



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando fibras de caucho -San Román -Juliaca ,2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Ccalla Serna Salomón José (ORCID: 0000-0002-6581-3091)

ASESOR:

Mg. Arévalo Vidal, Samir Augusto (ORCID: 0000-0002-6559-0334)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA-PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación se lo dedico principalmente a Dios. Quien nos dio las fuerzas necesarias para seguir adelante y guiarnos por el buen camino.

De igual manera a mis padres David y Elsa, queridos y hermanos que siempre están en ese momento preciso de apoyar moralmente y guiarme y poder cumplir la primera meta trazada y hacer posible de realizar esta investigación.

Agradecimiento

Dedico esta investigación a mis padres que siempre estaban en los momentos difíciles por apoyarme moralmente desde el inicio de mi carrera, a mis hermanos quien me guiaron para nunca desistir en los momentos difíciles y lograr mis metas.

Al Ing. Samir Augusto, por sus orientaciones, recomendaciones y comprensión mediante el proceso de la elaboración de mi trabajo de investigación.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	vii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	19
III.1. Tipo y diseño de investigación	19
1.1. Variables y operacionalización:	19
III.2. Variables y operacionalización.....	19
III.3. Población, muestra y muestreo.....	21
III.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
III.5. Procedimientos	22
III.6. Método de análisis de datos	23
III.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN	50
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES	55

REFERENCIAS	56
ANEXOS.....	58

Índice de tablas

Tabla 1 Composición Química de Asfalto.....	10
Tabla 2 Esferas Según la Masa de Carga.....	14
Tabla 3 Agregados Gruesos	15
Tabla 4 Agregados Finos	16
Tabla 5 Determinar la Gradación	16
Tabla 6 Cemento Asfáltico por penetración.....	17
Tabla 7 Parámetros para el diseño de MAC.....	17
Tabla 8 Ensayos para Trabajo de investigación	22
Tabla 9 Cuadro de resultados del análisis de granulometría de piedra de 1/2.	28
Tabla 10 Análisis Granulometría De Piedra Chancada De arena chancada.....	29
Tabla 11 Análisis Granulométrico de Arena Natural	30
Tabla 12 Análisis Granulométrico de Cal	31
Tabla 13 Diseño del Análisis Granulométrico	32
Tabla 14 Resultados de Partículas y Chatas y Alargadas	33
Tabla 15 Gravedad Específica	34
Tabla 16 equivalente de arena	34
Tabla 17 Desgaste de Abrasión	35
Tabla 18 Ensayo De Durabilidad.....	35
Tabla 19 Calidad de Asfalto Convencional.....	36
Tabla 20 Recuperación Elástica.....	36
Tabla 21 Ensayo Marshall.....	42
Tabla 22 Mezcla Incorporando Fibras de Caucho	46

Índice de figuras

Figura 1 Obtención de Asfalto	9
Figura 2 Composición Química	10
Figura 3 Ensayo de Penetración	12
Figura 4 Viscosímetro de Tubo Capilar	13
Figura 5 Ensayo de Ductilidad	13
Figura 6 Planta Chancadora	27
Figura 7 Ensayo de Granulometría	27
Figura 8 Análisis Granulometría De Piedra Chancada De 1/2	28
Figura 9 Análisis Granulométrica De Arena Chancada	29
Figura 10 Análisis Granulométrico De Arena Natural	30
Figura 11 Análisis Granulométrico De Filler	31
Figura 12 Representación Gráfica Tamaño De Las Mallas U.S Standard	33
Figura 13 Peso Piedra Chancada de ½, Arena Natural	37
Figura 14 Peso de Filler	37
Figura 15 Calentar los Agregados piedra de 1/2 , Arena Natural, Arena Chancada y Filler	37
Figura 16 Preparación de Mezcla	38
Figura 17 Moldes de Compactación	38
Figura 18 Martillo de Compactación	39
Figura 19 Extractor de Testigos	39
Figura 20 Testigos con Diferentes % de Fibras de Caucho	39
Figura 21 Peso de testigo	40
Figura 22 Peso Sumergido de Testigo	41
Figura 23 Testigos en el Baño María	41
Figura 24 Baño María	41
Figura 25 % de Cemento Asfaltico vs Peso Unitario	43
Figura 26 % Cemento Asfaltico vs Estabilidad	43
Figura 27 % cemento asfaltico vs vacíos	44
Figura 28 % Cemento Asfaltico vs Vacíos Llenos con C.A.	44

Figura 29 % cemento asfaltico vs V.M.A.....	45
Figura 30 % de cemento asfaltico vs flujo	45
Figura 31 Estabilidad vs % de Fibra de Caucho.....	47
Figura 32 Flujo vs % de Fibra de Caucho	48
Figura 33 % de Vacíos vs % de Fibra de Caucho	48

Resumen

El presente proyecto de investigación denominada “Análisis del Comportamiento Mecánico de Mezclas Asfálticas en Caliente Incorporando Fibras de Caucho -San Román -Juliaca ,2021” tiene como objetivo determinar en qué manera la incorporación de fibras de caucho mejora el comportamiento mecánico de mezcla asfáltica en caliente. Se utilizó asfalto d PEN 60-70 y áridos de la cantera “Maravillas” los ensayos se realizaron de acuerdo a la norma EG-2013 con edición 2015 y el manual de ensayos del MTC, la metodología empleada fue experimental, tipo aplicativo. Para la recopilación de datos se realizó con el servicio de laboratorio, donde se realizó 01 diseño tradicional de la mezcla asfálticas y 05 diseños con la incorporación de fibras de caucho (0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 3.0%) testigos con relación al peso total; después se ejecutó la observación directa para tener los resultados de los testigos al someterle al ensayo de Marshall (AASTHO T-245, AST D-1559) que nos determinó los resultado el porcentaje óptimo de 1.5% con una densidad 2.18 g/cm³ , estabilidad 1040 kg, flujo 3.6 mm vacíos 4.53% ,mediante los gráficos en el software Excel . finalmente se determinó que la incorporación de fibras de caucho mejora el comportamiento en la densidad, estabilidad, flujo y vacíos.

Palabras clave: mezcla asfáltica, comportamiento mecánico, fibras de caucho.

Abstract

The present research project called “Analysis of the Mechanical Behavior of Hot Asphalt Mixes Incorporating Rubber Fibers -San Román -Juliaca, 2021” aims to determine how the incorporation of rubber fibers improves the mechanical behavior of hot mix asphalt. Asphalt d PEN 60-70 and aggregates from the “Maravillas” quarry were used. The tests were carried out according to the EG-2013 standard with the 2015 edition and the MTC test manual, the methodology used was experimental, applicative type. Data collection was carried out with the laboratory service, where 01 traditional design of the asphalt mixture and 05 designs with the incorporation of rubber fibers (0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 3.0%) with relation to the total weight of witnesses; then direct observation was carried out to obtain the results of the controls when subjected to the Marshall test (ASTHO T-245, AST D-1559) which determined the results the optimal percentage of 1.5% with a density 2.18 g / cm³, stability 1040 kg, 3.6 mm empty flow 4.53%, using the graphs in the Excel software. finally it was determined that the incorporation of rubber fibers improves the behavior in density, stability, flow and voids.

Keywords: asphalt mix, mechanical behavior, rubber fibers.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

La estructura del pavimentos asfálticos realizadas en esta zona sur en el cual se excluye algún uso, nuevas tecnologías, se puede observar que una gran parte de ellas no logran alcanzar el diseño adecuado para un adecuado periodo de vida útil de mezcla tenemos las siguientes diferencias de los factores donde se ubican a una altura de 3500 msnm se tiene los siguientes: Uno de los factores viene hacer las temperaturas bajas que cambian las propiedades físicas del mezcla asfáltica y de las características físicas y mecánicas la mezcla, producen un deterioro de la carpeta asfáltica causando la fisura miento, ahuellamiento y pie de cocodrilo, por consecuencia se produce una dilatación o una causa del aumento del tráfico, ciudad de Juliaca. Esta investigación se realizó en la ciudad de Juliaca en un laboratorio suelos y geotecnia, se realizó por el ensayo de Marshall. Se lograron los sucesivos resultados de la incorporación de fibras de caucho, se hizo los cálculos de costos unitarios del mismo, teniendo en cuenta el método tradicional y se incorporaron en el diseño mezcla con la fibra de caucho. El pavimento en sectores altos andinos lo cual está ubicado nuestra provincia de San Román- Juliaca, viene hacer la meteorológicos en los factores que faltan en el insumo, que perjudican proceso correcto en la construcción de una carretera asfáltica que tiene que diseñarse para vida útil. Hay diversas responsabilidades para solucionar los problemas en el diseño de mezclas asfálticas al igual que la construcción de carretera en una vía asfaltadas en los departamentos del sur del país como es Puno alto andino, referenciados en técnicas convencionales, teniendo unas malas experiencias en vista de los problemas ocasionados en nuestra provincia San Román- Juliaca donde se encuentra tiene un desgastada parcial en la metodología impuesta en el diseño de mezclas implementados países y también en naciones del resto del país, muy avanzadas en el contenido de asfaltos. Tiene una variaciones térmica, hay algunos de los problemas ocasionadas que afectan en el factor mínimo en el asfalto en los países de sur de América y las escalas en todos los países de Latinoamérica, Perú tiene como prioridad el desarrollo y ejecución de vías en todo el Perú que tiene como alturas que varían entre 3400m.s.n.m a

4000 m.s.n.m. Se decidió ejecutar este proyecto de investigación que se realizó en el sur del país en altas temperaturas para modificación de mezclas asfálticas, al trabajar con fibras de caucho aumentó y se recomienda y es confiable a altura a nivel mundial por tener ventajas excelentes al incorporar a la mezcla asfáltica.

Es importante ejecutar un buen estudio de la zona alta de la ciudad de Juliaca donde se realizará el proyecto de pavimentación, evitando así daños futuros al pavimento asfáltico, al tiempo que se reduce la accidentabilidad y la economía. Asimismo, una de las principales avenidas y accesos de la ciudad de Juliaca, también presentó altos factores de deterioro en las carpetas rodadura. Por tanto, el proyecto está dedicado a la mejora de las propiedades mecánicas del asfalto modificadas con fibras de caucho. Como **formulación del problema general**, tenemos: ¿De qué manera la incorporación de fibras de caucho mejorará el comportamiento Mecánico de mezclas asfálticas en caliente-San Román - Juliaca -2021? Y como **formulación de los problemas específicos** tenemos a: ¿Cómo interviene la incorporación de fibras de caucho en la resistencia de las mezclas asfálticas en caliente -San Román - Juliaca - 2021?, ¿De qué manera influirá la incorporación de fibras de caucho en la trabajabilidad de mezclas asfálticas en caliente- San Román - Juliaca - 2021?, ¿Cómo contribuirá la incorporación de fibras de caucho en los vacíos de las mezclas asfálticas en caliente -San Román - Juliaca - 2021? Como **Justificaciones del proyecto** Tenemos los siguientes: Como **Justificación Práctica:** La incorporación de fibras de caucho contribuyó a dar mejora en la mezcla de asfáltica y mejora el comportamiento mecánico. Tenemos como intención de dar una mejor vida útil de las carreteras pavimentadas para que podamos mejorar la transitabilidad del vehículo, que quedará demostrada por los resultados obtenidos. En el laboratorio en la deformación, resistencia, fluencia y estabilidad, Como **Justificación Económica:** La utilización de fibras de caucho en la mezcla asfáltica convencional ayudaría a prolongar la vida útil de las vías en la ciudad de Juliaca, necesario su uso, se impediría costos adicionales y continuos e innecesarios en el mantenimiento de vías, así también ayudaría a optimizar el transporte y evitaría la disminución del deterioro de las vías, dicha mejora se reflejará en la disminución de tiempo de traslado. Como **Justificación Social:** El resultado de la investigación nos permitirá conocer el diseño adecuado para evitar el deterioro

del pavimento asfáltico (MAC-2), ciudad de Juliaca, y que puedan utilizar en la construcción de carreteras y reducir la alta congestión vehicular que se produce en las horas pico y poder ayudar a nuestra sociedad. **Objetivos del proyecto** Como **objetivo general**, tenemos: evaluar de qué manera la incorporación de fibras de caucho mejora el comportamiento Mecánico de mezclas asfálticas en caliente San Román - Juliaca -2021 y como **objetivos específicos** determinar cómo interviene la incorporación de fibras de caucho en la resistencia de las mezclas asfálticas en caliente San Román - Juliaca - 2021, determinar cómo influyen la incorporación de fibras de caucho en la trabajabilidad de mezclas asfálticas en caliente San Román - Juliaca - 2021, determinar cómo contribuye la incorporación de fibras de caucho en los vacíos de las mezclas asfálticas en caliente -San Román - Juliaca – 2021. Como **hipótesis general**, tenemos: La incorporación de fibras de caucho mejora el comportamiento Mecánico de mezclas asfálticas en caliente - San Román - Juliaca -2021. como **hipótesis específica** tenemos a: La incorporación de fibras de caucho mejora la resistencia de las mezclas asfálticas en caliente - San Román - Juliaca - 2021, La incorporación de fibras de caucho influye de una manera favorable en la trabajabilidad de mezclas asfálticas en caliente-San Román - Juliaca - 2021, La incorporación de fibras de caucho en los vacíos influye significativamente en las mezclas asfálticas en caliente -San Román - Juliaca - 2021

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes nacionales**, tenemos a:

Según Salazar Pucllas, (2019) en su tesis de grado titulada: "Incorporación de caucho reciclado en las mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en la Ciudad de Lima, Perú 2019" por la Universidad Cesar Vallejo. Llegó a las siguientes conclusiones:

Tiene como **objetivo** principal explicar que al caucho reciclado tiene unos beneficios a dar una mejora el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica convencional ya que mejora de la mezcla en las propiedades de esta mezcla, tenemos como Metodología Experimental es aplicada como se en esta investigación. Tenemos como muestra testigos de asfalto una tradicional y los demás son para una mejora el caucho reciclado con polvo, originado de los desechos de neumáticos. Para hallar los resultados se hizo con la ayuda del laboratorio para tener los siguientes datos , En donde se hizo 01 diseño tradicional que viene hacer el diseño de mezcla convencional se hicieron 03 diseños de mezclas incorporando los siguientes porcentajes (2.5%, 3.5% y 4.5%) caucho reciclado se tomaron cada proporción para cada diseño de mezcla , se hace el seguimiento de la mezcla total del peso se obtiene los siguientes resultados después de realizar el método del ensayo Marshall según (ASTHO T-245, ASTM D-1559) una vez culminado se obtendrán los siguientes como **resultados** del laboratorio y por el método ,Marshall se tuvieron los siguientes resultados de una agregado como al incorporar caucho reciclado, mejora en la fluencia estabilidad y ahuellamiento. Tenemos como **conclusión** lo siguiente final que al incorporar el polvo de caucho reciclado da una mejora la mezcla, en la cual el óptimo es 4.5% de cemento asfáltico y 4.5% de polvo de caucho.

Según Farfán Canchis y Romero Dextre, (2019) en su tesis de grado titulada: “Propiedades Mecánicas del Asfalto en caliente adicionando 1.5% de Caucho Reciclado Granular, Chimbote - 2019” por la Universidad Cesar Vallejo. Llegó a las siguientes conclusiones:

La tesis tiene como **objetivo**: determinar el comportamiento de las propiedades mecánicas del asfalto en caliente adicionando 1.5% de caucho reciclado granular, En el siguiente trabajo de investigación tenemos como **metodología** experimental y tipo es aplicada y es descriptivo. Se realizaron ensayos para el proceso de resultados. En la universidad de CV donde se encuentra el laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos, primeramente, se diseñó una mezcla modificada con la incorporación de caucho reciclado 1.5% y también se diseñó una mezcla tradicional y el peso de las briquetas fueron del patrón para todos, Una vez culminada con los ensayos del laboratorio por él, ensayo como estabilidad, flujo se realizaron a acurde con el manual de materiales del (MTC-E504), mezcla convencional y también como en la mezcla modificada con 1.5% de caucho reciclado granular, luego de procesar y representar los gráficos obteniendo los resultados, se concluye mediante los resultados del laboratorio se determinó que efectivamente la incorporado el 1.5% de caucho reciclado granular, tiene una mejora en la estabilidad y el flujo de a mezcla asfáltica modificada.

Como **antecedentes internacionales**, tenemos a:

Según Castro Mariño, (2017) en su tesis de grado titulada: “Evaluación De La Capacidad Estructural De Una Mezcla Asfáltica Tibia Mdc-19 Utilizando Aditivos Modificadores De Viscosidad.” por la Universidad Católica de Colombia. Llegó a las siguientes conclusiones:

El diseño de mezclas asfálticas tibias ha sido un campo de estudio se utilizó dos tipos de aditivos el primero KAOMIN KW es un poliamida y segundo aditivo utilizado fue GENAMIN BTA es de un tipo cerámica, que ha tenido un importante crecimiento durante los últimos años. Con investigaciones anteriores, tiene como **objetivo** principal del proyecto es realizar el estudio de la capacidad estructural y comportamiento de una mezcla.

Los aditivos de KAOMIN KW y GENAMIN BTA estos aditivos serán utilizados dentro del cemento asfáltico por el método de la vía húmeda y con unos Dos porcentajes para cada aditivo que se utilizaran estos ceras en esta investigación se ha probado la mejor forma bajar la temperatura de fabricación, Se hizo una mezcla convencional en las temperaturas de 50°F y 100°F está por debajo de las temperaturas normales y está mezclado ,**metología** experimental , donde se realizó, mezcla asfáltica tibia cuatro tipos, dos para cada incorporado de aditivo modificador ya que se modificó el cemento asfáltico con 2% y 3% ,se tiene como **resultados** se obtuvieron en el laboratorio , primeramente se hallaron las características físicas y químicas como ductilidad de materiales , punto de ablandamiento y penetración de los materiales y la viscosidad del asfalto y, se realizó el método Marshall para **concluir** se determinó el óptimo de asfalto, para cada mezcla y tener valores diferentes y porcentajes para medir la flujo y estabilidad de una mezcla modificada.

