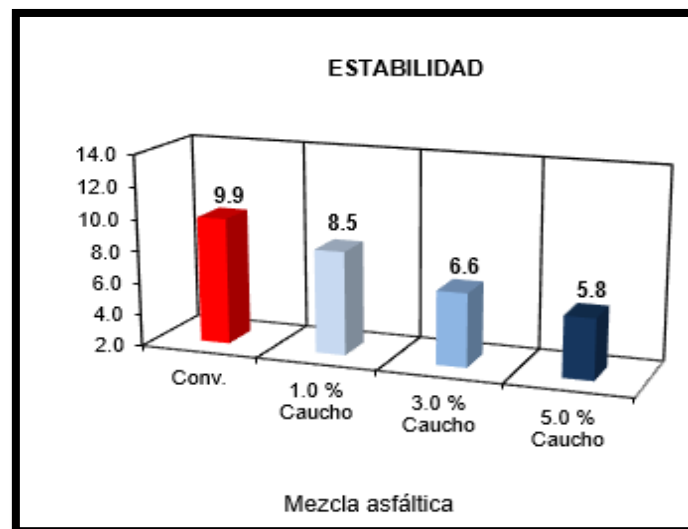


Figura N°20: Gráfico de Flujo con las 03 proporciones de caucho.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Según el gráfico de resultados, la mezcla convencional tiene como valor de 9.9 KN de Estabilidad, al incorporar 1% de caucho da como valor a 8.5 KN de Estabilidad, al añadir 3% de caucho da como valor el 6.6 KN de Estabilidad y al incorporar un 5% de caucho tiende a dar el valor de 5.8 KN de Estabilidad. Dada la consigna, al insertar mayor porcentaje en las distintas proporciones con caucho reduce la estabilidad, por ende, la mezcla asfáltica se vuelve más flexible con respecto a las características del Marshall.

Características del Ensayo Marshall

<u>CARACTERISTICAS MARSHALL</u>		
GOLPES	75	75
% C. A.	5.20	
P. UNITARIO	2.370	
VACIOS	4.3	3 - 5
V.M.A.	18.0	14.0
V. L.L.C.A.	74.5	
POLVO / ASFALTO	1.32	0.6 - 1.3
FLUJO	13.2	8 - 14
ESTABILIDAD	9.92	8.15 kN.
ESTABILIDAD/FLUJO	2995	1700 - 4000

Figura N°21: Características del Ensayo Marshall.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Para corroborar con la relación de estabilidad/flujo, permite un rango, lo cual es de $1700 < 2995 < 4000$ (kg/cm²), si en caso el resultado es menor a 1700, estaría considerando como una mezcla muy flexible, por otro lado, si el valor es mayor a 4000, estaría considerando como una mezcla muy rígida.

V. DISCUSIÓN

5.1 Discusión de Objetivo General

5.1.1 Evaluar la incorporación de neumáticos reciclados en las propiedades físicas-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021.

Según Granados Noa (2017) en su investigación “comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla asfáltica convencional”, en el cual agrego granos de caucho en porcentajes de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%, obteniendo una mejora significativa en el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica modificada con caucho³⁸.

Los resultados obtenidos en esta investigación nos indican que existe una similitud en relación a la estabilidad con el antecedente mencionado. Mientras que en la mayoría de propiedades los resultados son desfavorables comparados con la mezcla asfáltica convencional.

5.2 DISCUSIÓN DE OBJETIVOS ESPECÍFICOS

5.2.1 Determinar la incorporación de neumáticos reciclados en el % de vacíos de una mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021.

Carrizales (2015) en su tema de investigación determinó que el porcentaje de vacíos en mezclas asfálticas convencionales es de 2.25%, por otro lado, en mezclas asfálticas modificadas con caucho reciclado se obtuvo un porcentaje de vacíos de 9.06%. Esto se genera debido a que el caucho amortigua los golpes al momento de compactar lo que genera mayor % de vacíos³⁹.

En nuestro trabajo de investigación los resultados obtenidos para los % de vacíos con porcentajes de caucho de 3% y 5% respectivamente son de 5.5% y 6.9 por lo que no están dentro del parámetro permitido para el diseño de una mezcla asfáltica por el método Marshall. Con la diferencia del 1% que si está dentro del parámetro permitido.

Tabla N°21: Parámetros de diseño Marshall MTC E-504

Parámetros de diseño Marshall MTC E-504	Clase de mezcla PEN 60/70	Parámetro de diseño Marshall MTC E-504	Convencional	Modificado Con caucho		
				1%	3%	5%
Vacíos	%	3-5	4.3	4.8	5.5	6.9

5.2.2 Especificar la incorporación de neumáticos reciclados en el flujo de una mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021.

Carrizales Apaza (2015), en su proyecto de investigación obtuvo como resultado que el flujo en una mezcla asfáltica convencionales de 4.81mm, por otro lado, en mezclas asfálticas modificadas con caucho reciclado el flujo es de 7.03 mm⁴⁰.

Los resultados que se obtuvieron en esta investigación nos indican que los valores del flujo obtenidos para una mezcla asfáltica con adición de caucho, mediante el ensayo Marshall MTC-504 no están dentro del parámetro de diseño y el flujo presenta un aumento con respecto a la mezcla convencional.

Tabla N°22: Parámetros de diseño Marshall MTC E-504

Parámetros de diseño Marshall MTC E-504	Clase de mezcla PEN 60/70	Parámetro de diseño Marshall MTC E-504	Convencional	Modificado Con caucho		
				1%	3%	5%
Flujo	0.01"	8-14	13.2	15.7	19.3	22.3

5.2.2 Determinar la incorporación de neumáticos reciclados en la estabilidad de una mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021.

Contreras (2019) en su investigación agregando porcentajes de caucho en polvo a una mezcla asfáltica en caliente por vía seca, pudo determinar un contenido óptimo de asfalto de 5.5%, y al agregar 1.5% de caucho en polvo obtuvo una estabilidad de 697 kg en lo cual la estabilidad no se encuentra dentro del parámetro de la norma E-504 del MTC⁴¹.

Los resultados obtenidos para la estabilidad en mezclas asfálticas, incorporando caucho en tres porcentajes diferentes, obteniendo los siguientes resultados

mostrados en tabla, de los cuales los porcentajes de 3% y 5% muestran resultados inferiores a la mezcla convencional y al parámetro de diseño, con excepción del 1% que es menor al asfalto convencional, pero cumple con el parámetro de diseño.

Tabla N°23: Parámetros de diseño Marshall MTC E-504

Parámetros de diseño Marshall MTC E-504	Clase de mezcla PEN 60/70	Parámetro de diseño Marshall MTC E-504	Convencional	Modificado Con caucho		
				1%	3%	5%
Estabilidad	Kg/cm2	815	990	850	660	580

VI. CONCLUSIÓN

Evaluar la incorporación de neumáticos reciclados en las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021.

Objetivo general:

Se evaluó las propiedades físico-mecánicas de una mezcla asfáltica con adición de caucho reciclado para el cual se tuvo un contenido óptimo de cemento asfáltico de 5.2%, donde se concluye que la mezcla asfáltica modificada con caucho no presenta un aumento en el comportamiento físico-mecánicas, ya que los datos obtenidos en laboratorio mediante el ensayo Marshall, muestran que los valores de las propiedades son inferiores a los de la mezcla asfáltica convencional y tampoco cumplen con los parámetros de la norma para diseño Marshall E-504 del MTC.

Objetivo específico 1:

La incorporación de caucho reciclado afecta directamente al % de vacíos en una mezcla asfáltica modificada, esto se muestra en los resultados obtenidos en laboratorio, donde al incorporar mayor porcentaje de caucho incrementa en el valor del % de vacíos. Esto es generado porque al momento de realizar la compactación el caucho genera vacíos debido a su forma misma.

% de vacíos:

Convencional: 4.3, CR 1%= 4.8, CR 3%= 5.5, CR 5%= 6.9.

Objetivo específico 2:

Se concluyó que el valor del flujo en mezclas modificadas con caucho muestra un incremento significativo con relación a la mezcla asfáltica estándar. Esto causa que las mezclas asfálticas tengan demasiada plasticidad por lo que tendrían una tendencia a deformarse ante las cargas de tránsito y el aumento de temperaturas en zonas con climas cálidos.

Flujo:

Convencional: 13.2, CR 1%= 15.7; CR 3%= 19.3, CR 5%= 22.3.

