



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Estudio comparativo del comportamiento de mezclas
asfálticas modificadas con materiales reciclados de llanta y
pavimentos flexibles de la ciudad de Puno**

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

AUTORES:

Escalante Alvarez Willy (ORCID: 0000-0003-0993-1138)

Mamani Visa Elar Rolando (ORCID: 0000-0002-6457-0163)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

De: Escalante Alvarez, Willy

Dedico mi tesis a mi familia especialmente a mis padres Alfredo B. Escalante Tito y Felipa F. Alvarez Mamani, por sus buenos consejos, a mi esposa, por su aliento constante y por brindarme su apoyo moral e incondicional en todo momento.

De: Mamani Visa, Elar Rolando

Con amor y gratitud dedico la presente tesis con la que culmino mis estudios de pregrado a mi querida familia por su constante e invaluable apoyo tanto moral, como también material.

AGRADECIMIENTO

De: Escalante Alvarez, Willy

Agradezco a Dios por darme la fortaleza y oportunidad de seguir avanzando en mi formación profesional, a mi familia por su apoyo constante y desinteresado en todo momento.

De: Mamani Visa, Elar Rolando

Agradezco infinitamente a Dios.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE DE CONTENIDOS	iv
INDICE DE TABLAS	v
INDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vii
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA.....	23
3.1. Tipo y diseño de investigación	23
3.2. Variables y operacionalización	23
3.3. Población, muestra y muestreo.....	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.5. Procedimientos	27
3.6. Método de análisis de datos.....	35
3.7. Aspectos éticos	35
IV. RESULTADOS	36
V. DISCUSIÓN.....	72
VI. CONCLUSIONES.....	75
VII. RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS	77
ANEXOS	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Granulometría del filler	10
Tabla 2. Ensayo de penetración respecto a la temperatura.	13
Tabla 3. Clasificación por viscosidad	15
Tabla 4. Especificación técnica para el ensayo de punto de inflamación.....	16
Tabla 5. Composición de las llantas.....	21
Tabla 6. Análisis químico de la llanta	21
Tabla 7. Requisitos y parámetros de diseño para el ensayo Marshall	22
Tabla 8. Equivalente de arena chancada – asfalto convencional.....	36
Tabla 9. Angularidad del agregado fino.....	37
Tabla 10. Ensayo de azul de metileno	37
Tabla 11. Índice de plasticidad del agregado fino	38
Tabla 12. Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado fino	38
Tabla 13. Índice de durabilidad de agregados.....	39
Tabla 14. Ensayo de sales solubles del agregado fino	40
Tabla 15. Gravedad específica y absorción de agregados finos	40
Tabla 16. Pesos unitarios del agregado fino	41
Tabla 17. Pesos unitarios del agregado fino	41
Tabla 18. Análisis granulométrico arena natural de 1/4” – N° 1	42
Tabla 19. Análisis granulométrico arena natural de 1/4” – N° 2	43
Tabla 20. Análisis granulométrico arena natural de 1/4” – Promedio	45
Tabla 21. Análisis granulométrico arena natural de 1/4” – N° 1	46
Tabla 22. Análisis granulométrico arena natural de 1/4” – N° 2	47
Tabla 23. Análisis granulométrico arena natural de 1/4” – promedio	49
Tabla 24. Análisis granulométrico del filler mineral	50
Tabla 25. Índice de durabilidad de agregados.....	51
Tabla 26. Índice de durabilidad de agregados.....	52
Tabla 27. Índice de durabilidad de agregados.....	52
Tabla 28. Índice de durabilidad de agregados.....	53
Tabla 29. Partículas chatas y alargadas	54
Tabla 30. Con una cara fracturada.....	54
Tabla 31. Con dos caras fracturadas	55
Tabla 32. Sales solubles totales – agregado grueso.....	56