Según Ardila Layton y Mesa Barrio, (2014) en su tesis de grado titulada: “Análisis de propiedades físicas, mecánicas y comportamiento de una mezcla densa en caliente tipo 2 (MDC- 2) modificada con aditivos caucho 75% y cuero 25%” en la Universidad Católica de Colombia. Se concluyó con las siguientes conclusiones:

La tesis tiene como **objetivo** principal el dar una alternativa de análisis de un nuevo diseño de mezcla que tiene como partida una mezcla modificada de una mezcla caliente tipo dos (MAC-2) el asfalto esta convencional está compuesto con un alto grado de penetración 60/70 que será usado como ligante asfáltico, como objetivo principal es tener un resultado con la mezcla de modificación para determinar el contenido óptimo de asfalto en las **metología** tipo aplicada diseño experimental, tiene la intención de experimentar el comportamiento de las testigos precedentemente indicadas al ser expuestas a cargas y experimentales : Se tiene los siguientes aditivos caucho de suela bota militar al 75% y cuero de bota militar al 25%. El plan de investigación se tendrá un peso aproximado de cada briqueta de 1200 gr y se realizaron un total de 100 testigos **concluir** se realizaran cada ensayo para diferente muestra de cemento asfáltico con los siguientes porcentajes (4%,4.5%, 5.5%,5%, 6%).

Según Herrera Ramos Y Herrera Montenegro, (2015) en su tesis de grado titulada: “Análisis monotónico de mezclas densas en caliente con asfalto 80 - 100 modificado al 100% de caucho de bota militar” por la Universidad Católica de Colombia. Llegó a las siguientes conclusiones:

La siguiente tesis como **objetivo** principal determinar cuáles serán el tipo de material y también se realizó en el laboratorio el ensayo Marshall donde esta investigación tiene una cantidad en total de 120 testigos las cuales serán sometidas a la compactación para analizar el comportamiento de falla, resistencia de todas las briquetas y otros factores se usó la **metodología** tipo aplicada diseño experimental llegaremos a la siguientes conclusiones reales según las elección se realizara los porcentajes óptimos de asfaltos bajos los cuantificaciones determinados por el INVIAS (2007) para un diseño de mezcla asfálticas en caliente tipo 2 MDC - 19 por el MIA, estabilidad, relación y flujo con los siguientes **resultados** Se realizaron muestras elaboradas con un contenido de asfalto con 1% de caucho de bota militar sería del 5,5% de asfalto, **Concluir** que los parámetros del porcentaje de vacíos, estabilidad y flujo para un tránsito pesado.

Según Aimacaña Iza, (2017) con la tesis de grado titulada: “Estudio comparativo del comportamiento a compresión de pavimentos asfálticos a base de polímeros y pavimentos flexibles tradicionales” por la Universidad Técnica de Ambato de Ecuador a las siguientes conclusiones. Para esta investigación del presente trabajo tiene como **objetivo** principal para un diseño de mezclas asfálticas con la incorporación con polímero (polietileno P.E), se hicieron o utilizaron en el caso de tapones plásticos triturados, **metologia** tipo aplicada diseño experimental se realizaron un diseño de asfalto convencional con briquetas con las normas vigentes y actuales para tener o medir el desempeño de estas briquetas as asfalto convencional, alcanzando una importante disminución muy importante lo que el impacto ambiental de estos residuos o para mejora de la calidad del asfalto tiene como objetivo principal tener como obtener los mejores resultados que aporten

basado en la Norma ASTM D 1559, Los cuales se fabrican briquetas someterles a ensayo de compresión 3 testigos convencional para cada uno de los porcentaje de acuerdo al estudio y 3 testigos de asfalto modificado con el siguientes porcentajes de 1%, 2% y 3% incorporando polímero (P.E) viene hacer, triturado y

agregado a la mezcla asfáltica en caliente como alternativa de sustitución parcial de los áridos, Una vez obtenidos en los **resultados** del laboratorio de los pruebas verificados para comprobar las propiedades físico – mecánicas de la mezclas asfálticas modificadas con la incorporación de polímero (P.E) se realiza un análisis comparativo de los valores obtenidos entre las dos mezclas; los **concluye** una mejora el porcentajes de vacíos flujo y estabilidad, flujo.

Como artículo científico tenemos a Romero , Bonifaz García y Revelo Corella,(2014) tenemos como titulada: “Diseño de Mezclas Asfálticas en Caliente Modificadas con Elastómero (caucho) y Tereftalato de Polietileno reciclados con Ligante Asfáltico AC-20” tenemos como resumen el artículo “, tenemos como **objetivo** principal ofrecer una opción al uso de materiales reciclados al ser utilizados como material constitutivo para el diseño de mezclas asfálticas en caliente, puntualizando como su dosificación y composición , desventajas y ventajas en su añadidura en mezclas asfálticas en caliente tradicional cara a nuevos polímeros que están dentro o ya conocidos en el mercado. Hacia el progreso de este proyecto se han utilizado áridos provenientes de la planta de CONSTRUARENAS.

Como artículo científico tenemos Ortiz Hernández, Ortiz Moncayo, y Lucia Macías Sánchez,(2014), En la provincia de Manabi se cotinuan con los deterioras prematuros que se viene realizando en la superfici de la rodadora de las carreteras de esa provincia y tiene como especial en la vía Tosagua ha conllevado a realizar la investigación de proyecto, tiene como **objetivo** principal hacer una verificar físicas – mecánicas de las propiedades de los materiales que se emplean en la elaboración de las mezclas para pavimento flexible , tiene como **metologia** tipo aplicada diseño experimental. Para la aplicación de ensayo Marshall se realizaron 4 diseños de briquetas con diferentes porcentajes de asfaltos de 5.5 %, 6.0 %, 6.5 % y 7.0 % con la incorporación de polímeros y asfalto tradicional y luego modificado con 3 % de polímero, tipo Butonal N X 1138.**resultados**,se obtuvieron el adecuado porcentaje de asfalto según Marshall , **conclusión** se realizado la comparación entre el asfalto modificado con polímeros y convencional se llegó a la conclusión que se logra una mejora en los parámetros.

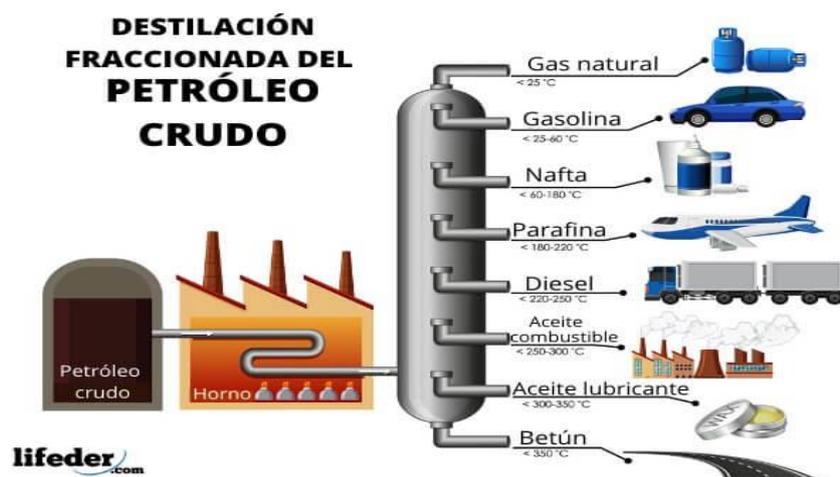
Bases teóricas

Asfalto El cemento asfáltico o también conocido como asfalto es un material asfáltico aglutinante de consistencia sólida, utilizado para hacer mezclas asfálticas calientes. La mayor parte del petróleo crudo contiene betún en proporciones variables (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2015, pag 323).

Obtención del Asfalto: El asfalto se puede fabricar a partir de petróleo frío o caliente, que es una mezcla de hidrocarburos.

(Repsol) Procede de la acumulación de restos de materia orgánica, sobre todo de vegetales y animales que vivieron sobre lagunas, pantanos y mares, en épocas del Jurásico hace más de 190 millones de años y del Cretácico, un poco más cerca, hace 100 millones de años. De esta manera esos restos fueron cubiertos por sedimentos de modo creciente, lo que originó una presión y temperatura cada vez más grandes haciendo que esta sustancia orgánica se transformase, y por otro fluyera de manera ascendente hasta las llamadas trampas geológicas de roca que el petróleo no puede atravesar.

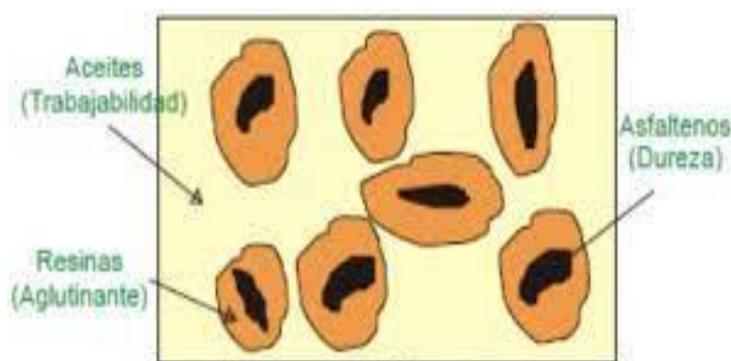
Figura 1 Obtención de Asfalto



FUENTE: Valdivia Sanchez

Composición química: Está constituido en grupos de 3 básicos: asfaltenos resina o conocidas también como máltenos y aceites.

Figura 2 Composición Química



Composición Química del Asfalto.

FUENTE: Asocap

Tabla 1 Composición Química de Asfalto

COMPUESTO	DESDE	HASTA
% CARBONO	70	90
%HIDROGENO	7.3	10.1
%AZUFRE	0.56	9.5
%CENIZAS	0.06	1.25
%NITROGENO	0.05	7

FUENTE: Elaboración Propia

En **Propiedades** Tenemos los siguientes.

Durabilidad: Viene hacer la durabilidad que brinda un diseño de mezcla asfáltica. En cuanto a la durabilidad que aguanta al ser expuesto a efectos perjudiciales del aire, temperatura y tránsito de un proceso de envejecimiento del asfalto y degradación de los áridos. Valdivia Sanchez, 2017, pág. 23)

Endurecimiento Su susceptibilidad al endurecimiento del cemento asfáltico térmica se precisa como el cambio de la consistencia, característica del asfalto cuando es sometido a diferentes temperaturas.

Cohesión y Adhesión: Tiene una forma que el cemento asfáltico en caliente que tiene la capacidad de mantener exactamente las partículas o áridos en la mezcla del diseño de la asfáltica que se juntan entre los áridos sin rasgos de separación entre el asfalto y los agregados.

En **Clasificación de Asfalto** tenemos lo siguiente:

Cemento Asfáltico: El asfáltico es un material semisólido, sólido de color negro o pardo oscuro y aglomerante, utilizado en la principal elaboración de mezcla en la aplicación de vías también elaboración de mezclas asfálticas en caliente MTC, (2015, pág. 323). Se endurece a una temperatura adecuada del ambiente y se clasifica por su consistencia de acuerdo al grado de penetración y se usó de la construcción de vías, carretas, pavimentos de alto tránsito que está basado en Manual de Ensayos Materiales del MTC.

Asfalto en líquido: cemento asfáltico se disuelve el líquido, en algún solvente de petróleo. Están conformados con los siguientes conjuntos como el Curado lento Curado medio Curado rápido, además se endurecimiento de la mezcla ocurre al evaporarse o separarse el solvente del asfalto.

Esta designación se recubra la viscosidad cinemática tiene que acompañar con un dígito para su valor. Como, el patrón: RC-250, MC-70.

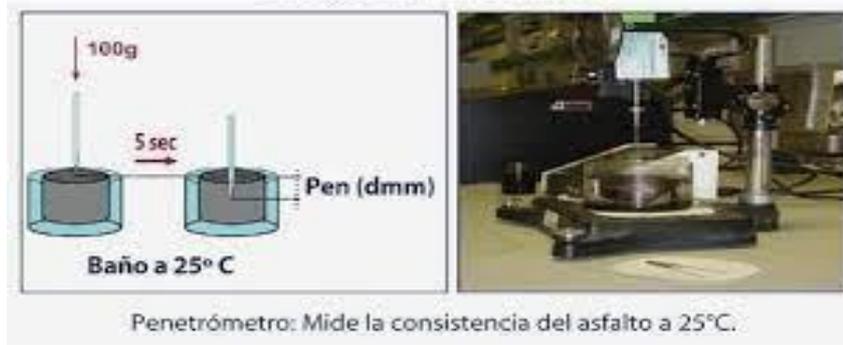
Fibra De Caucho: Estudios a la fibra de caucho, el que se usa mas es el grano de caucho o grano de neumático triturado tiene como finalidad mezclar con mezcla asfáltica, con el objetivo principal es encontrar una alternativa apropiada para que contenga cemento asfáltico modificado el cual llamaremos “diseño de asfalto modificado con fibra de caucho”, incorporando de fibras de caucho mejore las características mecánico mejore la carpeta de rodadura, resistente y duradero en el tiempo.

Como **Ensayos A Realizar en el Proyecto de Investigación** tenemos los siguientes:

Penetración a 25°: Es consistencia del asfalto se puede medirse con un método antiguo y empírico, tiene como caracterizar la consistencia de asfalto semi-sólido penetración, ductilidad perdida de mesa lo cual se clasifican el Grado estandarizado de cemento asfáltico. Consiste en calentar un recipiente de cemento asfáltico en un baño de agua de temperatura controlada y moderada a una temperatura de referencia de 25 ° C (77 ° F). Coloque una aguja estándar que pese 100 gramos

sobre la superficie del cemento asfáltico durante 5 minutos. La longitud de la aguja perforada en el cemento asfáltico, la unidad es de 0,1 mm. A veces, las pruebas de acupuntura se realizan a diferentes temperaturas, en este caso, la carga de la aguja y el tiempo de acupuntura pueden variar.

Figura 3 Ensayo de Penetración
Ensayo de Penetración



FUENTE: Humboldt

Fuente de universidad de católica de Colombia autor ORGE ENRIQUE CASTRO MARIÑO

Punto de ablandamiento: El objetivo principal de este ensayo, determinar la consistencia, equivalencia a un cierto clima o temperatura, determinada por el método anillo, en el que nos muestra la temperatura alta para fluir del material altas. De acuerdo al MEM en un intervalo de 30 a 80°C que la muestra tiene que ser una temperatura de termómetro en el agua sumergida usando agua destilada y también llamado baño maría se inicia a una temperatura de 5°.

Viscosidad: Establecer una forma para establecer la viscosidad (bitumen), con el viscosímetro de vacío, y que la mezcla de asfalto tenga una viscosidad de 0.036 – 200poises y temperatura adecuada de 60 °C. Objetivo principal es tener una temperatura adecuada a la estaba de medias, para manejar durante la aplicación del betún. También, tiene como objetivo comprobar la viscosidad del bitumen (MEM, 2016, pág. 431).

Figura 4 Viscosímetro de Tubo Capilar



FUENTE: Humboldt

Ductilidad: El propósito de este Método es determinar la ductilidad de los materiales, de consistencia semisólida y sólida. De sumergir en agua en un tiempo prolongado de 30 minutos, se somete a dilatación a una cierta temperatura media.

- **Temperatura a 25°C.-** la ductilidad tiene que estar a una temperatura se tiene que verificar con termómetro de 25°C se aceptable al superior o similar de 5cm/min. Como se puede ver en la figura que se muestra. El reglamento (EG-2013)

Figura 5 Ensayo de Ductilidad



FUENTE: Humboldt

Ensayos de Agregados tenemos los siguientes mencionados:

Durabilidad, Sulfato De Sodio: El objetivo del subsiguiente prueba o ensayo es hallar la durabilidad que muestra los áridos y agregados finos, descomposición mediante el sulfato de sodio, a lo largo y no baja de 16hrs ni más de 18hrs, (MTC, 2016, pág. 329).

Ensayo De Abrasion Los ángeles: El ensayo los ángeles tiene como objetivo principal es comprobar las gradaciones de agregados minerales o el desgaste por abrasión sometida al aparato o máquina de Los Ángeles, para luego ser vaciado al tamiz N° 12, en el que se obtendrá y comprueba el % de desgaste. Se puede visualizar en una tabla de Excel verificando con todos los parámetros de la norma del MTC.

Tabla 2 Esferas Según la Masa de Carga

Gradación	Numero de esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2 500 ± 15

FUENTE: MEM (MTC)

Gravedad específica y absorción: El objetivo principal del siguiente ensayo de absorción y gravedad específica que nos permitirá resolver el peso de los áridos y peso aparente y la absorción peso específico y saturado después de las 24horas estando sumergido dentro del agua, Para el cálculo de vacíos además será utilizará las muestras que tienen los áridos como él (MEM de Laboratorio, 2016, pág. 309).

Equivalente de arena: Tiene como finalidad principal el ensayo es hallar la equivalente se expresan mayormente en suelos agregados finos granulares y que son perjudiciales para el diseño de MAC-2. Consiste en tamizar los agregados finos por el tamiz N° 4, a continuación, se coloca el áridos o agregados en un cilindro transparente, se espera un tiempo de 20minutos aproximado y se da lectura a la altura máxima de la suspensión de los suelos agregados finos granulares según indica el MEM.

Diseño de mezcla asfáltica en caliente tenemos los siguientes:

Marshall: El objetivo principal de Marshall es hallar el porcentaje de cemento asfáltico en caliente para mezcla y áridos. El ensayo también abastece sobre los detalles de las componentes mecánicas, estables densidades, y el contenido óptimo de vacíos que deben ser cumplidas durante el proceso de reconstrucción del pavimento.

El siguiente procedimiento radica en el análisis de las opción y mezclado de los agregados gruesos y finos, económicamente y afirmar las siguientes características: **Contenido de asfalto:** viene hacer el asfalto óptimo para mezclar los agregados, cal y áridos. **% de vacíos:** Es importante para no tener espacios vacíos. **Estabilidad del Asfalto:** El objetivo es evitar una probable deformación y también desplazamiento sometidas por cargas sometidas por el tráfico que están en continuo movimiento en la carpeta asfáltica. **Trabajabilidad del Asfalto:** El objetivo principal es la comodidad de ser colocado y compactado para no tener posible segregación de los áridos y agregados gruesos y finos y asfalto. Agregados gruesos los ensayos de calidad están en la siguiente tabla.