Objetivo específico 3:

Se estableció que al agregar 3% y 5% de caucho la estabilidad en asfaltos modificados está por debajo de los valores de una mezcla asfáltica convencional e incluso no cumplen con los parámetros de diseño de la norma E-504 del MTC. La disminución de estabilidad afectaría directamente a las vías asfaltadas ya que se produciría mayor falla por fatiga. Por otro lado, también se mostró que al agregar 1% de caucho la estabilidad si cumple con el parámetro de diseño. Por lo que se podría concluir que se puede incorporar caucho al asfalto siempre que no sea en una proporción mayor al 1%.

Estabilidad:

Convencional= 990kg, CR 1%= 850, CR 3%= 660Kg, CR 5%= 580kg.

VII. RECOMENDACIONES

En la presente se eligió porcentajes de 1% 3% y 5% en la que no se pudo obtener resultados favorables en la estabilidad flujo y % de vacíos. Por lo que se recomienda para una futura investigación disminuir los porcentajes a usar en menos del 1% la incorporación del caucho, para verificar de esta manera si se obtiene resultados favorables.

En la presente investigación se realizó el diseño de mezcla asfáltica en caliente por lo que. Se recomienda para futuras investigaciones realizar diseños de mezcla asfáltica por vía húmeda y agregando polvo de caucho, para poder de esta manera obtener resultados distintos y determinar si cumplen con los requerimientos establecidos por las normas pertinentes.

Se recomienda realizar mayor investigación en laboratorios especializados con el uso de caucho reciclado para obtener mayor información de su composición química ya que el caucho posee propiedades que hacen más durable al neumático, por lo que esto se podría trasladar a las mezclas asfálticas mejorando de alguna manera sus propiedades.

Se recomienda que estos asfaltos modificados sean puestos en práctica en el país, puesto que nos daría mejores conclusiones acerca de las ventajas que ofrece usarlos en los diversos climas del Perú, esto también permite un mayor estudio del asfalto modificado y obtener mejor precisión al momento de agregar porcentajes de caucho a la mezcla.

REFERENCIAS

1. Arangui y Valverde. *Análisis comparativo del comportamiento estructural de mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas emulsionadas en los pavimentos*. Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2018, pág. 43.
2. ASRES, S. *the effect of hydrated lime additives on moisture sensitivity and overall performance of hot mix asphalt mixtures*. Ethiopia: Addis Ababa University Ethiopia, 2013.
3. Artículo de investigación "QuestionPro", 2021, disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/research-design/>
4. Arangui y Valverde. *Análisis comparativo del comportamiento estructural de mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas emulsionadas en los pavimentos*. Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2018, pág. 45.
5. Artículo de investigación "QuestionPro", 2021, disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/research-design/>
6. ALVAREZ Briceño, Luis Alberto y CARRERA Sánchez, Ever Tony. *Influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado como agregados en el diseño de mezcla asfáltica. Tesis (Título en Ingeniería Civil)*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2017. 150 pp.
7. Arangui y Valverde. *Análisis comparativo del comportamiento estructural de mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas emulsionadas en los pavimentos*. Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2018, pág. 46.
8. Artículo de investigación "QuestionPro", 2021, disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/research-design/>
9. Bernardita C, en su artículo de investigación "data análisis methods and techniques", 2021. Disponible en: <https://www.datapine.com/blog/data-analysis-methods-and-techniques/#data-analysis-methods>
10. CAPCHA, E. *Diseño de Mezcla Asfáltica con Incorporación del Caucho Reciclado*. Tacna: universidad cesar vallejo, 2018.
11. CONTRERAS, M. *Reducción de la deformación permanente en pavimentos diseñados con mezclas asfálticas en caliente a través de la incorporación de polvo de caucho proveniente de neumáticos usados*. Lima: universidad peruana de ciencias aplicadas (UPC), 2019.

12. Cesar y Liliana. *Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles*. Bogotá: Universidad Santo Tomas, 2017, pag 23
13. Carrizales, A. *Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2015, pag 61.
14. Cesar y Liliana. *Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles*. Bogotá: Universidad Santo Tomas, 2017, pag 23.
15. Diaz Claros, C. M., & Castro Celis, L. C. (2017). *Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá* (Vol. 12, Número 1). Universidad Santo Tomas.
16. Elisabet, G. (2018) “*El Ensayo de Tracción Indirecta*” (Cap. 2)
17. Fajardo, L. & Vergaray, D. (2014). *Efecto de la Incorporación por Vía Seca, del Polvo de Neumático Reciclado, como Agregado Fino en Mezclas Asfálticas*. (Tesis de licenciatura, Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú)
18. GOICOCHEA, F. *Estudio de un Asfalto con Adición de Caucho de Neumático Reciclado como Polímero Base*. Chachapoyas: Universidad nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, 2017.
19. Gales y Guerrero. *Obtención de Asfalto Modificado con Polvo de Caucho Proveniente del Reciclaje de Neumáticos de Automotores*. Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2015, Vol. (36) N° 3.
20. GRANADOS Noa, José Luis. *Comportamiento Mecánico de la Mezcla Asfáltica en Caliente Modificada con Caucho Mediante Proceso por Vía Seca Respecto a la Mezcla Asfáltica Convencional*. Tesis (Magister en ingeniería vial con mención en carreteras, puentes y túneles Lima: Universidad Ricardo Palma, Escuela de Posgrado. 2017. 297 pp.
21. Hernández, Moncayo y Sánchez. *Comparativo de las Propiedades de un Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Convencional y el uso de Polímeros en la Carretera de Tosagua*. Ecuador: Universidad Técnica de Manabí, 2019, Volumen Especial N° 01 (pp. 107-114).
22. Paul y Horacio, “*Análisis Comparativo de los Métodos Marshall y Superpave para Compactación de Mezclas Asfálticas*” Instituto Mexicano del Transporte, 2005, pag.1.

23. Helen y Saran, “*Métodos de muestreo de una población*”, 2018, disponible en [:https://www.healthknowledge.org.uk/public-health-textbook/research-methods/1a-epidemiology/methods-of-sampling-population](https://www.healthknowledge.org.uk/public-health-textbook/research-methods/1a-epidemiology/methods-of-sampling-population)
24. Halon y Larget, “*Samples and populations*”, 2011, pág. 7.
25. Hernández, Moncayo y Sánchez. *Comparativo de las Propiedades de un Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Convencional y el uso de Polímeros en la Carretera de Tosagua*. Ecuador: Universidad Técnica de Manabí, 2019, Volumen Especial N° 01 (pp. 107-114).
26. Karim A, “*data collection instruments*”, 2013, pág. 2.
27. KHALIL, N. *Study of the Effect of Crushed Waste Glass as Coarse Sand and Filler in the Asphalt Binder Course*. The Islamic: University of Gaza, 2013.
28. KHLIFA EL-ATRASH. *Modified Marshall Mix Design Method for Asphalt Roads in Hot and Arid Climate*. Quebec: University du Quebec, 2020.
29. Laura y Luz. *Aprovechamiento de llantas usadas para la fabricación de pisos decorativos*, 2011, pág. 12.
30. LOPEZ Y ALVAREZ. *Protocolo para la Elaboración de una Mezcla Asfáltica con Incorporación de Escoria Siderúrgica como Llenante Mineral*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2017.
31. Lauren T, “*introducción a los cuasi experimentales*”, 2020, disponible en: <https://www.scribbr.com/methodology/quasi-experimental-design/>
32. MARTINEZ Y CASTRO *Aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) para ser utilizados como agregados en el diseño de mezclas asfálticas en caliente*. Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017.
33. Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC). *Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG - 2013*. Perú, 1978. 1282 pp.
34. Moreno, E. (2016). *Estudio Comparativo de la Calidad del Asfalto Tradicional con la Inclusión de Caucho Reciclado*. (Tesis de Licenciatura, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Lima, Perú.
35. Paul y Horacio, “*Análisis Comparativo de los Métodos Marshall y Superpave para Compactación de Mezclas Asfálticas*” Instituto Mexicano del Transporte, 2005, pag.13.