Tabla 33. Peso específico y absorción del agregado grueso	56
Tabla 34. Análisis granulométrico piedra chancada de 1/2" y 3/8" – M1	57
Tabla 35. Análisis granulométrico piedra chancada de 1/2" y 3/8" – M2	58
Tabla 36. Análisis granulométrico piedra chancada de 1/2" y 3/8" – Promedio..	59
Tabla 37. Pesos unitarios del agregado grueso seco.....	60
Tabla 38. Combinación de agregados – materiales procesados.....	61
Tabla 39. Diseño Marshall – convencional	62
Tabla 40. Combinación de agregados – materiales procesados.....	63
Tabla 41. Diseño Marshall – dosificación 1.00%	64
Tabla 42. Diseño Marshall – dosificación 1.50%	64
Tabla 43. Diseño Marshall – dosificación 2.00%	65
Tabla 44. Prueba de normalidad de la estabilidad	66
Tabla 45. Análisis de varianza de la estabilidad.....	66
Tabla 46. Prueba post – hoc de Tukey de la estabilidad.....	67
Tabla 47. Test de HSD de Tukey para la estabilidad	67
Tabla 48. Prueba de normalidad del flujo	68
Tabla 49. Análisis de varianza del flujo	68
Tabla 50. Prueba post – hoc de Tukey del flujo	69
Tabla 51. Test de HSD de Tukey para el flujo.....	69
Tabla 52. Prueba de normalidad del índice de rigidez	70
Tabla 53. Análisis de varianza del índice de rigidez.....	70
Tabla 54. Prueba post – hoc de Tukey del índice de rigidez.....	71
Tabla 55. Test de HSD de Tukey para el índice de rigidez	71
Tabla 56. Cuadro comparativo de resultados de Marshall	72
Tabla 57. MAC2 con los requerimientos de las EG-2013.....	73
Tabla 58. MAC2 con los requerimientos de las EG-2013.....	74
Tabla 51. Operacionalización de Variables	83
Tabla 52. Matriz de Consistencia	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Filler	10
Figura 2. Diagrama de la susceptibilidad térmica.....	11
Figura 3. Estructura del asfalto.....	12
Figura 4. Ensayo de penetración del asfalto	13
Figura 5. Determinación de la viscosidad relativa	14
Figura 6. Viscosímetro capilar	14
Figura 7. Diagrama del ensayo de ductilidad	15
Figura 8. Metodología integral de modificantes en matrices asfálticas	18
Figura 9. Modificantes en matriz asfáltica	19
Figura 10. La llanta.....	20
Figura 11. Ensayo de penetración del asfalto	27
Figura 12. Selección y pesado	28
Figura 13. Lavado asfáltico	28
Figura 14. Extracción de material.....	29
Figura 15. Secado de material	29
Figura 16 Determinación de la Granulometría.....	30
Figura 17 Revivido de la Muestra de Asfalto Reciclado	30
Figura 18. Método de cuarteo	31
Figura 19. Calentamiento del PEN.....	31
Figura 20. Mezclado del PEN y material reciclado	32
Figura 21. Elaboración de briquetas.....	32
Figura 22. Muestras con adición de grano de caucho M-01, M-02 Y M-03	33
Figura 23. Baño María.....	33
Figura 24. Rotura de briquetas.....	34
Figura 25. Lectura de flujo y esfuerzo	34
Gráfico 1. Curva granulométrica arena natural de 1/4" – N° 1.....	43
Gráfico 2. Curva granulométrica arena natural de 1/4" – N° 2.....	44
Gráfico 3. Curva granulométrica arena natural de 1/4" – promedio.....	45
Gráfico 4. Curva granulométrica arena natural de 1/4" – N° 1.....	47
Gráfico 5. Curva granulométrica arena natural de 1/4" – N° 2.....	48
Gráfico 6. Curva granulométrica arena natural de 1/4" – promedio.....	49
Gráfico 7. Curva granulométrica del filler mineral.....	51