Tabla 3 Agregados Gruesos

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

FUENTE:Manual de Carreteras edicion de 2015.

Tabla para establecer la característica de los áridos finos están en la siguiente tabla (4).

Tabla 4 Agregados Finos

Ensayos de AF	Norma	Requerimiento Altitud (m.s.n.m)	
		≤ 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	7000%
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	4000%
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de plasticidad (malla N° 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N° 200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción * *	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

FUENTE: Manual de carreteras.

Gradación Para Mezcla Asfáltica En Caliente (MAC): El agregado grueso deberá proceder que la roca o grava se debe someter a trituración de los ambos y: sus partículas deberán ser limpias, partículas de chatas alargadas y resistentes y durables o desintegradas (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2015, pág. 266).

Tabla para determinar la gradación de agregados según (MAC) deberá responder al uso de granulométricos en la siguiente tabla.

Tabla 5 Determinar la Gradación

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

Fuente: MC EG2013

Penetración: Para cumplir las características del asfalto de acuerdo al grado de penetración del PEN o bitumen, se toman las posteriores especificaciones técnicas y generales.

Tabla 6 Cemento Asfáltico por penetración

Tipo	Grado	Ensayo	Grado de penetración									
			PEN 40-50		PEN 60-70		PEN 85-100		PEN 120-150		PEN 200-300	
			mín.	máx.	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
Pruebas sobre el Material Bituminoso												
penetración a 25°C, 100 g, 5s, 0.1 mm		MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
Punto de Inflamación, C°		MTC E 312	232		232		232		218		177	
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm		MTC E 306	100		100		100		100		100	
Índice de Penetración (Suceptibilidad Térmica)		MTC E 304	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
Pruebas sobre la Película Delgada 163°C, 3.2 mm 5h												
Pérdida de masa, %		ASTMD 1754		0,8		0,8		1,0		1,3		1,5
Penetración retenida después del ensayo de película fina, %		MTC E 304	55+		52+		47+		42+		37+	
Ductilidad del residuo a 25°C, 5cm/min, cm		MTC E 306			50		57		100		100	

Fuente: Manual de Carreteras, (EG-2013)

Método Marshall: Como se muestra en el siguiente cuadro se ve las cuantificaciones para el ensayo Marshall, según EG-2013 edición 2015.

Tabla 7 Parámetros para el diseño de MAC

Parámetros de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8.15 KN	5,44 KN	4,53kN
3. Flujo 0.01" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
	Ver tabla 423-10 (EG-2013)		
5. Vacíos en el agregado mineral			
Inmersión - Comprensión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa. Min	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (min)	75	75	75
Relación Polvo-Asfalto (2)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta	80 min.		

Fuente: MTC (EG-2013) edición 2013

Como **enfoques conceptuales**, tenemos:

Mezcla Asfáltica: La mezcla asfáltica está compuesta por dos elementos principales: (grava y arena) y agregados o material mineral y el ligante asfáltico. Son de color oscuro o negro. En la planta se fábrica la mezcla de asfalto, se

determina la combinación de los áridos en la granulometría, el contenido óptimo de ligante y las propiedades volumétricas, así como su resistencia a la deformación

Testigo: se nombra a la briqueta del espécimen formado para realizar el ensayo se hace un molde para someterle a cargas máximos

Compactación: Viene a ser la compactación de la carpeta asfáltica de los materiales en uno más pequeño y tener a la firmeza y resistencia.

Fibras de Caucho: Los residuos de caucho se procesan mecánicamente ya que la fibra de caucho tiene la clasificación las fibras de caucho con asfalto tradicional a lo cual se le complementa polímeros a altas temperaturas y mezclado homogéneo.

Estabilidad: Consistente en una aplicación de una carga constante sobre una probeta medir una deformación vertical asociada a la carga **Densidad:** Determinar el %de vacíos en la mezcla compactada.

Agregado: Los agregados gruesos finos estarán constituidos por arena de trituración y una mezcla de él y arena natural.

Peso Específico: La relación entre el peso de sustancia por unidad de volumen la densidad y se obtiene a través de la división de una masa de un material y que está compuesto por su volumen.

Deformación: Es el cambio del pavimento con su forma inicial serán sometidos a cargas diferentes.

Granulometría: Es la distribución por tamaños de las partículas de un árido que componen una muestra de áridos se separan estos mediante cedazos o tamices.

Agregado fino: Viene a ser la referencia del áridos fino tamizado N° 4.

Agregado grueso: se refiere al áridos grueso retenido en la malla N°. 4

Relación de vacíos: los huecos son pequeñas burbujas que se encuentran entre las partículas de agregado recubiertas de asfalto

Mezcla asfáltica en caliente: Viene a ser la mezcla de áridos y fino, que debe ser colocado y compactado a temperaturas altas.

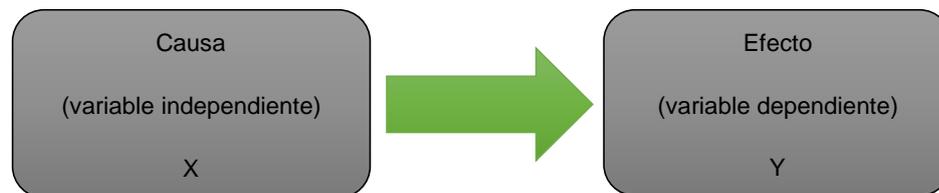
III. METODOLOGÍA

III.1. Tipo y diseño de investigación

Es aplicada, se analizó el método de diseño del pavimento y se agregaron fibras de caucho a la mezcla asfáltica para pavimentos de alto flujo.

Según Hernández (2014, pág.129) Investigación para determinar principios y fenómenos interrelacionados, es decir, eventos y fenómenos.

El diseño de la investigación es experimental, ya que independientemente de que la hipótesis propuesta en el proyecto de tesis sea positiva o negativa, las variables dependientes se manipulan para obtener resultados.



Donde:

X : Con incorporación de fibras de caucho.

Y : Comportamiento mecánico de mezcla asfáltica en caliente.

1.1. Variables y operacionalización:

Conjunto de procedimientos y actividades que se desarrollan para medir Dos o más variables. Luego cuantifique, analice y determine cómo uno afecta al otro Hernández. (2014, pág. 120)

III.2. Variables y operacionalización

ANEXO 2: MATRIZ OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Título: "Análisis del Comportamiento Mecánico de Mezclas Asfálticas en Caliente Incorporando Fibras de Caucho - San Román - Juliaca ,2021"

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: Incorporación Fibras de Caucho	La incorporación fibras de caucho en el asfalto mejora las propiedades físicas y geológicas, en la estructura del asfalto (Armando y Juan,2014,p.36).	La incorporación fibras de caucho al 5%, 10%, 15%, 20% y 30% en mezclas asfálticas en calientes para mejorar el comportamiento mecánico.	Ensayo los Ángeles	Partículas Chatas y Alargadas	RAZON
				1 cara fracturada	
				2 caras fracturadas	
			Consistencia	Penetración	
				Punto de ablandamiento	
				Viscosidad	
			Propiedades mecánicas	Contenido optimo	
Granulometría					
Variable dependiente: Comportamiento mecánico de mezcla asfáltica en caliente	La mezcla asfáltica , combinación comportamiento y reacciones de áridos y cemento asfáltico PEN(60-70) y comprobado en el laboratorio donde se realizan ensayos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo al diseño con el método Marshall (Paredes Matta,2009,p.15).	La variable de mezcla asfáltica en caliente está conformado por áridos y mezclados a una cierta temperatura , para transmitir cargas ala estructura.	Resistencia	Flujo	RAZON
				Estabilidad	
			Trabajabilidad	Temperatura de mezcla	
				Temperatura de compactación	
				Contenido de asfalto	
			Vacíos	Vacíos de aire	
				Vacíos llenos con cemento asfáltico	
Vacíos del agregado mineral					

Elaboración: Propia

III.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Los presentes proyectos tienen que elaborarse en laboratorio, es experimental, por lo tanto, se tiene como muestra lo siguiente 17 testigos de asfalto 15 modificado y 2 tradicional.

Muestra: Viene hacer una población que involucra precisar la unidad de muestreo que será analizada, se pretende definir una población para determinar sus efectos y usos parámetros. 15 testigos de asfalto modificado con fibras de caucho.

III.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: A manera del método de recopilación de datos para esta investigación tiene y elaboración de resultados, También se realizan trabajos en gabinete mediante el método de observación directa, para obtener los resultados se basan a la recolección de datos basados en los ensayos mecánicos con los indicadores de fibras de caucho de 0.5%,1%,1.5%,2%,2.5%,3%. Se creó la confiabilidad a emplearse en laboratorio de Juliaca.

Instrumentos de Recolección:

El instrumento utilizado es un registro o guía para la observación de indicadores, que contendrá datos detallados, proporcionados en el laboratorio de suelos, que proporcionará a cada testigo los resultados de las pruebas que cumplan con cada parámetro según el Manual de pruebas de materiales, análisis de rendimiento de la mezcla de asfalto de fibra de caucho Hernández Sampieri, 2014, pág. (217).

Validez y confiabilidad: El instrumento de validación será realizada por docentes especializados que darán su opinión, según la normativa del (MEM) Se encuentran en el anexo 4.

III.5. Procedimientos

En presente proyecto de investigación se planteó el siguiente procedimiento contiene en 4 partes a continuación se detalla.

Parte 1: Recaudación de información y antecedentes:

Primera se escogía la realidad problemática a tratar del actual se recolecta información para el proyecto con antecedentes locales, nacionales e internacionales, también verificar si nuestro proyecto d será factible por aplicables a nuestro entorno para tener resultado aceptables de los materiales se lo llevará a un laboratorio a realizar los ensayos correspondientes a nuestro tema de investigación

Parte 2: Adquirir materiales y movilidad:

Segunda parte continua y consiste en la adquisición de los insumos que componen las testigos o muestras, tenemos piedra triturada y agregado fino AG, y la incorporando de fibras de caucho en un pavimento flexible se utilizara asfalto de 60-7'0 una vez haber recolectado todo lo necesario, se procede a trasladar los insumos al laboratorio donde realizara los ensayos de esta investigación.

Parte 3: Ensayos en Laboratorio:

Tercera fase una vez culminada las demás fases se continuo con el presente proyecto. teniendo todos los insumos que se llevó al laboratorio para realizar los siguientes.

Tabla 8 Ensayos para Trabajo de investigación

ensayos	Técnica	Instrumento	Objetivo (Indicador)	Validez y confiabilidad
Ensayo Marshall	Observar	Cálculo en plantillas	Índice de rigidez	MTC E 504
Ensayo de tracción	Observar	Cálculo en plantillas	Resistencia al daño inducido	MTC E 522

FUENTE: Elaboración Propia

Parte 4: Recepción de datos:

Se logró los resultados de cada uno de ensayos adquiridos en laboratorio y se evidenció que la mezcla convencional y de la mezcla propuesta con fibras de caucho, tendremos como resultados a base de datos del laboratorio según la norma del MTC.

III.6. Método de análisis de datos

Este se realizó estudio estadístico de los datos obtenidos, principalmente análisis descriptivo, considerará de manera integral una serie de normativas del manual de carreteras, obtendrá resultados de laboratorio en el lugar y finalmente verificará si cumple con los parámetros de Marshall.

III.7. Aspectos éticos

Los datos recopilados se incluirán en el trabajo de campo, que será obtenido por los estudiantes de tesis. La recopilación de datos a través de pautas de observación y análisis de contenido contará con el apoyo de personas que trabajan en diferentes áreas del proyecto de investigación. Este artículo será utilizado como artículo de referencia de la sunedu, que contiene artículos relacionados con la estructura de esta investigación, así como la biblioteca de papel, revistas científicas internacionales. (HUAMANI, 2018, pág.)

IV. RESULTADOS

Los resultados conseguidos en el laboratorio el diseño de la mezcla asfáltica, se tiene la siguiente dosificación: Cemento asfáltico 7%, piedra chancada de $\frac{1}{2}$ " 35%, arena chancada 35%, agregado fino zarandeado 28%, cal 2%, porcentaje de fibra de caucho al 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 3.0%.

Primeramente, se recolectaron materiales para realizar la granulometría respectiva:

Figura 6 Planta Chancadora



Fuente: Propia

Se Realizaron El Siguiete Ensayo Para La Calidad De Agregados.

La cantera utilizada fue maravillas ubicada en la ciudad de salida exactamente en la salida al cusco, que la muestra se hizo el respectivo cuarteo:

Ensayo de Análisis Granulométrico: El objetivo fue determinar el tamaño de las partículas de áridos y fino de un material por medio de los tamices.

Figura 7 Ensayo de Granulometría



Fuente: Propia

Piedra Chancada De ½

El propósito es determinar la distribución de partículas áridas y de agregados finos en una muestra seca de peso conocido a través de una serie de tamices de orificios cuadradas

Los resultados obtenidos es la combinación de áridos como piedra chancada agregado grueso y agregado fino deben estar de acuerdo a la norma del MTC E 204 para el control de producción de agregados. Se muestra en la siguiente figura (8)

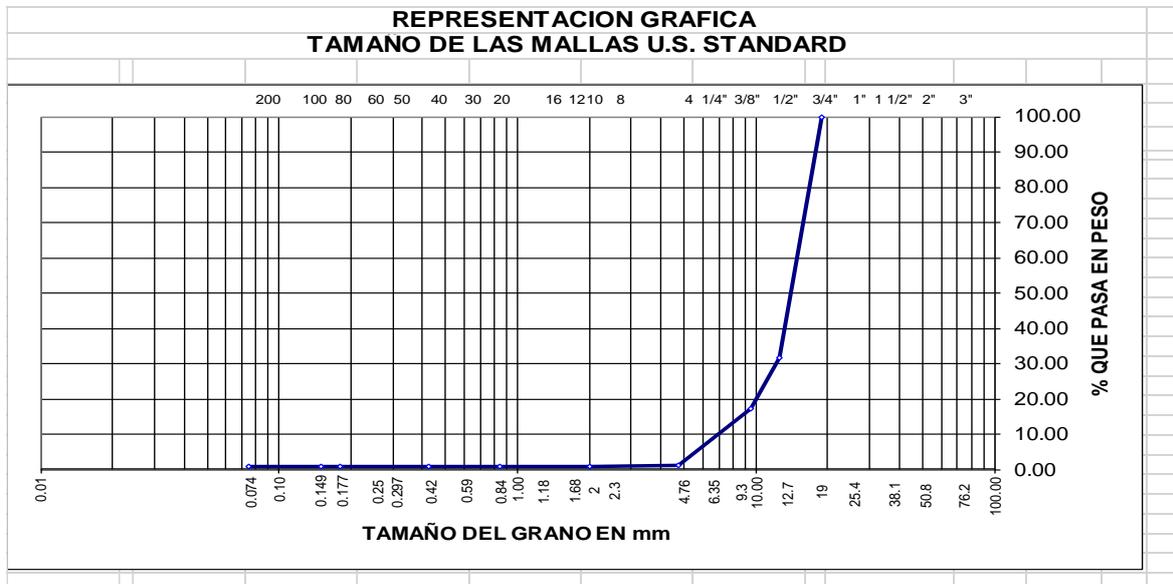
Tabla 9 Cuadro de resultados del análisis de granulometría de piedra de 1/2.

Descripción	PESO INICIAL:	2206 Grs
Proporción de agregados		
Grava		98.90%
Arena		1.10%
Fino		0.00%
W natural		0.42%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se puede ver se tiene grava de 98.90%, arena 1.10%, fino 0.00% y W natural de 0.42% cumpliendo con los parámetros del MTC.

Figura 8 *Análisis Granulometría De Piedra Chancada De 1/2*



Fuente: Elaboración propia

El peso total de la muestra es de 2206 gr y está dividido en los siguientes porcentajes grava 98.90%, arena 1.10%, fino 0% w natural 0.42%.

Arena Chancada

Es la combinación de arena chancada, se realizan el siguiente ensayo correspondiente generando un análisis granulométrico y poder evaluar. Se muestra en la siguiente figura 9.

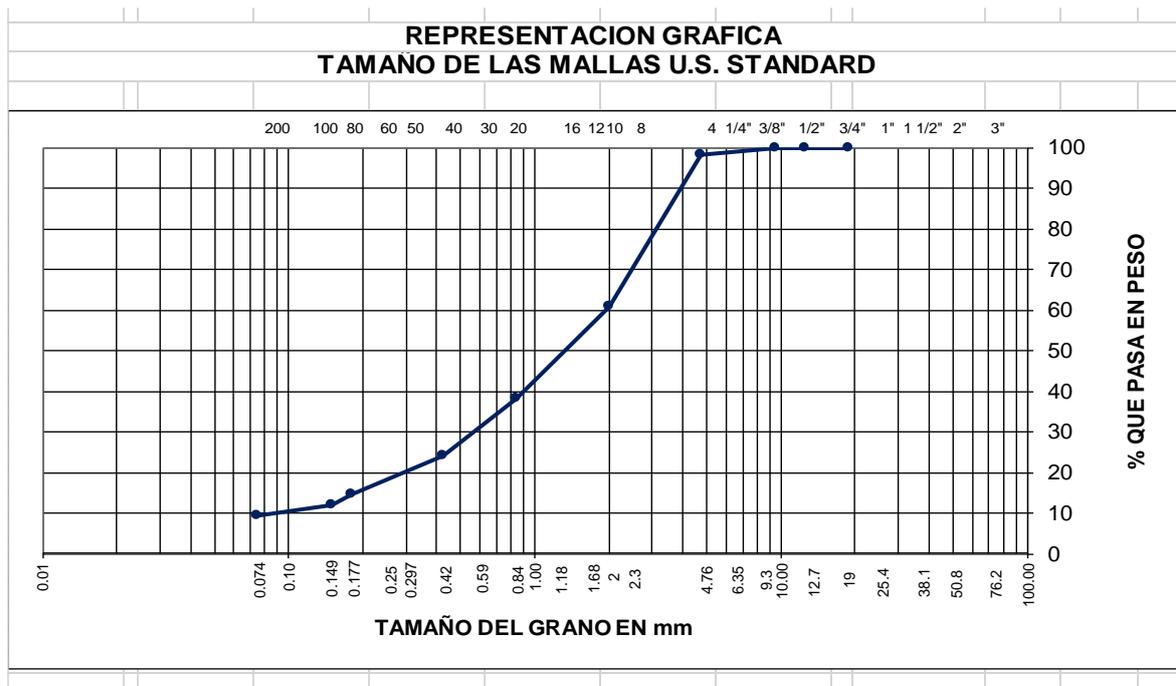
Tabla 10 Análisis Granulometría De Piedra Chancada De arena chancada

Descripción	PESO INICIAL:	847 Grs
		Proporción de agregados
Grava		1.90%
Arena		98.10%
Fino		0.00%
W natural		1.26%

Elaboración: propia

Interpretación: Como se puede ver se tiene grava de 1.90%, arena 98.10%, fino 0.00% y W natural de 1.26% cumpliendo con los parámetros del MTC.