36. Paul y Horacio, *“Análisis Comparativo de los Métodos Marshall y Superpave para Compactación de Mezclas Asfálticas” Instituto Mexicano del Transporte, 2005, pag.1.*
37. Paul y Horacio, *“Análisis Comparativo de los Métodos Marshall y Superpave para Compactación de Mezclas Asfálticas” Instituto Mexicano del Transporte, 2005, pag.2.*
38. GRANADOS Noa, José Luis. *Comportamiento Mecánico de la Mezcla Asfáltica en Caliente Modificada con Caucho Mediante Proceso por Vía Seca Respecto a la Mezcla Asfáltica Convencional.* Tesis (Magister en ingeniería vial con mención en carreteras, puentes y túneles Lima: Universidad Ricardo Palma, Escuela de Posgrado. 2017. 297 pp.
39. Carrizales, A. *Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles.* Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2015, pag 61.
40. Carrizales, A. *Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles.* Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2015, pag 62.
41. CONTRERAS, M. *Reducción de la deformación permanente en pavimentos diseñados con mezclas asfálticas en caliente a través de la incorporación de polvo de caucho proveniente de neumáticos usados.* Lima: universidad peruana de ciencias aplicadas (UPC), 2019.

REFERENCIAS	41
70% ULTIMOS AÑOS	29
30% LIBROS-TESIS	12
40% EN INGLES	10

ANEXOS

1. Matriz de Operacionalización de Variables

Título: Evaluación de las propiedades físicos-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente incorporando neumáticos reciclados para un pavimento flexible, Junín 2021.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

TÍTULO	"Evaluación de las Propiedades Físicos-Mecánicas de la Mezcla Asfáltica en Caliente incorporando Neumáticos Reciclados para un Pavimento Flexible, Junín 2021"					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
INDEPENDIENTE		Como ingresa				
NEUMÁTICOS REICLADOS	Según Cesar y Liliana (2017, pág. 23). Los neumáticos reciclados es un material obtenido a partir de llantas de desecho de vehículos automotores, su destino no suele ser muy amigable con el medio ambiente, los vertederos, centrales térmicas y vertederos a cielo abierto provocarán graves daños al medio ambiente. Por otro lado, también se puede obtener mediante granulares de neumáticos que cumplieron su tiempo de vida para reducir el tamaño. Este material se utiliza en diferentes obras de ingeniería civil, como rellenos de terraplenes, materiales de cerramientos, suelos de parques, como modificador en mezclas asfálticas.	El caucho reciclado reemplaza en forma proporcional a la mezcla en dosificaciones de 1%, 3% y 5% respecto a las briquetas empleándose 04 combinaciones en las briquetas: N, N+1%, N+3% y N+5%: con el objetivo de reducir el porcentaje de vacíos, reducir el flujo y aumentar la estabilidad.	DOSIFICACIÓN: Por peso de la mezcla asfáltica	1%	RAZÓN	Método: Científico
				3%		Tipo de Investigación: Tipo Aplicada
				5%		Nivel de Investigación: Explicativa (Causa Efecto)
						Diseño de Investigación: Experimental (Cuasi)
						Enfoque: Cuantitativo
						Poblacion: todas las briquetas ensayadas en el laboratorio
DEPENDIENTE		Que efecto				
Propiedades de la Mezcla Asfáltica en Caliente	Según Arangui y Valverde (2018, pág. 45). Están hechos de asfalto a altas temperaturas. En el rango de 150 grados centígrados, dependiendo de la viscosidad del ligante, el agregado también se calentará, por lo que el asfalto no se enfriará cuando entre en contacto con ellos. Por lo tanto, es una combinación de asfalto y agregados minerales pétreos, compuestos de piedras, arena y finos que pasan la malla 200, el asfalto y agregado actúa como el material ligante o cohesionante.	En la mezcla asfáltica de tal manera se ensayaron con neumáticos reciclados, por lo cual influyeron en las propiedades físicas y mecánicas que optimizaron la calidad. En esta investigación se realizaron ensayos de la fluencia Marshall, para los cuatro combinaciones pre establecidos (N, 1%, 3%, y 5%) y luego ver el grado de reducción del diámetro en las muestras, de tal forma, se hizo ensayos de la estabilidad Marshall y resistencia a la fatiga en las cuatro combinaciones (N, 1%, 3% y 5%) previamente se realizó el ensayo Marshall convencional, ver su deformación según norma específica. ASTM D 6927, donde la deformación está dada mediante números en el intervalo de 8 a 14 centésimas pulgadas o centésimas/milímetros.	PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS	Porcentaje de Vacíos (%)	RAZÓN	Muestra: 12 Muestras Vacíos 12 Muestras Flujo 12 Muestras Estabilidad
				Flujo (pulg/mm)	RAZÓN	Muestreo: No Probabilístico
				Estabilidad (KN)	RAZÓN	Técnica: Observación Directa
						Instrumentos de la investigación: Ficha Recolección de Datos
						Ficha Resultados de Laboratorio Según AASHTO - ASTM

2. Matriz de Consistencia

Título: Evaluación de las propiedades físicos-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente incorporando neumáticos reciclados para un pavimento flexible, Junín 2021.

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TÍTULO	“Evaluación de las Propiedades Físicos-Mecánicas de la Mezcla Asfáltica en Caliente incorporando Neumáticos Reciclados para un Pavimento Flexible, Junín 2021”					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
P. General	O. General	H. General	INDEPENDIENTE			
¿De qué manera influye la incorporación de los neumáticos reciclados en las propiedades físicas-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente al pavimento flexible, Junín 2021?	Evaluar la incorporación de neumáticos reciclados en las propiedades físicas-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021.	La incorporación de los neumáticos reciclados mejoró las propiedades físicas-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021	NEUMÁTICOS REICLADOS	DOSIFICACIÓN: Por peso de la Mezcla Asfáltica	1%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A
					3%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A
					5%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A
P. Especifico	O. Especifico	H. Especifico	DEPENDIENTE			
¿Cuánto influye la incorporación de los neumáticos reciclados en el Porcentaje de Vacíos de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021?	Especificar la incorporación de neumáticos reciclados en el Porcentaje de Vacíos de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021.	La incorporación de neumáticos reciclados disminuyó el Porcentaje de Vacíos de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021.	PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFÁLTICA	PROPIEDADES FÍSICOS MECÁNICAS	Porcentaje de Vacíos	Ficha Resultado de Laboratorio
					(%)	según ASTM D 3203 Anexo 4-F, 4-G, 4-H
¿Cuánto influye la incorporación de los neumáticos reciclados en el Flujo de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021?	Indicar la incorporación de neumáticos reciclados en el Flujo de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021.	La incorporación de neumáticos reciclados disminuyó el Flujo de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021.	PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFÁLTICA	PROPIEDADES FÍSICOS MECÁNICAS	Flujo (marshall)	Ficha Resultado de Laboratorio
					(pulg/mm)	Según ASTM D 6927 Anexo 4-F, 4-G, 4-H
¿Cuánto influye la incorporación de los neumáticos reciclados en la Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021?	Especificar la incorporación de neumáticos reciclados en la Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021.	La incorporación de neumáticos reciclados incrementó la Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente para un pavimento flexible, Junín 2021	PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFÁLTICA	PROPIEDADES FÍSICOS MECÁNICAS	Estabilidad (marshall)	Ficha Resultado de Laboratorio
					(KN)	Según ASTM D6927 Anexo 4-F, 4-G, 4-H

3. Ficha de Recolección de Datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Neumáticos Reciclados

"Evaluación de las propiedades físicos-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente incorporando neumáticos reciclados para un pavimento flexible, Junín 2021"

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Cuba De la cruz, Jeanpier Yoshi

Tesista 02: Santos Salvador, Félix

Fecha: Junín, 27/09/2021

Parte B: Neumáticos reciclados

1%	OK
3%	OK
5%	OK

Tesis: Contreras y Mamani, (2019) Polvo de Caucho proveniente de Neumáticos usados: 0.5%, 1%, 1.5%

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellidos: *CANCHANYA CORONACIÓN*
Nombres: *AUGUSTO*
Título: *INGENIERO CIVIL*
Grado: *INGENIERO CIVIL*
N° Reg. CIP: *163948*
Firma:


Augusto Canchanya Coronación
CIP. N° 163948
INSPECTOR DE OBRA

Apellidos: *Yataco Acosta*
Nombres: *JUNIOR ESTEBAN*
Título: *INGENIERO CIVIL*
Grado: *INGENIERO CIVIL*
N° Reg. CIP: *201633*
Firma:


Yataco Acosta Junior Esteban
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 201633

Apellidos: *Flores Melgarejo*
Nombres: *JUNIOR GIANNIPIERRE*
Título: *INGENIERO CIVIL*
Grado: *INGENIERO CIVIL*
N° Reg. CIP: *195363*
Firma:


JUNIOR GIANNIPIERRE FLORES MELGAREJO
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 195363
SUB-GERENTE OBRAS

ANEXO 4-A. Análisis granulométrico grava triturada



JJ GEOTECNIA S.A.C.
SOLICITANTE: *****

Tel: (01) 633-8183
 Cel: 98733314 / 94728555
 Av. A. Mz. 48, L1 17, Asoc. Agrario Vilanova
 M. Universitario c/ta. 08. Vicos - Los Olivos - Lima
 jf@jg.com.pe

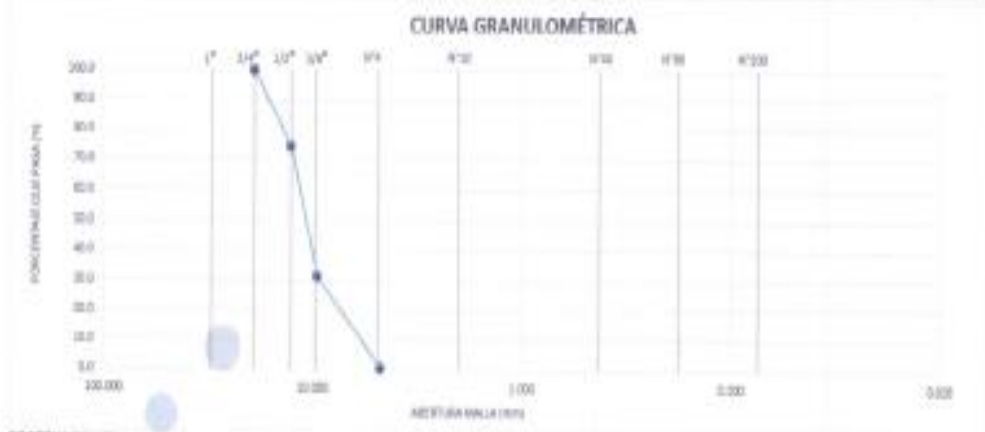
www.jjgeotecniasac.com

UBICACIÓN: Junín **Fecha de emisión:** 08/11/2021

REFERENCIA: Datos de laboratorio

TESIS: Cuba de la cruz Jeanpierre Santos Salvador Félix
 Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente incorporando neumáticos reciclados para un pavimento flexible, Junín 2021.

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
	ABERT. (mm)	Peso. g	% Retenido	% Acum.	% Pasa		
1"	25.400	-	-	-	100.0		
3/8"	10.000	-	-	-	100.0	Calculos:	
1/2"	12.700	890.0	25.6	25.6	74.4	Tara	L-2
3/8"	9.525	1.560.0	43.0	68.6	31.4	Peso de Tara	286.90 g
1/4"	6.300	-	-	-	-	Tara + muestra Humeda	3.027.00 g
Nº 4	4.750	1.120.0	30.9	99.4	0.6	Tara + muestra Seca	3.016.00 g
Nº 8	2.360	-	-	-	-	Contenido de Humedad (%)	0.3 %
Nº 8	2.360	20.0	0.6	100.0	0.0	Muestra Seca	3.691.0 g
Nº 10	2.000	-	-	-	-		
Nº 15	1.180	-	-	-	-		
Nº 20	0.840	-	-	-	-		
Nº 30	0.590	-	-	-	-		
Nº 40	0.425	-	-	-	-		
Nº 50	0.300	-	-	-	-	Preparaciones Agregadas:	
Nº 60	0.250	-	-	-	-	Agregado Grueso	99.4 %
Nº 100	0.149	-	-	-	-	Agregado Fino	0.6 %
Nº 200	0.075	-	-	-	0.0	Fino Malla 200	0.0 %
-200	-	-	-	-	-		



OBSERVACIONES:

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	--

ANEXO 4-B. Análisis granulométrico arena natural triturada



JJ GEOTECNIA SAC
S.A. DE DERECHO PRIVADO

Tel: (01) 622 0182
C.B.: 98519314 / 94126285
Av. A, N° 48, Lt. 17, Asoc. Fernando Villaverde
Alt. Universidad cdra. 59, Villavieja - Las Olivas - Lima
informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

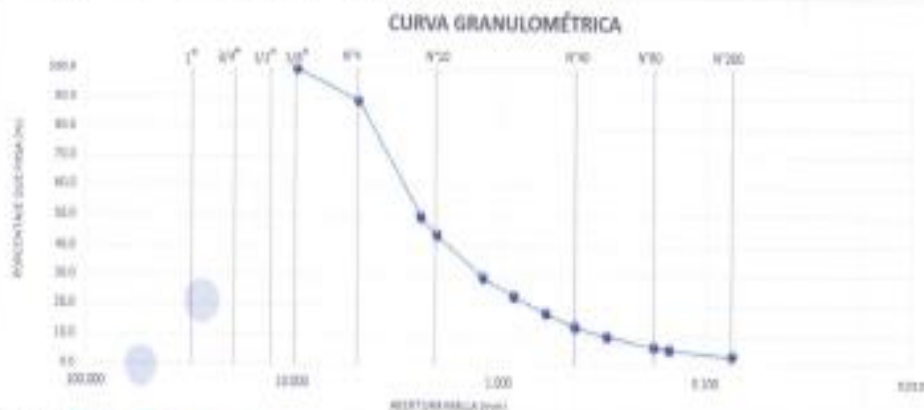
REFERENCIA: Datos de laboratorio

SOLICITANTE: Cuba de la Cruz Jeanpier / Santos Salvador Félix

TESIS: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente incorporando neumáticos reciclados para un pavimento flexible, Junio 2021

UBICACIÓN: Junín **Fecha de emisión:** 08/11/2021

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
	ABERT. mm	Peso. g	% Retenido	% Acum.	% Pasa		
1"	25.400	0	-	-	100.0		
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	Calculos.	
1/2"	12.700	-	-	-	100.0	Taza	G 4
3/8"	9.525	-	-	-	100.0	Peso de Taza	117.80 g
1/4"	6.350	-	-	-	100.0	Taza + muestra Humeda	2.127.00 g
N° 4	4.750	231.8	11.2	11.2	88.8	Taza + muestra Seca	2.195.90 g
N° 6	3.350	-	-	11.2	88.8	Contenido de Humedad (%)	0.8 %
N° 8	2.300	812.2	39.2	50.4	49.6		
N° 10	2.000	116.4	5.6	56.1	43.9	Muestra Seca	2.000.9 g
N° 18	1.100	399.7	14.5	70.6	29.4		
N° 20	0.840	193.5	0.0	77.9	22.1		
N° 30	0.590	116.8	5.6	82.6	17.4		
N° 40	0.425	83.0	4.0	87.2	12.8		
N° 60	0.250	60.8	2.9	90.1	9.9	Proporciones Agregados.	
N° 80	0.175	72.7	3.5	93.6	6.4	Agregado Grueso	11.2 %
N° 100	0.149	17.9	0.8	94.5	5.5	Agregado Fino	88.8 %
N° 200	0.075	44.0	2.2	96.6	3.4	Fino Más 200	0.0 %
-200	-	89.5	3.4	100.0			



OBSERVACIONES:

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Revisado por:</p> 	<p>Aprobado por:</p> 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

ANEXO 4-C. Análisis granulométrico arena natural



J. GEOTECNIA S.A.
INGENIERIA CONSULTORA

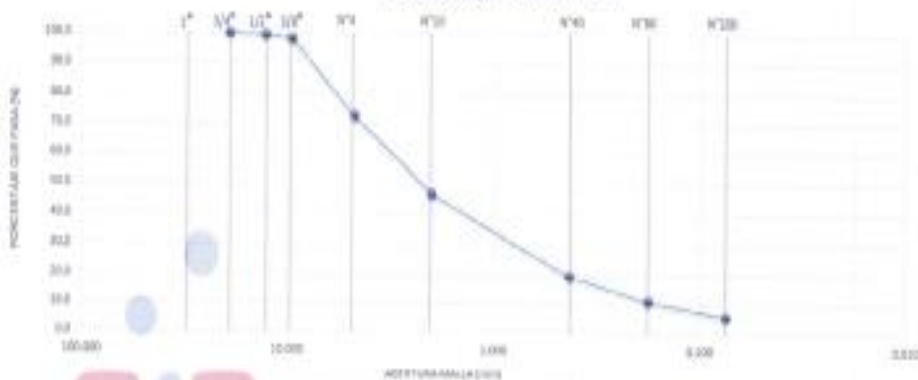
Tel: (01) 622-9103
Cel: 980702014 / 047282885
Av. A, N°: 40, L1, 17. Asoc. Amado Vilanova
AS. Universitaria obra. 50, Villavieja - Los Olivos - Lima
inform@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