Figura 9 Análisis Granulométrica De Arena Chancada



Fuente: Elaboración propia

Arena Zarandeada Natural

Es la arena zarandeado natural combinado, se realizan el siguiente ensayo correspondiente generando un análisis granulométrico y poder evaluar. Se muestra en la siguiente figura 10.

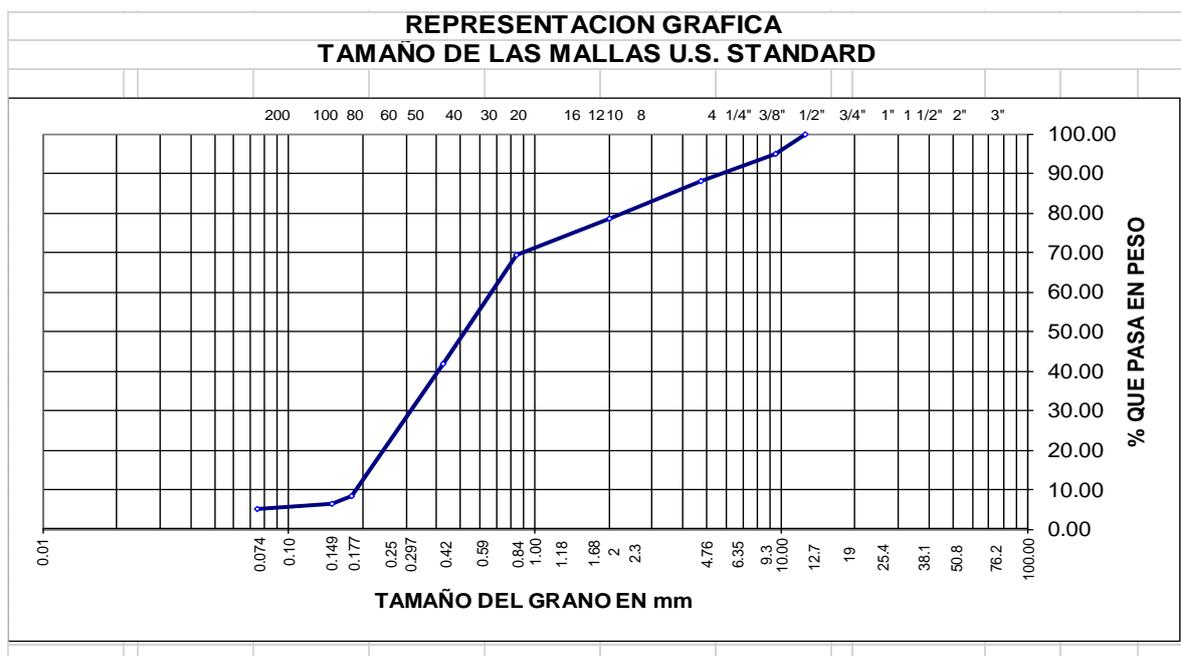
Tabla 11 Análisis Granulométrico de Arena Natural

Descripción	PESO INICIAL: 1505 Grs
Proporción de agregados	
Grava	12.00%
Arena	88.00%
Fino	0.00%
W natural	5.11%

Fuente: Elaboración Propia

El peso total de la muestra es de 1505 gr y está dividido en los siguientes porcentajes grava 12.00%, arena 88.00%, fino 0.00%, w natural 5.11%.

Figura 10 Análisis Granulométrico De Arena Natural



Elaboración: Propia

FILLER Y CAL

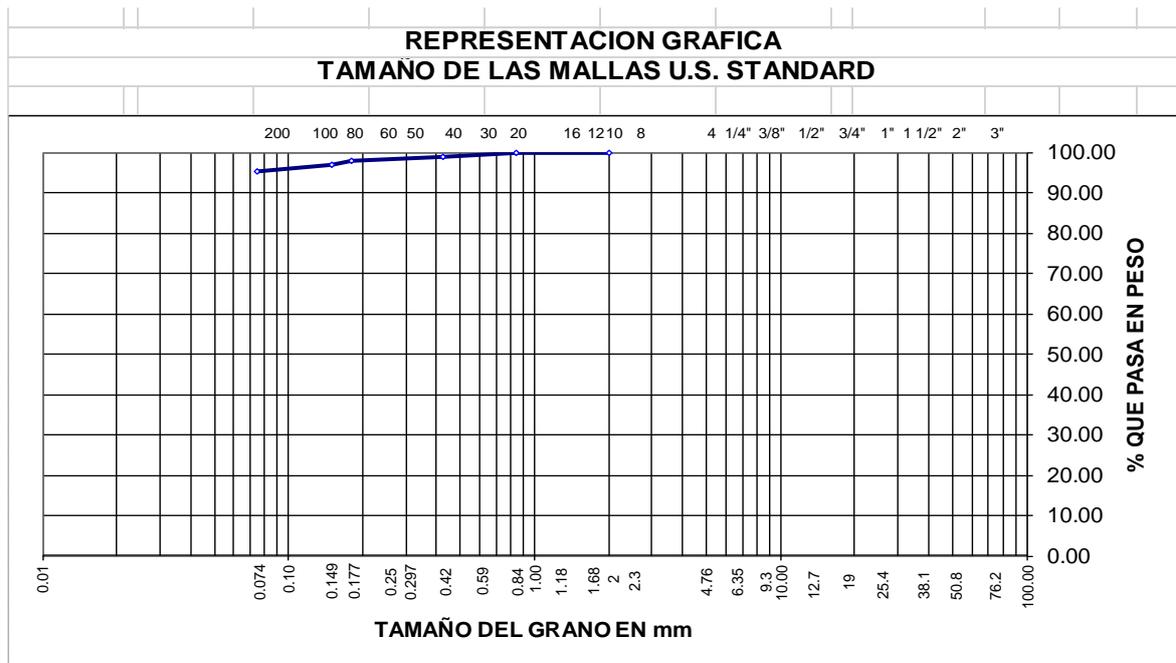
La función de filler y cal es cumplir de rellenar los volúmenes de huecos existentes un una vez compactado el testigo y en función de la granulometría y forma de las partículas de mayor tamaño. Se muestra en la siguiente figura 11.

Tabla 12 Análisis Granulométrico de Cal

Descripción	PESO INICIAL:	506 Grs
Proporción de agregados		
Grava		0.00%
Arena		100.00%
Fino		0.00%
W natural		0.00%

El peso total de la muestra es de 506 gr y está dividido en los siguientes porcentajes grava 0.00%, arena 100%, fino 0.00%, w natural 0.00%.

Figura 11 Análisis Granulométrico De Filler



Fuente: Elaboración Propia

Resultados Del Diseño De Mezclas De Agregados

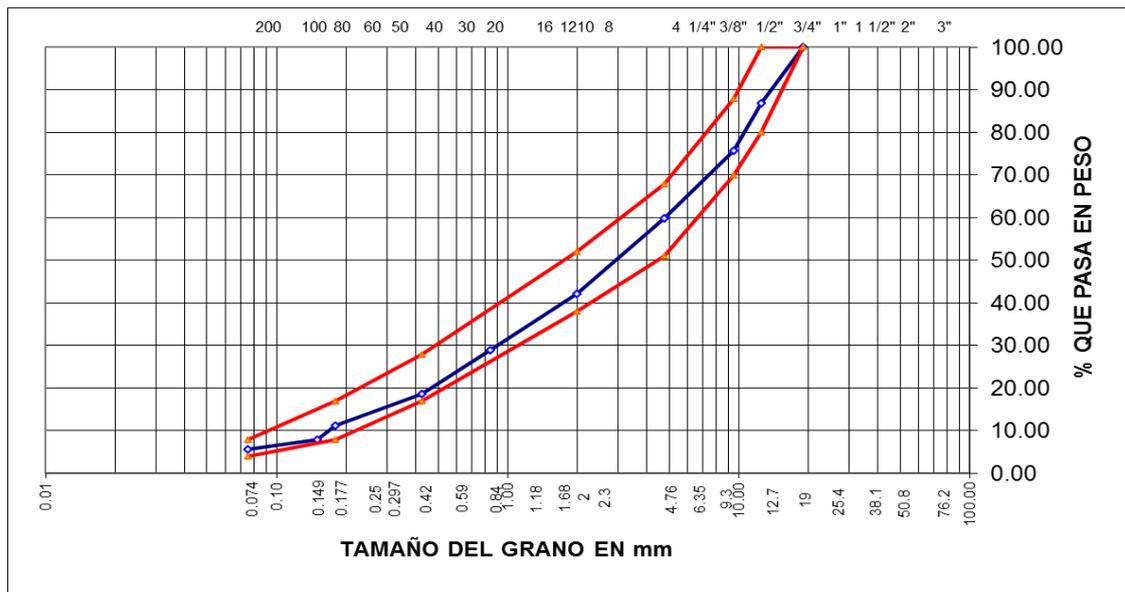
Para los resultados de mezcla de los áridos o agregados grueso y finos, Se basaron a la norma del MTC (EG-2015) se encuentra vigente, lo cual se diseñó la granulometría de los áridos pasantes de los tamices de una 1pul a la malla N° 200 de la cantera maravillas de la ciudad de Juliaca. Se observa en la siguiente tabla 13, Los ensayos realizados se encuentra en los anexos firmado por especialista del laboratorio.

Tabla 13 Diseño del Análisis Granulométrico

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO							DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
(ASTM D-422)									
Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa 100	Especificaciones			
3"	75.000	PIEDRA	ARENA	ARENA			Peso inicial	: 4000	Grs
2 1/2"	63.000	CHANC.	CHANC.	NATURAL	FILLER		Peso fracción	:	Grs
2"	50.000						Grava	: 39.10	%
1 1/2"	37.500	35%	35.0%	28.0%	2.0%		Arena	: 54.20	%
1"	25.000						Fino	: 5.70	%
3/4"	19.000				100.00	100 - 100	W natural	:	%
1/2"	12.500	526.00	13.20	13.20	86.80	80 - 100			
3/8"	9.500	442.00	11.10	24.30	75.70	70 - 88	LIMITES DE CONSISTENCIA		
No.04	4.750	592.00	14.80	39.10	59.90	51 - 68	L.L.	:	%
No.10	2.000	753.00	18.80	57.90	42.10	38 - 52	L.P.	:	%
No.20	0.840	523.00	13.10	71.00	29.00		I.P.	:	%
No.40	0.425	412.00	10.30	81.30	18.70	17 - 28	CLASIFICACION		
No.80	0.180	302.00	7.60	88.90	11.10	8 - 17			
No.100	0.150	122.00	3.10	92.00	8.00				
No.200	0.075	92.00	2.30	94.30	5.70	4 - 8	SUCS	:	
<No.200		236.00	5.70	100.00			AASHTO	:	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 12 Representación Gráfica Tamaño De Las Mallas U.S Standard



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: tenemos Resultado sobre la granulométrica de los áridos (piedra de media, arena chancada, y filler o arena natural, con porcentajes de 35%, 35%, 28% y 2% están dentro de los parámetros establecidos por la norma MTC se encuentra en la tabla N°5 (mínimas y máximas), estableciendo gradación para mezcla asfáltica en caliente para el diseño MAC-2.

Partículas Chatas Y Alargadas

Para la determinación del porcentaje de partículas chatas, cantidad de muestra de agregado grueso o áridos que contiene partículas fracturadas. Ver en la tabla (14).

Tabla 14 Resultados de Partículas y Chatas y Alargadas

RESULTADOS DE PARTICULAS Y CHATAS Y ALARGADAS				
DESCRIPCION	NORMA	UNIDADES	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS
Partículas Chatas y Alargadas	MTC E221, ASTM D 4791	%	10% MAXIMO	7.64%
Partículas de 01 de Cara Fracturada	MTC E221, ASTM D 4792	%	90/70	84.19%
Partículas de 02 Caras Fracturadas	MTC E221, ASTM D 4793	%	90/70	72.21%

Fuente: Elaboración Propia

El porcentaje de partículas y chatas alargadas el promedio es 7.64%, partículas de 01 de cara fracturada es 84.19%, partículas de 02 caras fracturadas de 72.21% cumpliendo con los parámetros de las normas (ASTM D 4791, MTC E 221,).

Gravedad Específica Y Absorción:

Es la relación de la masa del agregado respecto a la masa de un volumen de agua igual al volumen del agregado. y la absorción es el incremento en la masa de un agregado seco, cuando es sometido a ser sumergido en agua durante 24 horas a temperatura ambiente. Ver en la tabla(15).

Tabla 15 Gravedad Especifica

RESULTADOS GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION			
DESCRIPCION	NORMA	UNIDADES	RESULTADOS
Agregado Grueso	ASTM C-128	%	1.60%
Agregado Fino Chancado	ASTM C-128	%	2.30%
Agregado Natural	ASTM C-128	%	2.25%

Fuente: Elaboración Propia

El agregado grueso es 1.60%, Agregado fino chancado es 2.4%, Agregado natural es 2.25% cumpliendo con los parámetros de la norma (ASTM C 128). Los ensayos firmados y certificados están en anexos.

Equivalente de Arena

Se realizó el ensayo equivalente de arena. Se puede detallar un valor mínimo del equivalente de arena para limitar la cantidad permisible de finos arcillosos en los agregados. Se muestra en la tabla de N°16

Tabla 16 equivalente de arena

RESULTADOS DE EQUIVALENTE DE ARENA				
DESCRIPCION	NORMA	UNIDADES	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS
Arena Chancada	ASTM D 2419	%	70% (para altitud > 3000 m.s.n.m)	84.20%
Arena Zarandeada Natural	ASTM D 2419	%	70% (para altitud > 3000 m.s.n.m)	72.50%

Fuente: Elaboración Propia

Los ensayos realizados de equivalente de arena, arena chancada es 84.20%, arena zarandeada natural 72.50%, cumpliendo con los parámetros de la norma (ASTM D 2419). Los ensayos firmados y certificados están en anexos.

Desgaste de Abrasión

Se realizó el siguiente ensayo de (áridos) de tamaños menores que 37,5 mm (1 ½") para determinar degradación utilizando la Máquina de Los Ángeles para tener como resultado la resistencia. Ver en la tabla N°17

Tabla 17 Desgaste de Abrasión

RESULTADOS DESGASTE DE ABRASION				
DESCRIPCION	NORMA	UNIDADES	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS
% de Desgaste por Abrasión	ASTM C131, MTC E 207	%	35%max (para altitud > 3000 m.s.n.m)	26.39%

Fuente: Elaboración Propia

Resultado del ensayo realizado de desgaste de abrasión de agregados, 26.39%, cumpliendo con los parámetros de la norma (ASTM C 131 – MTC E 207). Los ensayos firmados y certificados están en anexos.

Durabilidad:

Este método describe el procedimiento a seguir para determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por la acción de soluciones de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. Ver en la tabla N°18

Tabla 18 Ensayo De Durabilidad

RESULTADOS ENSAYO DE DURABILIDAD				
DESCRIPCION	NORMA	UNIDADES	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS
Piedra Chancada de 1/2"	ASTM C-88	%	15%max (para altitud > 3000 m.s.n.m)	7.97%
Arena Chancada	ASTM C-88	%	15%max (para altitud > 3000 m.s.n.m)	8.19%
Arena Zarandeada Natural	ASTM C-88	%	15%max (para altitud > 3000 m.s.n.m)	8.87%

Fuente: Elaboración Propia

Resultado del ensayo realizado durabilidad, Piedra chancada 7.97%, Arena Chancada 8.19%, Arena Zarandeada Natural 8.87%. cumpliendo con los

parámetros de la norma (ASTM C-88). Los ensayos firmados y certificados están en anexos.

Evaluación del convencional: PEN 60-70

Tabla 19 Calidad de Asfalto Convencional

ASFALTO MODIFICADO FIBRAS DE CAUCHO				
ENSAYO	NORMA	UNIDADES	ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	MTC E 304	dmm	60-70	68
Punto de inflamación	MTC E 312	°C	232	285
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306	cm	100	150
Punto de ablandamiento	MTC E 307	°C	60	70
Recuperación elástica a 25°C	ASTM D-6084	%	60	84
Viscosidad Absoluta 60°C	ASTM D-2170	cSt	5000	7750
Viscosidad Cinemática 100°C	ASTM D-2170	Po	3000 máx.	1198

Fuente: Elaboración Propia

Se encuentran dentro de los parámetros establecidos del MTC

Tabla 20 Recuperación Elástica

Ensayo de la Película fina a 163°C, 3, 2 mm, 5h (TFOT)				
Recuperación elástica a 25°C	ASTM D-6084	%	60	82
Penetración 4°C, 200 g, 60 s	MTC E 304	dmm	13	20

Fuente: Elaboración Propia

Paso 1: pesamos los agregados, piedra chancada de ½, arena chancada de ¼, arena natural, cal, asfalto.