REFERENCIA	Cursos de laboratorio	
SOLICITANTE	Cuba de la cruz Jeanpier Santos Salvador Félix	
TEMA	Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente incorporando neumáticos reciclados para un pavimento flexible, Junio 2021.	
UBICACIÓN	Junín	Fecha de emisión: 08/11/2021

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
	ABERT. mm	Peso. g	% Retenido	% Acum.	% Pasa		
1"	25.400	-	-	-	100.0		
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	Cálculos:	
1/2"	12.700	12.2	0.8	0.8	99.8	Tara	A-1
3/8"	9.525	30.0	1.3	1.9	98.1	Peso de Tara	120.00 g
1/4"	6.350	-	-	1.9	98.1	Tara + muestra Humeda	2,430.00 g
N° 4	4.750	572.5	25.7	27.6	72.4	Tara + muestra Seca	2,348.50 g
N° 8	3.350	-	-	27.6	72.4	Contenido de Humedad (%)	3.7 %
N° 8	2.380	504.3	22.0	50.2	49.8		
N° 10	2.000	72.8	3.3	53.5	46.5	Muestra Seca	2,220.0 g
N° 10	1.180	225.3	10.1	63.6	36.4		
N° 20	0.840	127.6	5.7	69.3	30.7		
N° 30	0.600	133.3	6.0	75.3	24.7		
N° 40	0.420	123.0	5.5	80.8	19.2		
N° 50	0.297	85.0	3.8	84.6	15.4	Proporciones Agregadas:	
N° 60	0.177	108.2	4.8	89.5	10.5	Agregado Grueso:	27.6 %
N° 100	0.149	30.7	1.4	90.9	9.1	Agregado Fino:	72.4 %
N° 200	0.074	85.0	3.8	94.7	5.3	Fino Más 200:	0.0 %
-200	-	178.9	8.3	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Revisado por:</p> 	<p>Aprobado por:</p> 
--	---	--

ANEXO 4-D. Análisis granulométrico caucho



J.J. GEOTECNIA S.A.C.
REFERENCIAL
SOLICITANTE

Tel: 071 632 9183
Cel: 98732814 / 947283525
Av. A, Mg. 18, Lt. 17, Asoc. Fernando Villaverde
Ri. Universidad cdra. St. Vito - Los Olivos - Lima
info@jjgeotecnia.com

www.jjgeotecnia.com

Datos de laboratorio
UBICACIÓN : Junín **Fecha de emisión:** 08/11/2021

REFERENCIAL : Cubo de la cruz Jeanpier / Santos Salvador Félix

TESIS : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente incorporando resúmenes reciclados para un pavimento flexible, Junín 2021.

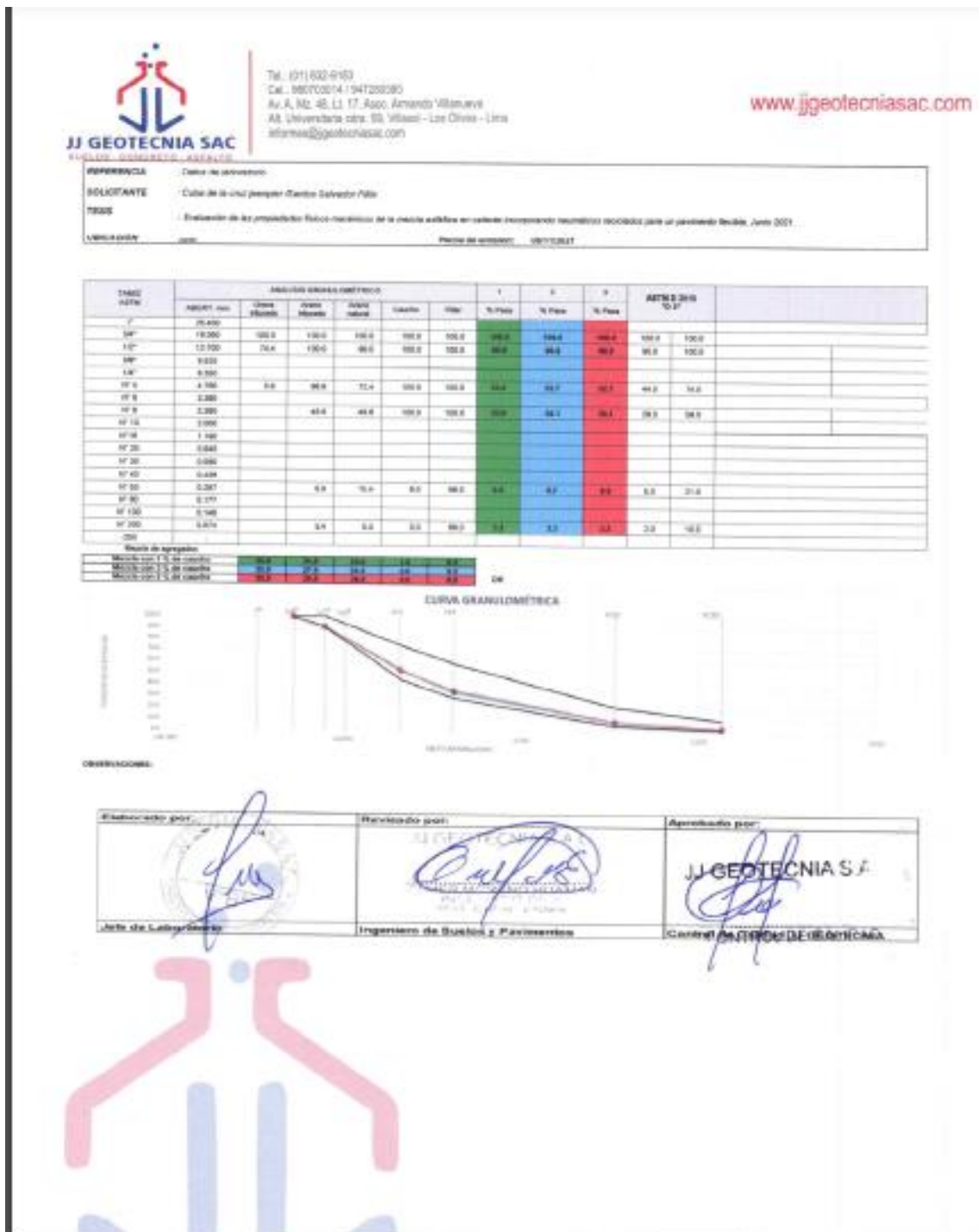
TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido	% Acum.	% Paso		
1"	25.400	-	-	-	100.0		
3/4"	19.000	-	-	-	100.0	Cabezas.	
1/2"	12.500	-	-	-	100.0	Tara	
3/8"	9.500	-	-	-	100.0	Peso de Tara	
1/4"	6.300	-	-	-	100.0	Tara + muestra Humeda	
Nº 4	4.750	-	-	-	100.0	Tara + muestra Seca	500.3 g
Nº 6	3.350	-	-	-	100.0	Contenido de Humedad (%)	0.0 %
Nº 8	2.360	-	-	-	100.0		
Nº 10	2.000	92.3	18.8	18.8	81.5	Muestra Seca	500.3 g
Nº 16	1.180	20.0	4.0	22.4	77.6		
Nº 20	0.840	34.5	6.9	29.3	70.7		
Nº 30	0.600	50.0	10.0	39.3	60.7		
Nº 40	0.425	180.0	36.0	75.3	24.7		
Nº 50	0.300	63.8	12.7	88.0	12.0	Preporciones Agregados.	
Nº 60	0.250	25.7	5.1	93.1	6.9	Agregado Grueso	0.0 %
Nº 100	0.150	12.3	2.4	95.5	4.5	Agregado Fino	100.0 %
Nº 200	0.075	0.4	0.1	95.6	4.4	Fino hasta 200	0.0 %
-200	-	1.5	0.3	95.9	4.1		



OBSERVACIONES:

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Revisado por:</p> 	<p>Aprobado por:</p> 
<p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</p>

ANEXO 4-E. Mezcla ASTM D 3515



ANEXO 4-F. Marshall con 1% de caucho



Tel: (01) 622-6183
 Cel: 98702814 / 941282845
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Av. Universitaria cda. 50, Vilcash - Los Olivos - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com


REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Calle de la Cruz / sample / Santos Salvador Felix
TESTS : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente incorporando neumáticos reciclados para un pavimento flexible.
 Junio 2021
UBICACIÓN : Av. A
Fecha de emisión : 09/11/2021

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación :
 Descripción : Porcentaje optimo de diámetro MFC adhiriendo Caucho reciclado - 1.2%

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D 6927)									
CATEGORÍA	1"	2 1/2"	3 1/2"	4 1/2"	6"	8"	10"	12"	15"
N.º PASA Nº 20/30	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100
INDICADOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	N.º C.A. en Peso de la Mezcla								
2	N.º Grava + 9/16 en peso de la Mezcla								
3	N.º Arena + 9/16 en peso de la Mezcla								
4	N.º Cemento Portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Específico aparente del C.A. (aparente) gr/cc								
6	Peso Específico de la Grava + 9/16 (bulk) gr/cc								
7	Peso Específico de la Arena + 9/16 (bulk) gr/cc								
8	Peso Específico del Cemento Portland (aparente) gr/cc								
9	Peso Específico de la Grava + 9/16 (aparente) gr/cc								
10	Peso Específico de la Arena + 9/16 (aparente) gr/cc								
11	Alfalfa unificada de la muestra								
12	Peso de la muestra al aire (gr)								
13	Peso de la muestra al agua por 90 (gr)								
14	Peso de la muestra saturada (gr)								
15	Volumen de la muestra por desplazamiento (cc) = (13-14)								
16	Peso específico bulk de la muestra = (12/15)								
17	Peso Específico aparente - Bulk (ASTM D 2945)								
18	N.º de Viscos = (17-16)/(100)7 (ASTM D 3025)								
19	Peso Específico Bulk Agregado Total								
20	Peso Específico aparente Agregado total								
21	Aditivo Absorbido por el Agregado								
22	N.º de Aditivo Absorbido								
23	Selección Polvo/Aditivo								
24	S.M.A.								
25	N.º Grava Sema con C.A.								
26	Flujo (ASTM D 6927)								
27	Estabilidad en caliente (R ₁)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Corregida 27 ° C								
30	Estabilidad / Flujo								

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
--------------------	-------------------	-------------------

ANEXO 4-G. Marshall con 3% de caucho



JI GEOTECNIA S.A.C.

Tel.: (01) 622-9183
 Cel.: 98703014 / 94730835
 Av. A, N° 48, L1 17, Barrio: Amante Villavieja
 P.O. Universidad La Cdra. 58, Villavieja - Las Olivas - Lima
 informes@jigeotecnia.com

www.jigeotecnia.com

REFERENCIA: Orden de laboratorio

SOLICITANTE: Cobre de la Cruz Jeanpierre/Garibay Salvador Réliz

TEST: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente incorporando agregados reciclados para un pavimento flexible.

UBICACION: Junio 2021

Fecha de emisión: 08/11/2021

Tipo de muestra: Muestra asfáltica en caliente (MAC)


Identificación: Desagregada

Proporción de diseño: Proporción de diseño MAC adición de caucho reciclado - 3.0%

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D 6927)


INDICADOR	1"	3/4"	3/8"	3/4"	Mo 4	Mo 8	Mo 20	Mo 30
Nº PASA en 75µm	28.8	10.0	6.0		31.7	14.1	6.7	—
CONSTRUCCIONES	66	100	100		44	38	37	—
Moisture %					1	2	2	NO MEDIDA
1	Nº C.A. en peso de la Mezcla							
2	Nº Arena + 80µ en peso de la Mezcla							
3	Nº Arena + 80µ en peso de la Mezcla							
4	Nº Cemento Portland en peso de la Mezcla							
5	Peso Especifico aparente del C.A. (Aserrín) gr/cc							
6	Peso Especifico de la Arena + 80µ (Suho) gr/cc							
7	Peso Especifico de la Arena + 80µ (Suho) gr/cc							
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Superino) gr/cc							
9	Peso Especifico de la Arena + 80µ (Superino) gr/cc							
10	Peso Especifico de la Arena + 80µ (Superino) gr/cc							
11	Altura promedio de la briqueta mm							
12	Peso de la briqueta al aire (gr)							
13	Peso de la briqueta en agua por 40' (gr)							
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)							
15	Volumen de la briqueta con desplazamiento (cc) = (12-16)							
16	Peso especifico Sub de la Briqueta = (12-15)							
17	Peso Especifico Nominal - Base (ASTM D 3042)							
18	% de Vacío = (17-16)/(16)17 (ASTM D 3025)							
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total							
20	Peso Especifico Nominal Agregado total							
21	Añadido Absorbido por el Agregado							
22	% de Adh. Flotante							
23	Selección Pérdida de Agua							
24	V.V.A.							
25	% Vacío Nominal con C.A.							
26	Plus (0.075/0.25 mm)							
27	Estabilidad en campo (k)							
28	Factor de estabilidad							
29	Estabilidad Corregida 21 °C							
30	Estabilidad / Flujo							

Elaborado por:




Jefe de Laboratorio

Revisado por:



Ingeniero de Suelos y Pavimentos

Aprobado por:



JIGEOTECNIA S.A.C.
CONTROL DE CALIDAD
Control de Calidad JIGEOTECNIA

ANEXO 4-H. Marshall con 5% de caucho



Tel.: (01) 622-9103
 Cel.: 98702014 / 947200385
 Av. A. Ritz. W. L. 17. Asoc. Armando Villarejo
 A.Z. Universidadista. Esq. Villaco - Los Olivos - LIMA
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

SOLICITANTE: Dpto. de Ingeniería / Gerente Salvador Pérez
TEMA: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente incorporando neumáticos reciclados para un pavimento flexible
FECHA: Junio 2021
UBICACION: Junio **Fecha de emisión:** 00110201

Tipo de muestra: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Descripción: Porcentaje óptimo de caucho MAC adicionalmente Caucho reciclado - 0.2%

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D 6927)									
INDICACIÓN	1"	1 1/2"	2"	3"	No. 5	No. 8	No. 18		No. 30
La masa seca (g)	35.0	38.0	39.0	39.0	41.4	41.38	41.34	--	41.3
ESPECIFICACIONES	30	30	30	30	40	40	40	--	40
PROBETA (V)	1	2	3	4	5	6	7	PROBADO	PROBADO
1	No. C.A. en peso de la Mezcla								
2	No. Grava + 84% en peso de la Mezcla								
3	No. Arena + 84% en peso de la Mezcla								
4	No. Cemento Portland en peso de la Mezcla								
5	Peso específico aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
6	Peso específico de la Grava + 84% (Bulk) gr/cc								
7	Peso específico de la Arena + 84% (Bulk) gr/cc								
8	Peso específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso específico de la Grava + 84% (Aparente) gr/cc								
10	Peso específico de la Arena + 84% (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la probeta cm								
12	Peso de la muestra al aire (g)								
13	Peso de la muestra al agua por 60 (g)								
14	Peso de la muestra desplazada (g)								
15	Volumen de la muestra por desplazamiento (cc) = (13-14)								
16	Peso específico Bulk de la Grava + 84% (g/cc)								
17	Peso específico Máximo - seco (ASTM D 2041)								
18	No. de Arena + (17-16)/0.67 (ASTM D 2001)								
19	Peso específico Bulk Agregado Total								
20	Peso específico Fluido Agregado total								
21	Análisis efectuado con el Agregado								
22	No. de Anillo Eléctrico								
23	Relación Hielo/Anillo								
24	V.R.A.								
25	No. Vacíos llenos con C.A.								
26	Flujo (ASTM D 2171)								
27	Estabilidad en campo (%)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Corregida 2" x 20"								
30	Estabilidad / Flujo								

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: Control de Calidad JJ GEOTECNIA
---	---	--