Figura 13 Peso Piedra Chancada de ½, Arena Natural



Fuente: Propia

Figura 14 Peso de Filler



Fuente: Propia

Paso 2: Luego de pesar los piedra chancada de ½ , arena chancada , arena natural , cal , pen 120- 150 se calienta a una temperatura de asfalto convencional. En total 1200 gr.

Figura 15 Calentar los Agregados piedra de 1/2 , Arena Natural, Arena Chancada y Filler



Fuente: Propia

Preparación de asfalto 120-150: Se calentó el asfalto a una temperatura de 140 °C máximo la cantidad suficiente de 17 testigos, que se trabajó con 15 testigos con porcentajes diferentes como 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 3.0%.

Figura 16 Preparación de Mezcla



Fuente: Propia

Paso 3: Ensayo del Método Marshall: El siguiente método fue normalizado por ASTM D-1559, designado resistencia al flujo plástico de mezcla de pen 120-150 usando el equipo Marshall.

Objetivo principal del método es calcular el porcentaje óptimo de asfalto y determinar las propiedades físicas y mecánicas.

Molde de compactación: Consta de una base plana de metálica, y collarines metálico tipo cilíndrico el envase es tiene, un DI 4" y altura de 3"

Figura 17 Moldes de Compactación



Fuente: Propia

Se realizaron los testigos para cada porcentaje de fibra de caucho y realizaron uno setenta y cinco golpes de desplome libre por cada una de las cara de compactación del testigo.

Figura 18 Martillo de Compactación



Fuente: Propia

Extractor de Probetas: Sirve para realizar la extraer los testigos de asfalto en esta formado con un disco con diámetro de 3.95 pul.

Figura 19 Extractor de Testigos



Fuente: Propia

Una vez extraído los testigos se etiquetan los testigos y se hace la enumeración de los testigos y se elaboraron 10 testigos como se muestra en la figura N°2.0

Figura 20 Testigos con Diferentes % de Fibras de Caucho



Fuente: Propia

Una vez extraído los testigos de las muestras, cada testigo compactado se someterá a los siguientes ensayos.

- Hallar el p.e.
- E.Y F
- Análisis de densidad y vacíos

Estabilidad y Flujo

Los testigos con diferentes porcentajes de asfalto y fibras de caucho se tomará 3 tipos de pesos que a continuación me muestra:

- **Peso del testigo al aire:** pesar los testigos una vez que se desmolde y anotar los respectivos pesos.

Figura 21 Peso de testigo



Fuente: Propia

- **Peso saturado.** Consiste en sumergir los testigos al agua en un tiempo o periodo de 10 minutos, de ahí secarlos con un trapo absorbente y una vez secado hacer el pesado de cada testigo.
- **Peso del testigo sumergido:** viene hacer el peso del testigo sumergido en un baldé de agua lleno después de colocar el testigo dejar un momento para que se estabilice el peso y dar lectura.

Figura 22 Peso Sumergido de Testigo



Fuente: Propia

Previo al ensayo, los testigos se someten al ensayo de baño maría que tendrá la temperatura de 40° aproximadamente en un tiempo de 30 a 40 min.

Figura 24 Baño María



Figura 23 Testigos en el Baño María



Fuente: Propia

Una vez culminado los 30 minutos de baño maría se saca y se seca trapo y luego se coloca en la mordaza para luego aplicar será sometida a una carga constante hasta que se tenga la fractura del testigo y la rotura se precisa la carga máxima sometida al testigo obtenido, la rotura la muestra debe estar a una temperatura de 60°C y se toma el valor de ESTABILIDAD MARSHALL. Ver en la tabla N°(21)

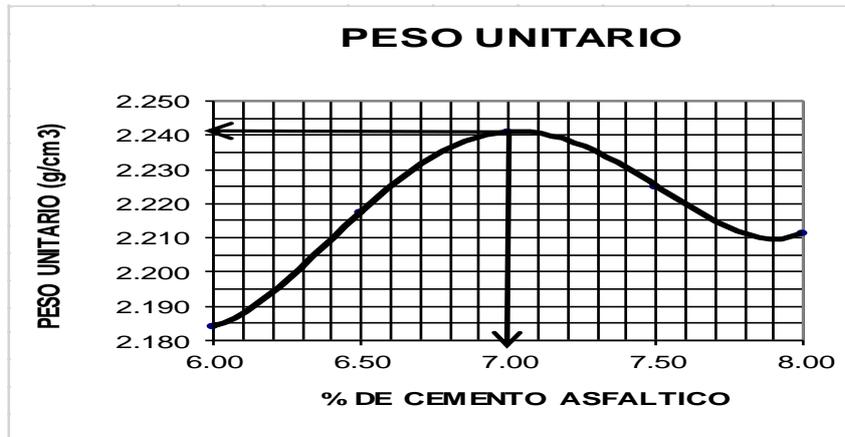
Tabla 21 Ensayo Marshall

ENSAYO MARSHALL (ASTM D-1559, MTC E 504)						
NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		32.90			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		32.90			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		26.32			
5	% filler		1.88			
6	Peso Específico del C.A.		1.02			
7	Peso Específico del Agregado Grueso		2.500			
8	Peso Específico de Gravilla Chancada		2.483			
9	Peso Específico de la Arena natural		2.488			
10	Peso Específico de filler		2.220			
11	Altura promedio de la Briqueta	6.80	6.70	6.80		
12	Peso de la Briqueta al Aire	1191	1194	1193		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire	1193	1196	1195		
14	Peso de la Briqueta al agua	645.8	646.4	647.6		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	545.20	547.60	545.40		
16	Peso Unitario	2.185	2.180	2.187	2.184	
17	Peso específico máximo ASTM 2041 (RICE)	2.329	2.329	2.329		
18	% Vacios	6.20	6.40	6.10	6.233	3.0 - 5.0
19	Relación Filler/Betún		0.95		0.950	0.60 - 1.30
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	1078	1082	1128		
21	Factor de Estabilidad	0.93	0.93	0.93		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	1003	1006	1049	1019	Min. 815
23	Flujo (mm)	2.89	2.75	2.84	2.827	2.0 - 4.0
24	Peso Efectivo de los agregados	2.537	2.537	2.537		
25	Peso Específico Bulk de los agregados	2.485	2.485	2.485		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	0.841	0.841	0.841		
27	Contenido Asfalto Efectivo	5.21	5.21	5.21		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	17.366	17.521	17.258	17.382	Min. 14
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	64.298	63.472	64.654	64.141	Min. 75
30	Relación E / F (Kg/mm)	3469	3659	3694	3607.3	1700-4000

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la tabla N°21 que tenemos los siguientes datos mediante el ensayo Marshall, 7.0% se consiguió por el método Marshall, flujo estabilidad vacíos y el índice de rigidez. Se expresan en gráficos los resultados obtenidos, porcentaje de asfalto óptimo en la mezcla.

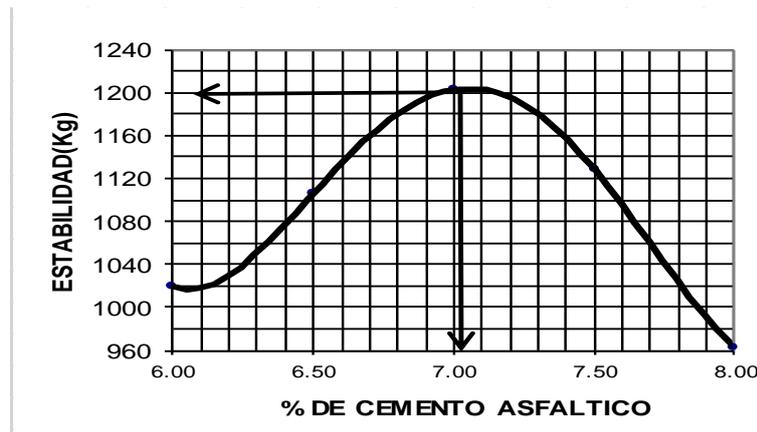
Figura 25 % de Cemento Asfaltico vs Peso Unitario



Fuente: Elaboración Propia

Como se ver en la figura, como peso unitario, de la mezcla tradicional es de 2.241 g/cm² con 7.0% de porcentaje de asfalto según el ensayo realizado en el laboratorio.

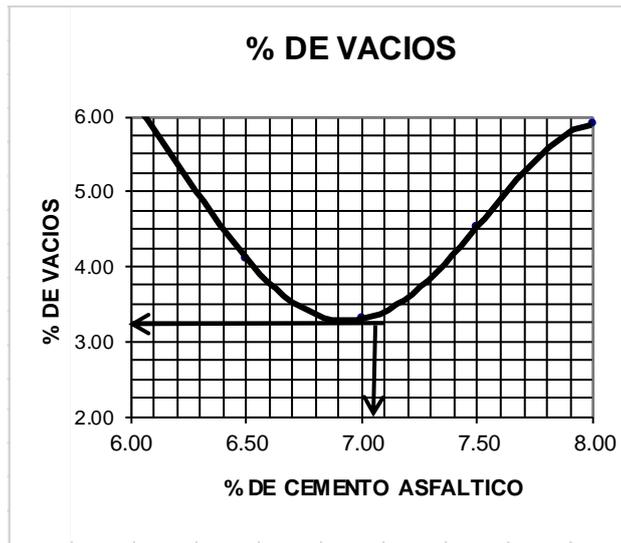
Figura 26 % Cemento Asfaltico vs Estabilidad



Fuente: Elaboración Propia

Según el resultado como se puede observar en la figura N° 12 los resultados de la estabilidad, mezcla tradicional es de 1203 kg cumpliendo parámetro MTC E 504, con el 7% de asfalto.

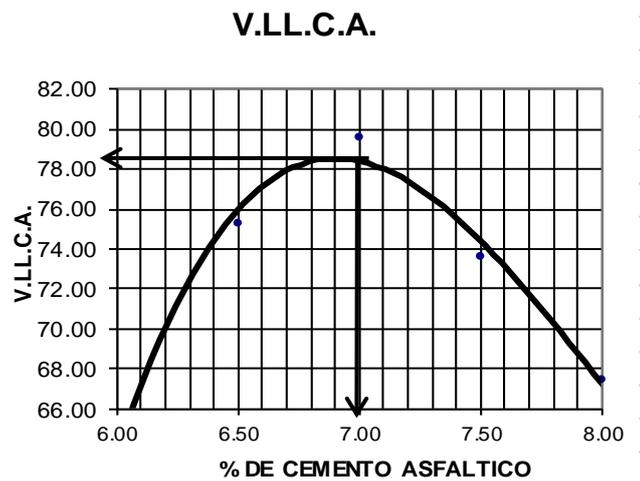
Figura 27 % cemento asfáltico vs vacíos



Fuente: Elaboración Propia

El % de vacíos obtenida en el ensayo realizado de la mezcla convencional es con 3.3%, cumpliendo con los parámetros de la norma (MTC E 504), con un 7.0% con asfalto.

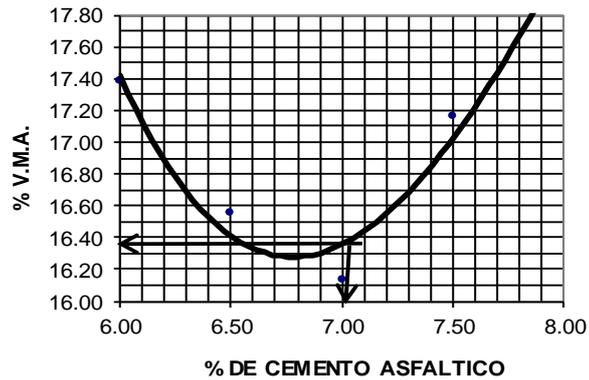
Figura 28 % Cemento Asfáltico vs Vacíos Llenos con C.A.



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver en la figura N°28, cemento asfáltico son los vacíos llenos son de 79.54%, cumpliendo con los parámetros d la norma (MTC E 504), con un 7% de asfalto

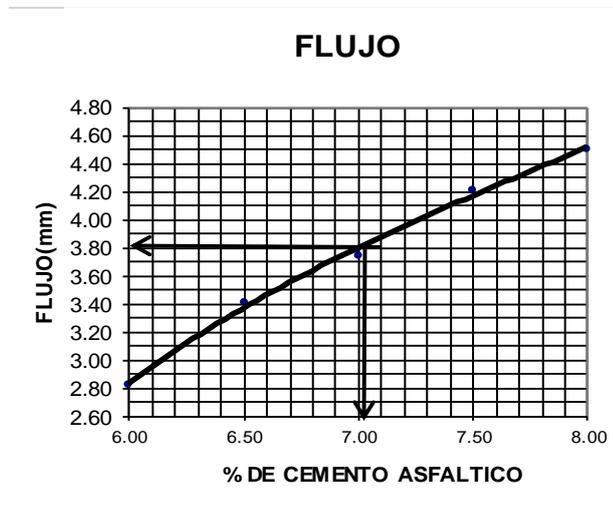
Figura 29 % cemento asfáltico vs V.M.A



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver en la figura N° 29, el vacío del agregado mineral se tiene como resultado un 16.134% con 7.0% de asfalto

Figura 30 % de cemento asfáltico vs flujo



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver la figura N°30 nos dice que el flujo de la mezcla tradicional se tiene 3.737mm, cumpliendo con los parámetros de la norma del (MTC E 504), con un óptimo de 7% de asfalto.

Diseño de mezcla modificado con fibras de caucho:

En la mezcla de asfalto modificado con fibras de caucho se realizó con los siguientes porcentajes de fibras de caucho 0.5%,1.0%,1.5%,2.0%,3.0%. Y con un porcentaje de asfalto de 7.00% lo cual se observa en la siguiente tabla.(22).

Tabla 22 Mezcla Incorporando Fibras de Caucho

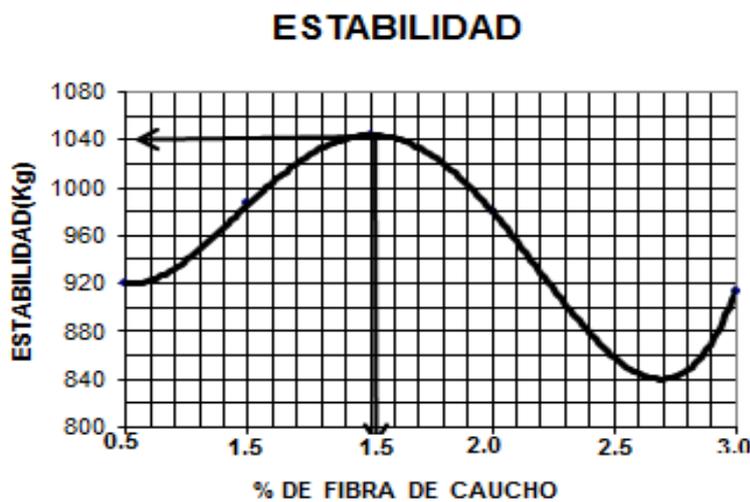
Diseño de mezcla asfáltica con fibra de caucho															
FIBRA VIDRIO	0.5%	0.5%	0.5%	1.0%	1.0%	1.0%	1.5%	1.5%	1.5%	2.0%	2.0%	2.0%	3.0%	3.0%	3.0%
PERO AL AIRE	1176	1182	1186	1185	1171	1185	1191	1193	1184	1199	1187	1192	1163	1211	1205
PESO EN AGUA	647	651	652	648	642	650	643	645	640	639	634	635	595	618	617
VOLUMEN	529	531	534	537	529	535	548	548	544	560	553	557	568	593	588
DENSIDAD (g/cm3)	2.223	2.226	2.221	2.207	2.214	2.215	2.173	2.177	2.176	2.141	2.146	2.140	2.048	2.042	2.049
PROMEDIO		2.225			2.210			2.175			2.144			2.045	
ESTABILIDAD (Kg)	951	884	924	1012	1023	924	1021	1048	1062	984	954	1003	894	914	934
FLUENCIA (mm)	4.2	4	3.9	3.8	3.7	3.6	3.6	3.6	3.5	3.4	3.5	3.4	3.4	3.5	3.4
PROM. ESTAB. (Kg)		920			986			1044			980			914	
PROM. FLUENCIA (mm)		4.03			3.70			3.57			3.43			3.43	

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver en la tabla N° 22 se obtuvieron los siguientes resultados del método Marshall de la mezcla modificada, con diferentes porcentajes de fibra de caucho, el porcentaje de asfalto adicionado es de 7.0%, El porcentaje óptimo de fibras de caucho es de 1.5% como se muestra en la tabla N° (22), se tiene los siguientes resultados de, flujo, la estabilidad, vacíos Se observará en los gráficos la fibra de caucho.

Primer Objetivo específico: Evaluar cómo interviene la incorporación de fibras de caucho en la resistencia de las mezclas asfálticas en caliente San Román - Juliaca – 2021

Figura 31 Estabilidad vs % de Fibra de Caucho

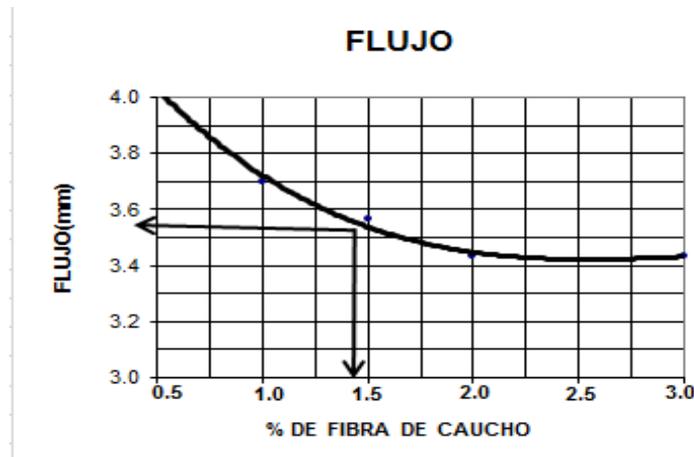


Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la figura N° (31), la estabilidad sube con el contenido de fibra de caucho del 1.0% y 1.5% haciendo que la resistencia aumente, pasando el 1.5% se puede visualizar en la figura que se tiene una disminución de estabilidad decae la viscosidad el contenido óptimo de fibra de caucho es de 1.5% para una mezcla de 1040 kg. Esta dentro de la *norma*.

Segundo Objetivo específico: Analizar cómo influyen la incorporación de fibras de caucho en la trabajabilidad de mezclas asfálticas en caliente San Román - Juliaca - 2021

Figura 32 Flujo vs % de Fibra de Caucho

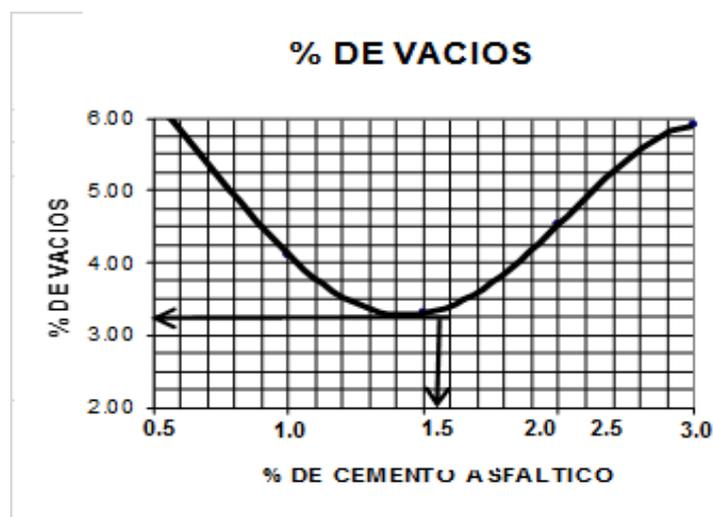


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Como se puede apreciar en la figura N° (32), al aumentar la fibra de caucho disminuye el flujo pasando el 1.5%, estableciendo el contenido óptimo de 1.5% de fibra de caucho con un flujo de 3.6 mm y es trabajabilidad hasta un 1.5% de fibra de caucho.

Tercer Objetivo específico: Demostrar cómo contribuye la incorporación de fibras de caucho en los vacíos de las mezclas asfálticas en caliente -San Román - Juliaca – 2021.

Figura 33 % de Vacíos vs % de Fibra de Caucho



Interpretación: Como se puede apreciar en la figura N° (33), tenemos un rango de acuerdo a la norma es de 3%-5% del porcentaje de vacíos lo cual demuestra la figura que tenemos un resultado de vacíos 3.37%, cumpliendo los parámetros especificado, por la norma, lo que se busca s tener un mejor compactación con el tráfico y dar fluidez durante la compactación.

V. DISCUSIÓN

En el presente proyecto de investigación se obtuvieron los siguientes resultados durante esta investigación, se podría decir que la hipótesis planteada mejora el comportamiento mecánico de mezcla asfáltica en el inicio de esta investigación que está establecido para fibras de caucho, que tiene una influencia significativa al incorporar a la mezcla asfáltica en caliente por siguientes porcentajes al 0.5%,1.0%, 1.5%,2.0% y 3.0%, y el porcentaje óptimo es del 1.5% es donde la estabilidad aumenta y se mantiene firme según los parámetros establecidos por la norma del MTC. Esta investigación tiene relación de resultados con las siguientes investigaciones:

En el trabajo de investigación de **Farfán Canchis y Romero Dextre, (2019)**, en este proyecto se realizó 12 briquetas convencional, 12 briquetas caucho reciclado granular en porcentajes de 0.5%, 1.0%, 1.5%, para más adelante comparar con la mezcla convencional, en sus resultados obtenidos se puede observar que el 1.5% es el óptimo que cumple con la norma del MTC y mejora la estabilidad y flujo y en comparación con mi trabajo de investigación se realizó 2 testigos convencional y 17 testigos incorporando fibra de caucho, con los siguientes porcentajes de 0.5%,1.0%,1.5%,2.0% y 3.0%. De fibras de caucho según mis resultados se aprecia que el 1.5% es el óptimo, que aumenta la estabilidad y flujo y se podría concluir en mi trabajo de investigación hay una mejora en la incorporación de fibras de caucho.

En la investigación de **Salazar Pucllas, (2019)**, esta investigación tiene como finalidad de mejorar las propiedades mecánicas, este trabajo realizó en total de 7 briquetas, con 01 diseño patrón que viene hacer el diseño de mezclas en calientes convencional, 06 briquetas incorporando caucho reciclado de 2.5%, 3.5% y 4.5%, en la cual se identificó el óptimo de cemento asfáltico de 4.5%, el óptimo de 4.5% de caucho, por la cantidad preciso que la incorporación de aumenta la resistencia, estabilidad y mejora el flujo y en comparación con mi investigación tiene la misma finalidad de mejorar las propiedades mecánicas de diseño de mezclas MAC-2 que consta con un total de 17 testigos los cuales 2 de asfalto tradicional, y las siguientes son de 15 testigos incorporando fibras de caucho con los siguientes

porcentajes de 0.5%,1.0%.1.5%.2.0% y 3.0% y lo cual se identificó el óptimo de cemento asfáltico de 7.0% y el óptimo de diseño de mezcla asfáltica en caliente incorporando fibras de caucho es de 1.5% lo cual tiene una mejora en su estabilidad y flujo de acuerdo al ensayo Marshall. Se podría concluir que mi trabajo de investigación hay una mejora en la durabilidad y resistencia al incorporar fibras de caucho.

De acuerdo con **Aimacaña Iza, (2017)**, tiene como objetivo determinar el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas en este proyecto se realizó 60 briquetas, los cuales 3 briquetas convencional y 57 briquetas con la incorporación de polímero P.E triturado en los porcentajes de 1%, 2%, 3% , tiene como óptimo de 6.5% cemento asfáltico con una estabilidad de 5500kg y el óptimo porcentaje de incorporación de polímero (polietileno P.E) es de 1% y con estabilidad de 4600 kg , con un 60 % de agregado grueso , 39% agregado fino .y llegar a unos resultados positivos de mejora en la estabilidad , flujo y vacíos por el Ensayo Marshall , en comparación con mi investigación tiene la misma finalidad de comportamiento de las propiedades mecánicas de diseño de mezclas MAC-2 que consta con un total de 17 testigos los cuales 2 d asfalto tradicional , y las siguientes son de 15 testigos incorporando fibras de caucho con los siguientes porcentajes de 0.5%,1.0%.1.5%.2.0% y 3.0% y lo cual se identificó el óptimo de cemento asfáltico de 7.0% y con una estabilidad de 1203 kg , el óptimo de diseño de mezcla asfáltica en caliente incorporando fibras de caucho es de 1.5% con una estabilidad de 1044 kg, con un 32.55% de piedra chancada , 32.55 % arena chancada y 26.4% arena zarandeada , 2% de filler ,él lo cual tiene una mejora en su estabilidad , flujo y vacíos de acuerdo al ensayo Marshall .Se podría concluir que mi trabajo de investigación hay una mejora de al incorporar fibras de caucho .

De acuerdo **Layton y Mesa Barrio, (2014)**, tiene como finalidad el análisis de propiedades físicas y mecánicas para un diseño (MAC -2) en el proyecto se realizaron se realizaron 2 briquetas de asfalto convencional , 49 briquetas con la adición de caucho de suelo militar al 75% y 49 con la adición de cuero militar al 25% con cada muestra con la distribución de entre cemento asfáltico con los siguientes porcentajes de 4% , 4.5%, 5% , 5.5%. 6%, con la adición de acuerdo

militar de 25% es más óptimo y tiene una mejora en la estabilidad , flujo y densidad en comparación con mi trabajo de investigación se tiene las misma finalidad de la mejora del comportamiento mecánica para un diseño de (MAC-2) en mi proyecto se realizaron 17 briquetas con un peso aproximado de 1200 gr, se realizaron 2 testigos de mezcla convencional y 15 testigos incorporado fibras de caucho en distinto porcentajes de 0.5% , 1.0% , 1.5%, 2.0%, 3.0% y óptimo de porcentajes es de 1.5% con la incorporación de fibra de caucho y mejora la estabilidad, flujo densidad, en mi trabajo de investigación hay una mejora al incorporar fibra de caucho.

VI. CONCLUSIONES

objetivo general, tenemos: Determinar de qué manera la incorporación de fibras de caucho mejora el comportamiento Mecánico de mezclas asfálticas en caliente San Román - Juliaca -2021.

1. De acuerdo a los ensayos realizados en el laboratorio, la incorporación de fibras de caucho mejora el comportamiento mecánico, aplicando el siguiente porcentaje de 1.5%. de fibras de caucho, obteniendo como resultados de estabilidad de 1044 kg, densidad 2.175 g/cm³, flujo 3.57mm, están dentro de los parámetros del (ASTM D- 1559), como se puede ver en la tabla N° (22) que la fibra de caucho tiene una mejora en el comportamiento en la estabilidad, densidad y flujo.

objetivos específicos Evaluar como interviene la incorporación de fibras de caucho en la resistencia de las mezclas asfálticas en caliente San Román - Juliaca – 2021.

2. Con respecto a la evaluación de resistencia de la mezcla asfálticas con la incorporación de fibras de caucho que el 1.5% es donde se tiene mejor estabilidad con 1044 kg, y que este diseño ayudara en la disminución del deterioro de los pavimentos flexibles.

Determinar cómo influyen la incorporación de fibras de caucho en la trabajabilidad de mezclas asfálticas en caliente San Román - Juliaca – 2021.

3. Con respecto a la influencia de la incorporación de fibras de caucho en la trabajabilidad en la mezcla asfáltica, según los resultados obtenidos en el laboratorio, hasta un 1.5% de incorporación de fibra de caucho la mezcla es trabajable, pasando ese porcentaje la mezcla no es trabajable porque disminuí la estabilidad y flujo.

Determinar cómo contribuye la incorporación de fibras de caucho en los vacíos de las mezclas asfálticas en caliente -San Román - Juliaca – 2021.

4. El porcentaje de vacíos en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente, en el asfalto tradicional tiene como porcentaje de vacíos de 6.23% y con la

incorporación de fibras de caucho en los porcentajes de 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 3.0%, se tiene los siguientes resultados de vacíos 4.10%, 3.30, 4.53%, 5.90%, 5.92%, se confirma que la incorporación de fibras de caucho de 1.5% el porcentaje es menor que el diseño tradicional.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda trabajar con el porcentaje de 1.5% de fibra de caucho para un diseño de mezcla en caliente para tener un comportamiento mecánico ideal y que cumpla con parámetros establecidos en las especificaciones técnicas del EG-2015 establecido por el MTC.
- Se recomienda utilizar la fibra de caucho en mezclas asfálticas caliente ya que se obtuvo resultados positivos en la resistencia, y está dentro de los parámetros establecidos en la norma MTC (ASTM D- 1559)
- Se recomienda para trabajar con el 1.5% la fibra de caucho en la mezcla asfáltica en caliente, se obtuvo resultados positivos en la trabajabilidad en la mezcla.
- Se recomienda que el porcentaje de vacíos de mezcla asfáltica en caliente modificada con fibras de caucho sean menor del 1.5% respecto al asfalto modificado para tener unos mejores resultados de vacíos.

REFERENCIAS

- AIMACAÑA IZA, J. C. (2017). *ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO A COMPRESIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS A BASE DE POLÍMEROS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES TRADICIONALES*. Obtenido de Repositorio tecnica de Ambato de Ecuador: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25265>
- CASTRO MARIÑO , J. E. (2017). *EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE UNA MEZCLA ASFALTICA TIBIA MDC-19 UTILIZANDO ADITIVOS MODIFICADOS DE VISCOSIDAD*. Obtenido de Repositorio Universidad Catolica de Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16057/1/Evaluacion%20de%20la%20capacidad%20estructural%20de%20una%20mezcla%20tibia.pdf>
- Ortiz Hernández, E. H., Ortiz Moncayo, E. H., & Lucia Macías Sánchez, L. K. (2014). *COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CONVENCIONAL Y ELUSO DE POLÍMEROS EN LA CARRETERA TOSAGUA*. *Repositorio Universidad Tecnica de Manabi*.
- Romero , F. P., Bonifaz García, H., & Revelo Corella, M. (2014). *Diseño de Mezclas Asfálticas en Caliente Modificadas con Elastómero (caucho) y Tereftalato de Polietileno reciclados con Ligante Asfáltico AC-20*. *Repositorio Dspace*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/9735/AC-%20C-ESPE-048139.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ardila Layton, J. F., & Mesa Barrio, Y. (2014). *Análisis de propiedades físicas, mecánicas y comportamiento de una mezcla densa en caliente tipo 2 (MDC-2) modificada con aditivos caucho 75% y cuero 25%*. Obtenido de

Repositorio Universidad de Colombia:
<http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/86988>

Condori Tello, E. S., & Lonazco Mendoza, E. P. (2019). *Diseño de mezcla asfáltica incorporando grano de caucho para mejorar propiedades mecánicas, método vía seca en la avenida Polonia 2019*. Obtenido de Repositorio Cesar Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49410>

Farfan Canchis, D. M., & Romero Dextre, Z. M. (2019). *Propiedades Mecánicas del Asfalto en caliente adicionando 1.5% de Caucho*. Obtenido de Repositorio Cesar Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45919?locale-attribute=es>

Herrera Ramos, A. M., & Herrera Montenegro, D. M. (2015). *Análisis monotónico de mezclas densas en caliente con asfalto 80 - 100 modificado al 100% de caucho de bota militar*. Obtenido de Repositorio Universidad Católica de Colombia: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/88606>

Salazar Pucllas, S. S. (2019). *Incorporación de caucho reciclado en las mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en la Ciudad de Lima, Perú 2019*. Obtenido de Repositorio Cesar Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46143>

ZAMBRANO , B. A. (2018). *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL ASFALTO*. Obtenido de Repositorio UANCV: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2974>

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Anexo 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

"Análisis del Comportamiento Mecánico de Mezclas Asfálticas en Caliente Incorporando Fibras de Caucho - San Román - Juliaca ,2021"						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METOLOGIA
			Variable Dependiente: Comportamiento Mecánico de mezclas asfálticas en caliente			
<p>Problema general:</p> <p>¿De qué manera la incorporación de fibras de caucho mejorara el comportamiento Mecánico de mezclas asfálticas en caliente san Román - Juliaca -2021?</p> <p>Problemas específicos:</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Evaluar de qué manera la incorporación de fibras de caucho mejora el comportamiento Mecánico de mezclas asfálticas en caliente san Román - Juliaca -2021?</p> <p>Objetivos específicos:</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La incorporación de fibras de caucho mejora el comportamiento Mecánico de mezclas asfálticas en caliente san Román - Juliaca -2021.</p> <p>Hipótesis específicas:</p>	Ensayo los Ángeles	Partículas chatas alargadas 1 caras fracturada 2 caras fracturadas	Ensayo los Ángeles ASTM(C131) , MTC E 207	<p>Método:</p> <p>Método científico Tipo aplicada enfoque cuantitativo diseño: Experimental</p> <p>Población</p> <p>Testigos de mezclas Asfálticas .</p> <p>Muestra:</p> <p>17 testigos</p> <p>instrumentos</p>
			Consistencia	penetración Punto de ablandamiento Viscosidad			MTC E 304,MTC E 312, ASTM D 2170
			Propiedades Mecánicas	contenido optimo Granulometría	Análisis Granulométrico ASTM D-422	
			Resistencia	Flujo Estabilidad	Ensayo Marshall ASTM D-1559 , MTC E504	
¿De qué manera influirá la incorporación de fibras de caucho en la trabajabilidad de mezclas asfálticas en caliente- san Román - Juliaca - 2021?	Determinar cómo influyen la incorporación de fibras de caucho en la trabajabilidad de mezclas asfálticas en caliente san Román - Juliaca - 2021?	La incorporación de fibras de caucho influye de una manera favorable en la trabajabilidad de mezclas asfálticas en caliente san Román - Juliaca - 2021.	Trabajabilidad	Temperatura de mezcla Temperatura de compactación Contenido de Asfalto	Ensayo Marshall ASTM D-1559 , MTC E504	
¿Cómo contribuirá la incorporación de fibras de caucho en los vacíos de las mezclas asfálticas en caliente -san Román - Juliaca - 2021?	Determinar cómo contribuye la incorporación de fibras de caucho en los vacíos de las mezclas asfálticas en caliente -san Román - Juliaca - 2021?	La incorporación de fibras de caucho en los vacíos influye significativamente en las mezclas asfálticas en caliente -san Román - Juliaca - 2021.	Vacíos	vacíos de aire vacíos llenos con cemento asfáltico Vacíos del agregado mineral	Ensayo Marshall ASTM D-1559 , MTC E504	Ensayo Marshall (ASTM D-1559) Técnica: Toma de datos en campo y gabinete.

Elaboración : Propia

ANEXO 2: MATRIZ OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Título: “Análisis del Comportamiento Mecánico de Mezclas Asfálticas en Caliente Incorporando Fibras de Caucho - San Román - Juliaca ,2021”

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: Incorporación Fibras de Caucho	La incorporación fibras de caucho en el asfalto mejora las propiedades físicas y geológicas, en la estructura del asfalto (Armando y Juan,2014,p.36).	La incorporación fibras de caucho al 5%, 10%, 15%, 20% y 30% en mezclas asfálticas en calientes para mejorar el comportamiento mecánico.	Ensayo los Ángeles	Partículas Chatas y Alargadas	RAZON
				1 cara fracturada	
				2 caras fracturadas	
			Consistencia	Penetración	
				Punto de ablandamiento	
				Viscosidad	
Propiedades mecánicas	Contenido optimo				
	Granulometría				
Variable dependiente: Comportamiento mecánico de mezcla asfáltica en caliente	La mezcla asfáltica , combinación comportamiento y reacciones de áridos y cemento asfáltico PEN(60-70) y comprobado en el laboratorio donde se realizan ensayos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo al diseño con el método Marshall (Paredes Matta,2009,p.15).	La variable de mezcla asfáltica en caliente esta conformado por áridos y mezclados a una cierta temperatura , para transmitir cargas ala estructura.	Resistencia	Flujo	RAZON
				Estabilidad	
			Trabajabilidad	Temperatura de mezcla	
				Temperatura de compactación	
				Contenido de asfalto	
			Vacíos	Vacíos de aire	
Vacíos llenos con cemento asfáltico					
Vacíos del agregado mineral					

ANEXO 3: ENSAYOS DE LABORATORIO

**GEOTECNIA PUNO &
INGENIEROS CONSULTORES**

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS**

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN
CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021

CANTERA : MARAVILLAS

TECN. RESPON. : SALOMON JOSE CCALLA SERNA

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 1/2"

ING. RESPON. : ALFREDO ALARCON A.