ANEXO 4-I. Rice



Tel.: (01) 632-8183
 Cel.: 98753814 / 947263585
 Av. A. Mz. 46, Lt. 17, Asac, Amanteo Villavieja
 Av. Universitaria cdra. 50, Villal - Las Olivas - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Cube de la Cruz Jesper / Santos Salvador Felix
TESIS	: Evaluación de las propiedades físicas-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente incorporando rellenos reciclados para un pavimento flexible. Junio 2021.
UBICACIÓN	: JICA Fecha de emisión: 08/11/2021

Tipo de muestra	: Muestra asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	
Descripción	

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2911)				
MUESTRA#	1.0 % Cuchas	5.0 % Cuchas	8.0 % Cuchas	
1- PESO DEL FRASCO	2047.0	2047.0	2047.0	
2- PESO DEL FRASCO + AGUA (GROSS)	4139.0	4139.0	4139.0	
3- DIFERENCIA DEL PESO (G) - (1) - (2)	2092.0	2092.0	2092.0	
4- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	4900.0	4900.0	4900.0	
5- PESO NETO DE LA MUESTRA	2853.0	2853.0	2853.0	
6- AGUA DESPLAZADA (1) - (3)	400.0	400.0	400.0	
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO DE LA MUESTRA (G/CC)	3.48	3.48	3.37	
CONTENIDO % C.A.	5.20	5.20	5.20	

Observaciones:

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad

ANEXO 4-J. Diseño de Mezcla en Caliente Modificado



Tel: (01) 832-8183
 Cel: 98753314 - 94726586
 Av. A. Mz. 48, D. 17, Asoc. Armando Villalón
 Alt. Universidad 089, 58, Vilcas - Los Olivos - Lima
 informen@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

REFERENCIA SOLICITANTE TESIS	Datos de laboratorio Cuta de la cruz pequeño (Carlos Salcedo Páez) Evaluación de las propiedades físicas-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente incorporando neumáticos reciclados para un pavimento flexible. Junio 2021
UBICACIÓN	Lima Fecha de emisión: 08/11/2021

Tipo de muestra identificación Descripción	Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Comparativa de mezclas asfálticas con aditivos modificados utilizando Texfolato de Polietileno (PET)
DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE METODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (RESUMEN)	

1.- Mezcla de agregados (Diseño)

Agregado grueso (fracción 75µm)	35.0	35.0	35.0	35.0
Agregado medio (fracción 75µm)	23.0	24.0	27.0	25.0
Agregado fino (fracción 75µm)	38.0	38.5	34.0	38.0
Cemento reciclado	0	0.0	0.0	0.0
Filler	0.0	0.0	0.0	0.0
Gratificación	MAC 2 "Especificación de los MTC 60 - 2010 sección (A22)"			

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto	PEN
% óptimo de asfalto residual	5.00

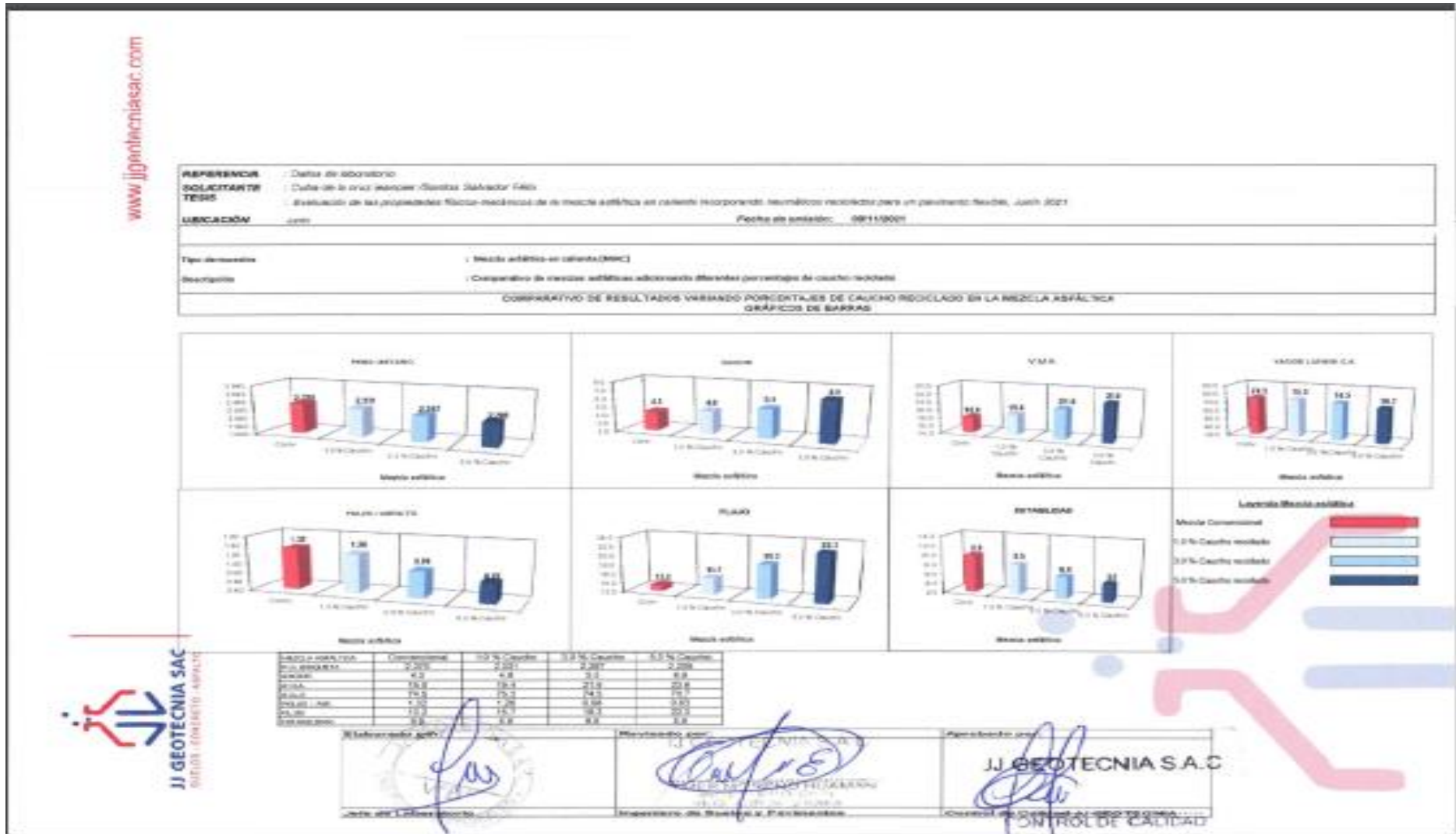
3.- Características Marshall Modificado

Parámetro de diseño	Diseño convencional	Diseño modificado 1.0%	Diseño modificado 1.5%	Diseño modificado 2.0%	Especificación EQ 2010
GRANULOSIDAD	75	75	75	75	75
GRANULOSIDAD 75µm	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
GRANULOSIDAD 150µm	3.270	3.270	3.270	3.270	3.270
GRANULOSIDAD 300µm	4.3	4.8	5.5	6.0	3 - 5
GRANULOSIDAD 600µm	18.0	18.4	21.8	20.8	14
GRANULOSIDAD 750µm	14.0	13.2	14.8	10.7	
GRANULOSIDAD 1.18mm	1.00	1.28	0.99	0.99	0.8 - 1.2
GRANULOSIDAD 4.75mm	13.3	15.7	19.3	22.3	0 - 14
GRANULOSIDAD 75µm	0.0	0.0	0.0	0.0	0 - 10
GRANULOSIDAD 1.18mm	208.1	214.8	206.0	183.8	170 - 400