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO DE LA OBRA

FECHA : 29/05/2021

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(ASTM D-422)**

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						DATOS DE LA MUESTRA:
2"	50.000						Peso inicial : 2206 Grs
1 1/2"	37.500						Peso fracción : Grs
1"	25.000						
3/4"	19.000				100.00		PROPORCION DE AGREGADOS:
1/2"	12.500	1,507.00	68.30	68.30	31.70		Grava : 98.90 %
3/8"	9.500	322.00	14.60	82.90	17.10		Arena : 1.10 %
No. 04	4.750	354.00	16.00	98.90	1.10		Fino : 0.00 %
No. 10	2.000	7.00	0.30	99.20	0.80		W natural : 0.42 %
No. 20	0.840	0.00	0.00	99.20	0.80		
No. 40	0.425	0.00	0.00	99.20	0.80		OBSERVACIONES:
No. 80	0.180	0.00	0.00	99.20	0.80		
No. 100	0.150	0.00	0.00	99.20	0.80		
No. 200	0.075	0.00	0.00	99.20	0.80		
<No. 200		16.00	0.80	100.00			

**REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN
CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021

CANTERA : CABANILLAS

TECN. RESPON. : SALOMON JOSE CCALLA SERNA

MUESTRA : ARENA ZARANDEADA NATURAL

ING. RESPON. : ALFREDO ALARCON A.

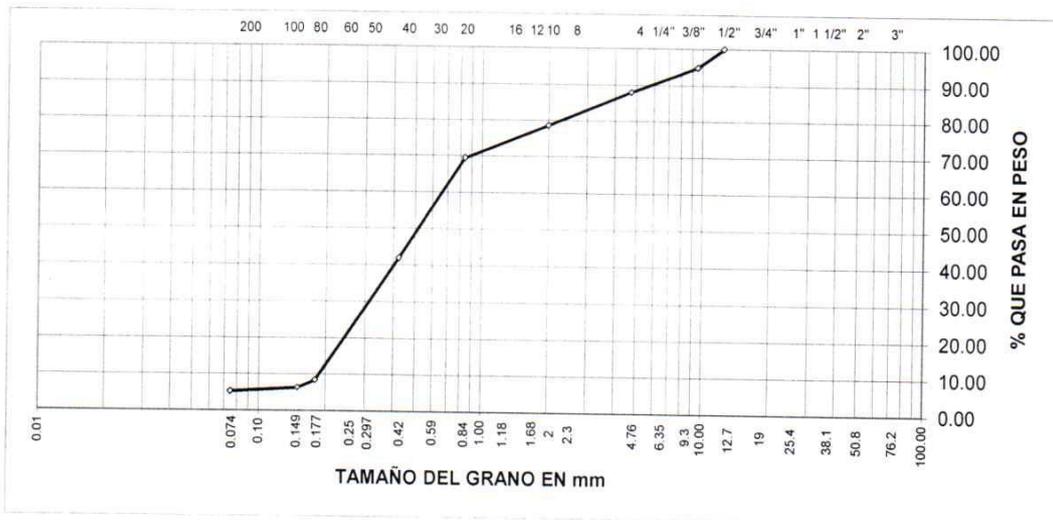
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO

FECHA : 29/05/2021

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						DATOS DE LA MUESTRA:
2"	50.000						Peso inicial : 1505 Grs
1 1/2"	37.500						Peso fracción : Grs
1"	25.000						
3/4"	19.000				100.00		PROPORCION DE AGREGADOS:
1/2"	12.500				100.00		Grava : 12.00 %
3/8"	9.500	77.00	5.10	5.10	94.90		Arena : 88.00 %
No.04	4.750	104.00	6.90	12.00	88.00		Fino : 0.00 %
No.10	2.000	142.00	9.40	21.40	78.60		W natural : 5.11 %
No.20	0.840	138.00	9.20	30.60	69.40		
No.40	0.425	415.00	27.60	58.20	41.80		OBSERVACIONES:
No.80	0.180	502.00	33.40	91.60	8.40		
No.100	0.150	32.00	2.10	93.70	6.30		
No.200	0.075	17.00	1.10	94.80	5.20		
<No.200		78.00	5.20	100.00			

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Estudios Geotécnicos y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 81732

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN
CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021

CANTERA : FILLER

TECN. RESPONS. : SALOMON JOSE CCALLA SERNA

MUESTRA : AGREGADO FINO

ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

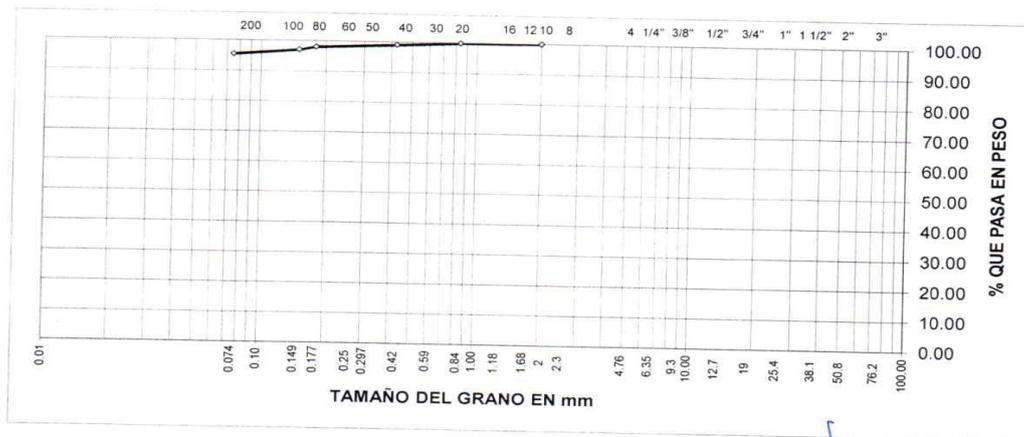
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO

FECHA : 29/05/2021

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						DATOS DE LA MUESTRA:
1 1/2"	37.500						Peso inicial : 506 Grs
1"	25.000						Peso fracción : Grs
3/4"	19.000				100.00		PROPORCION DE AGREGADOS:
1/2"	12.500				100.00		Grava : 0.00 %
3/8"	9.500				100.00		Arena : 100.00 %
No.04	4.750				100.00		Fino : 0.00 %
No.10	2.000				100.00		W natural : %
No.20	0.840	1.00	0.20	0.20	99.80		OBSERVACIONES:
No.40	0.425	4.00	0.80	1.00	99.00		
No.80	0.180	5.00	1.00	2.00	98.00		
No.100	0.150	5.00	1.00	3.00	97.00		
No.200	0.075	8.00	1.60	4.60	95.40		
<No.200		483.00	95.40	100.00			

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentación, Geotecnia, Saneamiento y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

OBRA : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN
CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021

CANTERA : MARAVILLAS

MUESTRA : MEZCLA DE AGREGADOS

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO

TECN. RESPONS. : SALOMON JOSE CCALLA SERNA

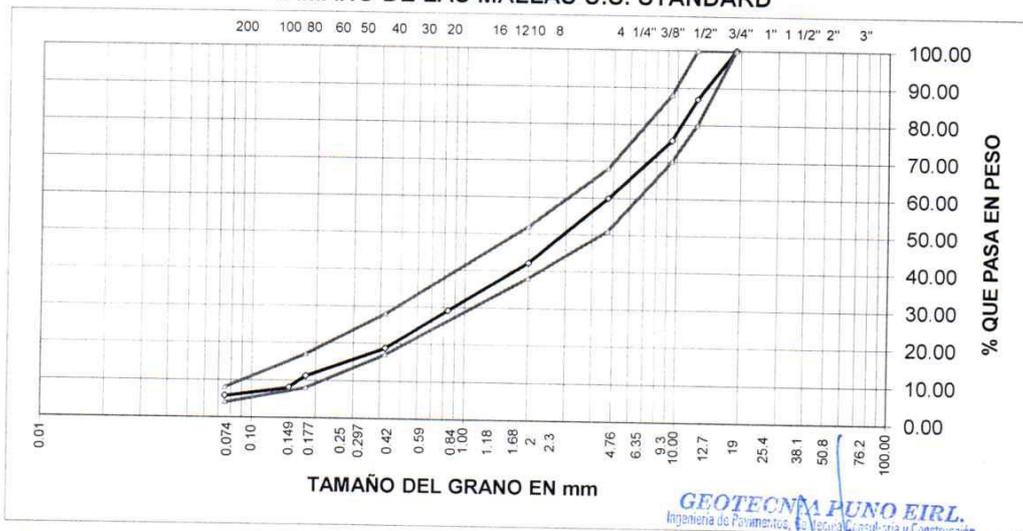
ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

FECHA : 29/05/2021

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000	PIEDRA	ARENA	ARENA			Peso inicial : 4000 Grs
2 1/2"	63.000	CHANC.	CHANC.	NATURAL	FILLER		Peso fracción : Grs
2"	50.000						Grava : 39.10 %
1 1/2"	37.500	35%	35.0%	28.0%	2.0%		Arena : 54.20 %
1"	25.000						Fino : 5.70 %
3/4"	19.000				100.00	100 - 100	W natural : %
1/2"	12.500	526.00	13.20	13.20	86.80	80 - 100	
3/8"	9.500	442.00	11.10	24.30	75.70	70 - 88	LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	592.00	14.80	39.10	59.90	51 - 68	L.L. : %
No.10	2.000	753.00	18.80	57.90	42.10	38 - 52	L.P. : %
No.20	0.840	523.00	13.10	71.00	29.00		I.P. : %
No.40	0.425	412.00	10.30	81.30	18.70	17 - 28	
No.80	0.180	302.00	7.60	88.90	11.10	8 - 17	
No.100	0.150	122.00	3.10	92.00	8.00		CLASIFICACION
No.200	0.075	92.00	2.30	94.30	5.70	4 - 8	SUCS : %
<No.200		236.00	5.70	100.00			AASHTO : %

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN
CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021
CANTERA : MARAVILLAS TECN. RESP. : SALOMON JOSE CCALLA SERNA
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 1/2" ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO FECHA : 29/05/2021

**DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS
(MTC E 221, ASTM D 4791)**

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 968.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. CHAT. Y ALARG.	% DE PART. CHAT. Y ALARG.	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li X Ri
50mm(2")	37,50mm(1 1/2")						
37,50mm(1 1/2")	25mm(1")						
25mm(1")	19.0mm(3/4")						
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	526.00	54.34	526.00	33	6.27	341
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	442.00	45.66	442.00	41	9.28	424
TOTAL		968.0	100.00				764

% DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS PROMEDIO : $\frac{\text{Sumatoria (Li x Ri)}}{\text{Sumatoria Ri}}$

Reemplazando en la formula : $\frac{764.46}{100.00}$

% de particulas chatas y alargadas promedio : **7.64 %**

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Estructuras, Geotecnia y Construcción
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN
CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021
CANTERA : MARAVILLAS TECN. RESP. : SALOMON JOSE CCALLA SERNA
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 1/2" ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO FECHA : 29/05/2021

DETERMINACION DE PARTICULAS DE 01 CARA FRACTURADA

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 968.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. 1 CARA FRAC	% DE PART. 1 CARA FRACT.	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li X Ri
50mm(2")	37,50mm(1 1/2")						
37,50mm(1 1/2")	25mm(1")						
25mm(1")	19.0mm(3/4")						
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	526.00	54.34	526.00	352.00	66.92	3,636
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	442.00	45.66	442.00	463.00	104.75	4,783
TOTAL		968.0	100.00				8,419

% DE PARTICULAS 01 CARA :	$\frac{\text{Sumatoria (Li x Ri)}}{\text{Sumatoria Ri}}$
FRACTURADA PROMEDIO	

Reemplazando en la formula : $\frac{8,419.42}{100.00}$

% de particulas de cara

fracturada promedio : **84.19 %**

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Biotecnología, Geotecnia y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 61732

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN
CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021
CANTERA : MARAVILLAS TECN. RESP. : SALOMON JOSE CCALLA SERNA
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 1/2" ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO FECHA : 29/05/2021

DETERMINACION DE PARTICULAS DE MAS DE 02 CARAS FRACTURADAS

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 968.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. MAS 02 CARAS	% DE PART. MAS 02 CARAS	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li X Ri
50mm(2")	37,50mm(1 1/2")						
37,50mm(1 1/2")	25mm(1")						
25mm(1")	19.0mm(3/4")						
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	526.00	54.34	526.00	312.00	59.32	3,223
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	442.00	45.66	442.00	387.00	87.56	3,998
TOTAL		968.0	100.00				7,221

% DE PARTICULAS MAS 02 CARAS : $\frac{\text{Sumatoria (Li x Ri)}}{\text{Sumatoria Ri}}$
FRACTURADAS PROMEDIO

Reemplazando en la formula : $\frac{7,221.07}{100.00}$

% de particulas de mas de 02
caras fracturadas promedic : 72.21 %

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Materiales de Construcción y Construcción
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.F. 81732

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021
CANTERA : MARAVILLAS
MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO

TECN. RESPN. : SALOMON JOSE CCALLI
ING. RESPN. : ALFREDO ALARCON A.
FECHA : 29/05/2021

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION
(ASTM C-128)**

AGREGADO GRUESO				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	410.0	758.0	698.0
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	g	248.6	460.1	425.3
C. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm3	161.4	297.9	272.7
D. Peso material seco	g	402.0	742.0	687.0
E. Volúmen de masa	cm3	153.4	281.9	261.7
F. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm3	2.491	2.491	2.519
G. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm3	2.54	2.544	2.56
H. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm3	2.621	2.632	2.625
I. Absorción	%	1.99	2.16	1.60

AGREGADO FINO CHANCADA				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	499.0	445.5	568.2
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	g	303.2	269.2	345.5
C. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm3	195.8	176.3	222.7
D. Peso material seco	g	487.0	435.5	555.2
E. Volúmen de masa	cm3	183.8	166.3	209.7
F. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm3	2.487	2.47	2.493
G. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm3	2.549	2.527	2.551
H. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm3	2.65	2.619	2.648
I. Absorción	%	2.46	2.30	2.34

Observación:

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
 Ingenieros Consultores Especialistas en Civil y Geotecnia

ALFREDO ALARCON AYACUCHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732

**GEOTECNIA PUNO &
INGENIEROS CONSULTORES**

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS**

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN
CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021
CANtera : CABANILLAS
MUESTRA : AGREGADO FINO
UBICACION : PLANTA DE ASFALTO
TECN. RESPN : SALOMON JOSE CCAI
ING. RESPN. : ALFREDO ALARCON A
FECHA : 29/05/2021

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION
(ASTM C-128)

AGREGADO FINO NATURAL				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	300.0	300.0	300.0
B. Peso frasco + H ₂ O	g	676.5	667.2	668.3
C. Peso frasco + H ₂ O + (A)	g	976.5	967.2	968.3
D. Peso material + H ₂ O en el frasco	g	857	851	850.4
E. Volúmen de masa + volúmen de vacios	cm ³	119.5	116.2	117.9
F. Peso material seco	g	293.0	293.1	293.4
G. Volúmen de masa	cm ³	112.5	105.0	111.3
H. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm ³	2.452	2.522	2.489
I. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm ³	2.51	2.582	2.545
J. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm ³	2.604	2.791	2.636
K. Absorción	%	2.39	2.35	2.25

Observación:

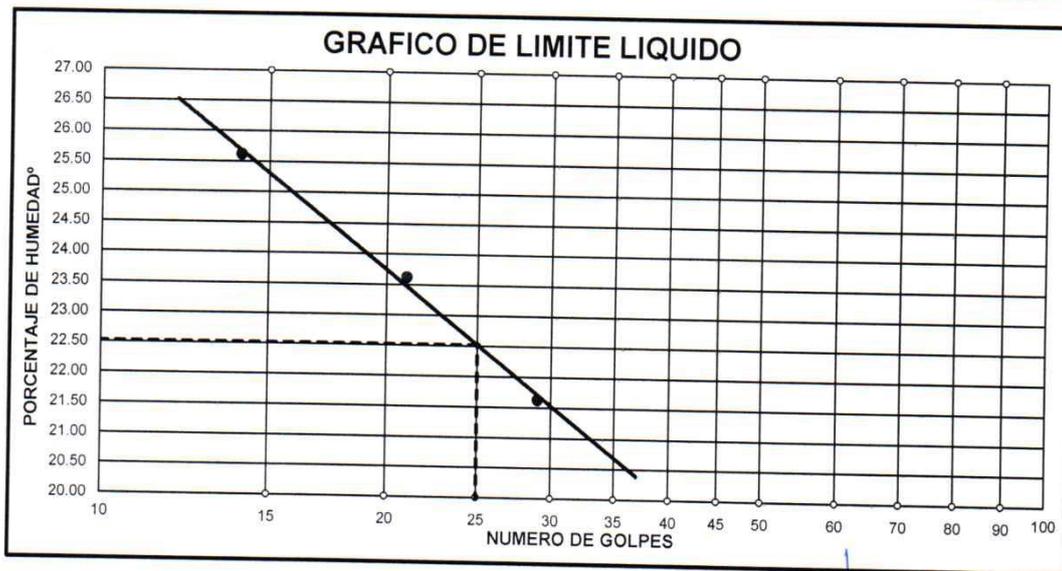
GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Fundaciones, Estructuras, Pavimentación y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021
CANTERA : MARAVILLAS
MUESTRA : ARENA CHANCADA
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO
TECN. RESP.: SALOMON JOSE CCALLA SERNA
ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.
FECHA : 29/05/21

LIMITES DE CONSISTENCIA
Malla N° 40 (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	No. de Golpes	W _L (%)	W _P (%)	W _L (%)	W _P (%)	W _U (%)
01. No. DE GOLPES	29	21	14			
02. TARRO No.	32	33	35			
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	26.33	27.79	27.12		
04. SUELO SECO * TARRO	g	23.65	24.63	23.88		
05. PESO DEL AGUA	g	2.68	3.16	3.24		NP
06. PESO DEL TARRO	g	11.26	11.25	11.23		
07. PESO DEL SUELO SECO	g	12.39	13.38	12.65		
08. HUMEDAD	%	21.63	23.62	25.61		
RESUMEN:						
L.L.=	22.52 %	L.P.=	NP %	I.P.=	NP %	



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Regulación de Pavimentos, Ingeniería Consultoría y Construcción

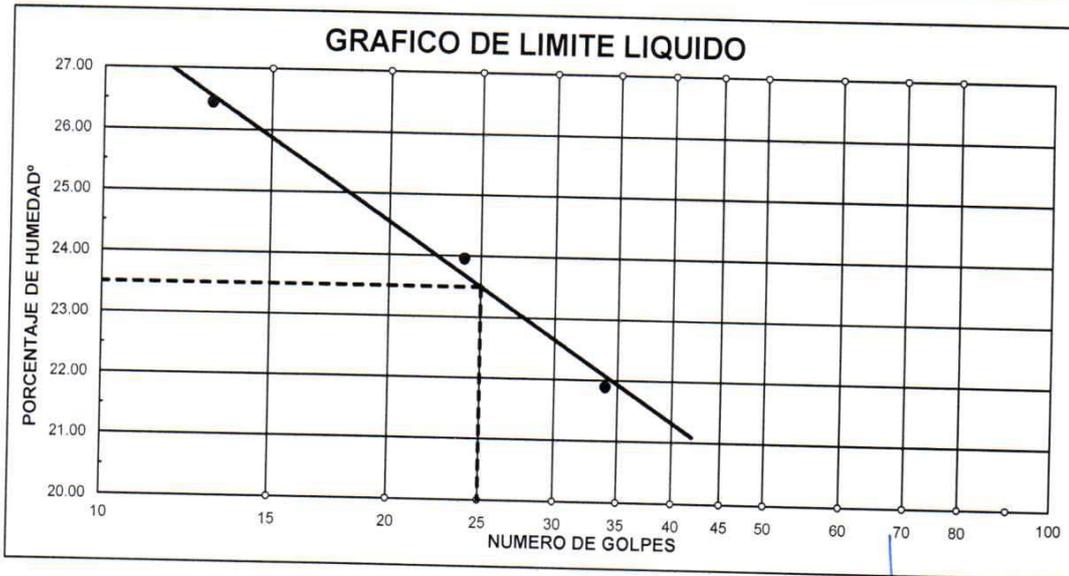
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 81732

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021
CANtera : CABANILLAS **TECN. RESP.:** SALOMON JOSE CCALLA SERI
MUESTRA : ARENA ZARANDEADA NATURAL **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 29/05/21

LIMITES DE CONSISTENCIA

Malla N° 40 (ASTM D-424, MTC E 111)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	No.	g	%	No.	g	%
01. No. DE GOLPES	34	24	13			
02. TARRO No.	8	9	10			
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	50.97	53.89	55.21		
04. SUELO SECO * TARRO	g	47.20	48.99	50.12		
05. PESO DEL AGUA	g	3.77	4.90	5.09		
06. PESO DEL TARRO	g	29.98	28.54	30.87		NP
07. PESO DEL SUELO SECO	g	17.22	20.45	19.25		
08. HUMEDAD	%	21.89	23.96	26.44		
L.L.= 23.50 % L.P.= NP % I.P.= NP %						



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería y Pavimentos, Estudios de Consultoría y Construcción

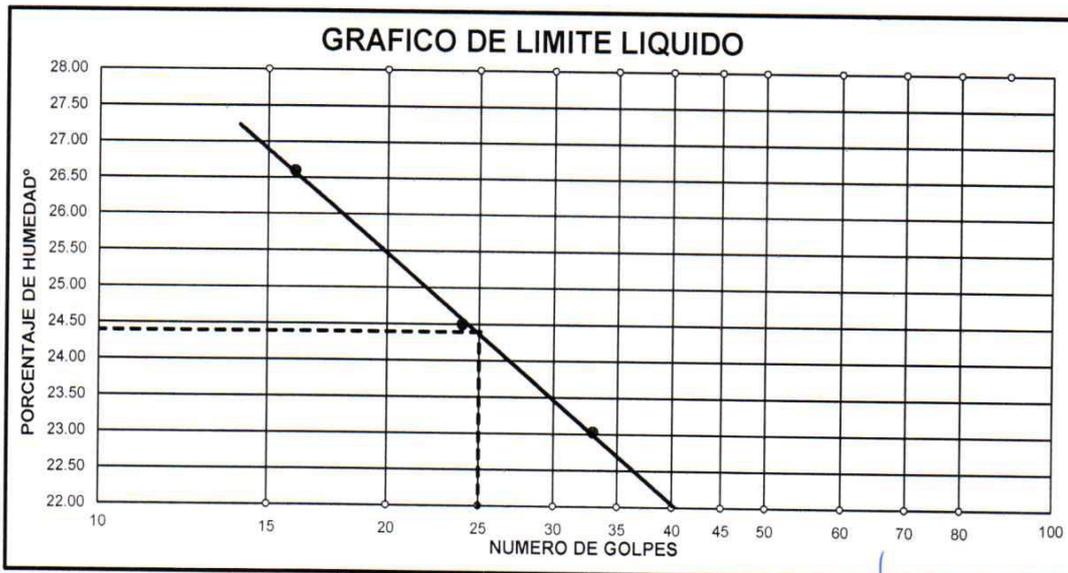
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021
CANTERA : MARAVILLAS **TECN. RESP.:** SALOMON JOSE CCALLA SERNA
MUESTRA : ARENA CHANCADA 3/8" **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 29/05/21

LIMITES DE CONSISTENCIA

Malla N° 200 (ASTM D-424, MTC E 111)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	No.	g	g	g	g	g
01. No.DE GOLPES	33	24	16			
02. TARRO No.	4	5	6		27T	30T
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	30.43	34.57	34.64	13.64	15.84
04. SUELO SECO * TARRO	g	26.84	29.98	29.74	11.83	13.69
05. PESO DEL AGUA	g	3.59	4.59	4.90	1.81	2.15
06. PESO DEL TARRO	g	11.25	11.24	11.32	4.23	4.56
07. PESO DEL SUELO SECO	g	15.59	18.74	18.42	7.60	9.13
08. HUMEDAD	%	23.03	24.49	26.60	23.82	23.55
<p>L.L.= 24.39 % L.P.= 23.68 % I.P.= 0.71 %</p>						



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Estructuras, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.R. 81732

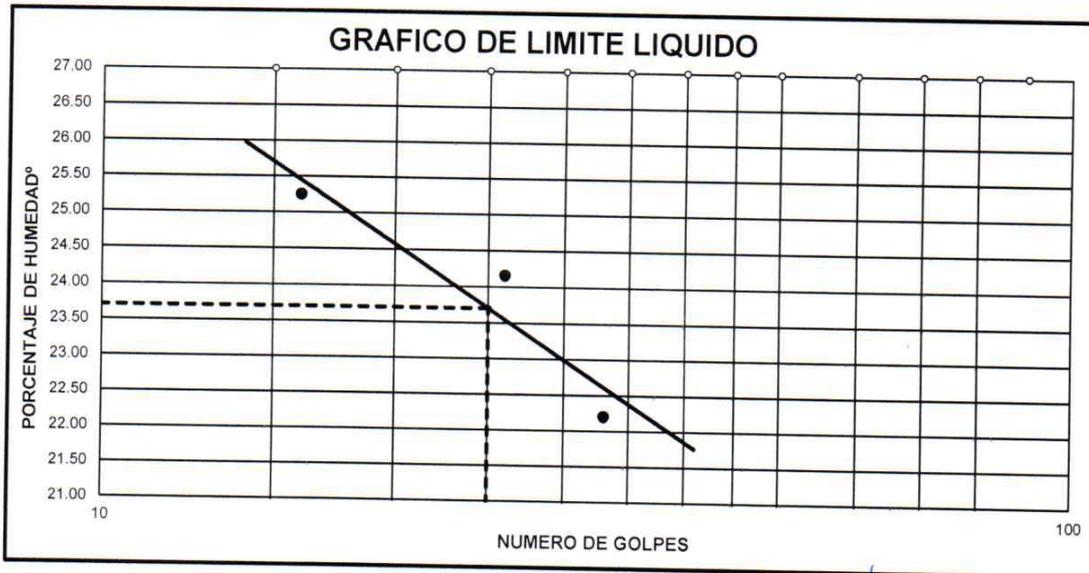
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021
CANtera : CABANILLAS **TECN. RESP.:** SALOMON JOSE CCALLA SERNA
MUESTRA : ARENA ZARANDEADA **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.
UBICACION : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 29/05/21

LIMITES DE CONSISTENCIA

Malla N° 200 (ASTM D-424, MTC E 111)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	No.	g	g	g	No.	g	g
01. No.DE GOLPES		33	26	16			
02. TARRO No.		16	17	18			
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	25.87	25.76	30.41			
04. SUELO SECO * TARRO	g	23.25	22.97	26.61			
05. PESO DEL AGUA	g	2.62	2.79	3.80			
06. PESO DEL TARRO	g	11.45	11.42	11.56			
07. PESO DEL SUELO SECO	g	11.80	11.55	15.05			
08. HUMEDAD	%	22.20	24.16	25.25			

L.L.=	23.70 %	L.P.=	NP	%	I.P.=	NP	%
-------	---------	-------	----	---	-------	----	---



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Saneamiento, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

**GEOTECNIA PUNO &
INGENIEROS CONSULTORES**

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN
CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021
CANTERA : CABANILLAS TECN. RESP. : SALOMON JOSE CCAL
MUESTRA : ARENA ZARANDEADA NATURAL ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO FECHA : 29/05/2021

**EQUIVALENTE DE ARENA
(ASTM D 2419)**

Muestra	N°1	N°2	N°3
Hora de entrada	12:45	12:47	12:49
Hora de salida	12:55	12:57	12:59
Hora de entrada	12:56	12:58	13:00
Hora de salida	13:16	13:18	13:20
Altura de nivel material fino	3.40	3.40	3.40
Altura de nivel arena	2.50	2.50	2.40
Equivalente de Arena	73.50	73.50	70.60

Equivalente de Arena Promedio: **72.5 %**

OBSERVACION:

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Soledad Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON AZAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

**GEOTECNIA PUNO &
INGENIEROS CONSULTORES**

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021
CANTERA : MARAVILLAS **TECN. RESP. :** SALOMON JOSE CCAL
MUESTRA : ARENA CHANCADA **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA** : 29/05/2021

**EQUIVALENTE DE ARENA
(ASTM D 2419)**

Muestra	N°1	N°2	N°3
Hora de entrada	14:58	15:00	15:02
Hora de salida	15:08	15:10	15:12
Hora de entrada	15:09	15:11	15:13
Hora de salida	15:29	15:31	15:33
Altura de nivel material fino	3.80	3.70	3.90
Altura de nivel arena	3.10	3.20	3.30
Equivalente de Arena	81.60	86.50	84.60

Equivalente de Arena Promedio: **84.2 %**

OBSERVACION:

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Planeación, Gestión, Control y Construcción
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81792

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021
CANTERA : MARAVILLAS **TECN. RESP.** SALOMON JOSE CCALLA SERNA
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 1/2" **ING. RESP.** : ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO DE LA OBRA **FECHA** 29/05/2021

DESGASTE DE ABRASION
ASTM C131, MTC E 207 (Gradación "A")

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL (GRAMOS)	MASA FINAL (GRAMOS)	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	% DE DESGASTE POR ABRASION
PASA	RETIENE				
38.1mm(1 1/2")	25.4mm(1")		.....	.....	.....
25.4mm(1")	19.0mm(3/4")		.....	.....	.....
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	2,504.0	.....	.....	.....
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	2,501.0	.....	.....	.....
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		5,005.0	3,684.00	1,321.00	26.39%

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Edificación, Mecánica de Suelos y Construcción

ALFREDO ALARCON ALTAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021

CANTERA : MARAVILLAS **TECN. RESP. :** SALOMON JOSE CCALLA SEF

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 1/2" **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 29/05/2021

**ENSAYO DE DURABILIDAD
(ASTM C-88)**

N°	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE IN-MERSION	HORA ESCURRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	3.00 pm	29/05/21	30/05/21	18	10.00 am	11.00 am	0	1.30	28
2	3.00 pm	30/05/21	31/05/21	18	10.00 am	11.00 am	1	1.30	28
3	3.00 pm	31/05/21	01/06/21	18	10.00 am	11.00 am	2	1.30	28
4	3.00 pm	01/06/21	02/06/21	18	10.00 am	11.00 am	3	1.29	29
5	3.00 pm	02/06/21	03/06/21	18	10.00 am	11.00 am	4	1.29	29
6	3.00 pm	03/06/21	04/06/21	18	10.00 am	11.00 am	5	1.29	28

AGREGADO GRUESO

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO4. Mg (5 CICLOS)						
PASANTE DE MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	% DE PERD DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREG.	
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	40.00	800.00	6.54	2.62	
1/2"	3/8"	38.00	750.00	8.52	3.24	
3/8"	N° 4	22.00	700.00	9.63	2.12	
TOTALES:		100.00			7.97	

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Edificación, Control de Calidad y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIR 81732

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021

CANTERA : MARAVILLAS **TECN. RESP. :** SALOMON JOSE CCALLA SEF

MUESTRA : ARENA CHANCADA 3/8" **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 29/05/2021

**ENSAYO DE DURABILIDAD
(ASTM C-88)**

N°	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE IN-MERSION	HORA ESCU-RRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	2.30 pm	29/05/21	30/05/21	18	8.00 am	10.30 am	0	1.29	29
2	2.30 pm	30/05/21	31/05/21	18	8.00 am	10.30 am	1	1.30	28
3	2.30 pm	31/05/21	01/06/21	18	8.00 am	10.30 am	2	1.30	28
4	2.30 pm	01/06/21	02/06/21	18	8.00 am	10.30 am	3	1.29	29
5	2.30 pm	02/06/21	03/06/21	18	8.00 am	10.30 am	4	1.29	29
6	2.30 pm	03/06/21	04/06/21	18	8.00 am	10.30 am	5	1.29	28

AGREGADO FINO

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO4. Mg (5 CICLOS)						
PASANTE DE MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES AN-TES DEL ENSAYO	% DE PERD DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREG.	
N° 04	N° 10	28.00	300.00	6.63	1.89	
N° 10	N° 20	32.00	300.00	8.04	2.63	
N° 20	N° 40	20.00	300.00	8.63	1.76	
N° 40	N° 80	10.00	300.00	9.36	0.96	
N° 80	N° 100	8.00	270.00	11.63	0.95	
TOTALES		98.00			8.19	

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Caminos, Electricidad, Hidráulica y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO-SAN ROMAN JULIACA, 2021

CANTERA : CABANILLAS **TECN. RESP. :** SALOMON JOSE CCALLA SEF

MUESTRA : ARENA ZARANDEADA NATURAL **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.

UBICACIÓN : PLANTA DE ASFALTO **FECHA :** 29/05/2021

**ENSAYO DE DURABILIDAD
(ASTM C-88)**

N°	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE IN-MERSION	HORA ESCURRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	2.00 pm	29/05/21	30/05/21	18	8.00 am	10.00 am	0	1.30	28
2	2.00 pm	30/05/21	31/05/21	18	8.00 am	10.00 am	1	1.30	28
3	2.00 pm	31/05/21	01/06/21	18	8.00 am	10.00 am	2	1.30	28
4	2.00 pm	01/06/21	02/06/21	18	8.00 am	10.00 am	3	1.29	29
5	2.00 pm	02/06/21	03/06/21	18	8.00 am	10.00 am	4	1.29	29
6	2.00 pm	03/06/21	04/06/21	18	8.00 am	10.00 am	5	1.29	28

AGREGADO FINO

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO4. Mg (5 CICLOS)						
PASANTE DE MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	% DE PERDAS DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREG.	
N° 04	N° 10	6.00	300.00	6.63	0.40	
N° 10	N° 20	26.00	300.00	7.85	2.04	
N° 20	N° 40	27.00	300.00	8.79	2.37	
N° 40	N° 80	20.00	300.00	9.45	1.89	
N° 80	N° 100	21.00	300.00	10.33	2.17	
TOTALES		100.00			8.87	

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Saneamiento, Riego, Infraestructura y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732

La parte de imagen con el identificador de relación (R0105) no se encontró en el archivo.

La parte de imagen con el identificador de relación 00005 no se encontró en el archivo.

La parte de imagen con el identificador de relación 15075 no se encontró en el archivo.

 La parte de imagen con el identificador de recurso 12345 no se encontró en el archivo.

La parte de imagen con el identificador de relación 25075 no se encontró en el archivo.

La parte de imagen con el identificador de relación (R101) no se encontró en el archivo.

La parte de imagen con el identificador de relación (R010) no se encontró en el archivo.

La parte de imagen con el identificador de relación (R102) no se encontró en el archivo.

La parte de imagen con el identificador de relación (E10) no se encontró en el archivo.

ANEXO 4: Diseño De Fibras De Caucho Con Diferentes Porcentajes.

La parte de imagen con el identificador de relación (R101) no se encontró en el archivo.

La parte de imagen con el identificador de relación (R010) no se encontró en el archivo.

ANEXO 4: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

La parte de imagen con el identificador de relación (R210) no se encontró en el archivo.

La parte de imagen con el identificador de relación (E10) no se encontró en el archivo.

La parte de imagen con el identificador de relación (E10) no se encontró en el archivo.