Observaciones

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
---	---	---

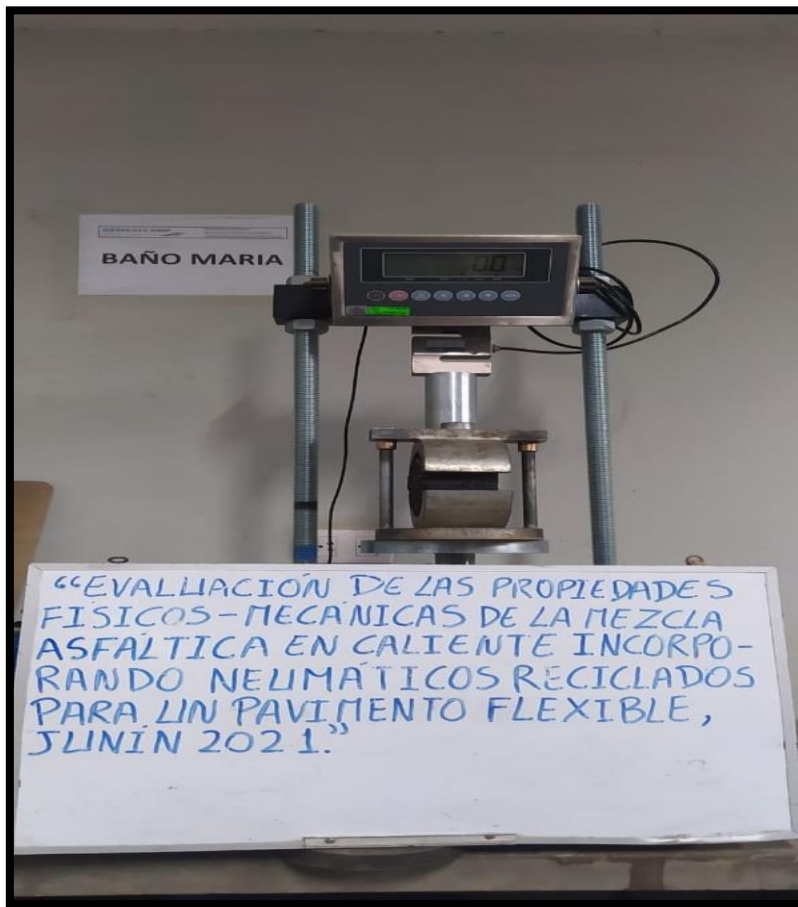
ANEXO 4-K. Comparativo de resultados mediante gráficos de barras

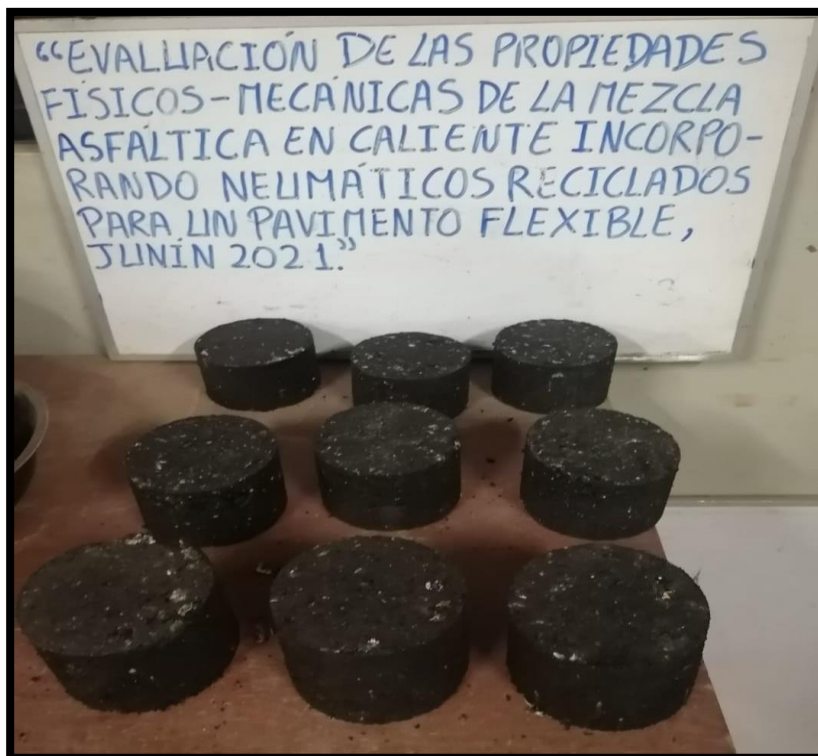


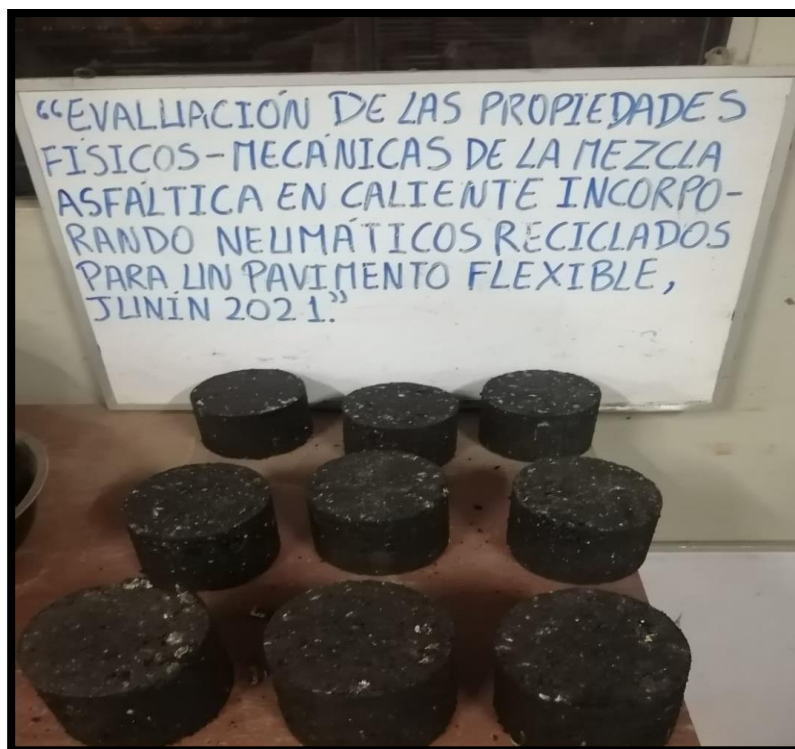
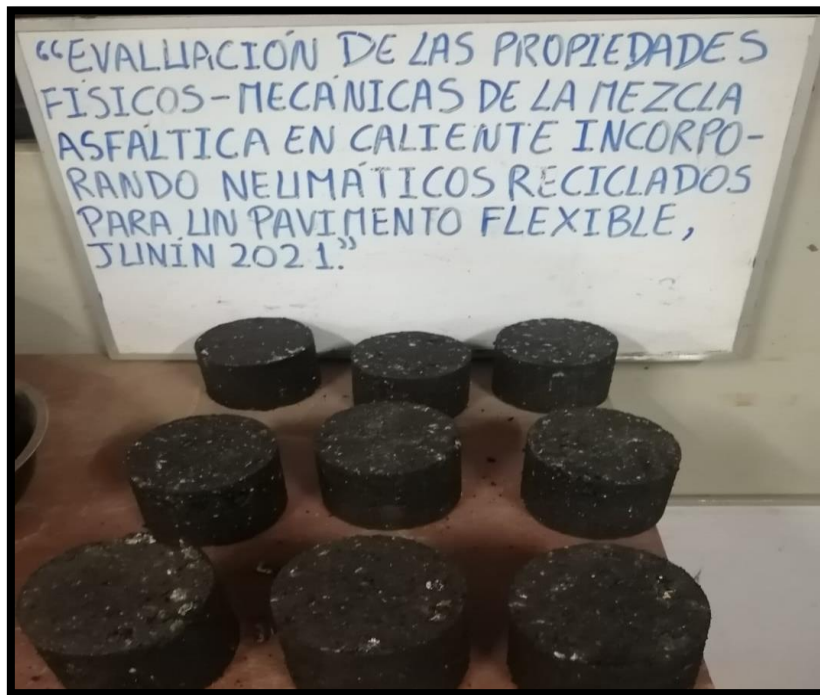
PANEL FOTOGRAFICO











1. Turnitin



²¹ FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Evaluación de las Propiedades Físicos-Mecánicas de la Mezcla
Asfáltica en Caliente incorporando Neumáticos Reciclados para un
Pavimento Flexible, Junín ¹ 2021"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Cuba De la cruz, Jeanpier Yoshi
<https://orcid.org/0000-0001-6333-3994>
Santos Salvador, Félix
<https://orcid.org/0000-0002-7616-8112>

Resumen de coincidencias

25 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6 %	>
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %	>
3	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	2 %	>
4	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	2 %	>
5	repositorioacademico.... Fuente de Internet	2 %	>
6	cybertesis.uach.cl Fuente de Internet	1 %	>
7	repositorio.unsaac.edu... Fuente de Internet	1 %	>
8	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	1 %	>
9	Estadística Universida...	1 %	>