Gráfico 8. Curva granulométrica piedra chancada 1/2" y 3/8" – M1	57
Gráfico 9. Curva granulométrica piedra chancada 1/2" y 3/8" – M2	59
Gráfico 10. Curva granulométrica piedra chancada 1/2" y 3/8" – promedio	60
Gráfico 11. Curva granulométrica – diseño convencional.....	62
Gráfico 12. Curva granulométrica.....	64

RESUMEN

La presente investigación de título “Estudio Comparativo del Comportamiento de Mezclas Asfálticas Modificadas con Materiales Reciclados de Llanta y Pavimentos Flexibles de la Ciudad de Puno” cuyo objetivo general es determinar la influencia de los materiales reciclados de llantas y pavimentos flexibles en el comportamiento de mezclas asfálticas modificadas de la Av. Simón Bolívar - Puno. La metodología usada en esta investigación fue aplicada, de nivel explicativo y diseño experimental, se analizaron dos variables: Materiales reciclados de llantas y pavimentos flexibles reciclado y Comportamiento de mezclas asfálticas modificadas.

Para cumplir los objetivos de este estudio se desarrollaron ensayos de laboratorio donde se evaluó el comportamiento de las características de la mezcla asfáltica con la incorporación de materiales reciclados de llantas. Tanto en un grupo patrón, donde no se incorporó los materiales reciclados de llantas y otros 3 grupos experimentales donde si se incorporó los materiales de llantas recicladas.

Con los resultados obtenidos a través de los ensayos que se realizaron en el laboratorio de suelos y asfalto, se determinó que con la incorporación de materiales de llantas recicladas se mejoran los valores de estabilidad y se incrementa el contenido óptimo de cemento asfáltico en el diseño de mezcla asfáltica, resaltando la incorporación de 1.5% de materiales reciclados de llantas.

Concluyendo que la incorporación de materiales reciclados de llantas mejora gradualmente la estabilidad y el contenido óptimo de cemento asfáltico, la proporción que resalta es de la 1.5%, ya que incrementó la estabilidad en un 68.08% y se obtuvo un contenido óptimo de cemento asfáltico de 7.1%.

Palabras Claves:

Diseño de mezclas, material reciclado de llantas, estabilidad y pavimentos flexibles.

ABSTRACT

This research entitled "Comparative Study of the Behavior of Modified Asphalt Mixtures with Recycled Tire Materials and Flexible Pavements of the City of Puno" whose general objective is to determine the influence of recycled tire and flexible pavement materials on the behavior of asphalt mixtures modified in the city of Puno. The methodology used in this research was applicative, explanatory level and experimental design, two variables were analyzed: recycled materials from tires and flexible pavements and the properties of the asphalt mixture. To meet the objectives of this study, laboratory tests were developed where the behavior of the characteristics of the asphalt mixture with the incorporation of recycled tire materials was evaluated. Both in a standard group, where the recycled tire materials were not incorporated and another 3 experimental groups where the recycled tire materials were incorporated.

With the results obtained through the tests carried out in the soil laboratory, it was determined that with the incorporation of recycled tire materials, stability values are improved and the optimum content of asphalt cement is increased in the asphalt mix design. , highlighting the incorporation of 1% recycled tire materials.

Concluding that the incorporation of recycled tire materials gradually improves the stability and optimal asphalt cement content, the proportion that stands out is 1.5% since it increased stability by 68.08% and an optimal asphalt cement content of 7.1% was obtained.

Keywords:

Mix design, recycled tire material, stability and flexible pavements.

I. INTRODUCCIÓN

La red de transportes viales sobre el ámbito global es un componente de suma importancia ya que forma parte del desarrollo paulatino de múltiples zonas, tanto en tiempo de servicio, economía y ámbito político, así como también en la intercomunicación de las diferentes ciudades agilizando el tiempo de viaje que se puede propiciar debido a la demanda de la longitud, puesto todo esto es necesario dar alternativas relevantes que puedan mejorar el tiempo de vida. Moreno (2013, p. 57).

En la actualidad las vías en su mayor parte se vienen conformando por elementos flexibles ya que esta denota una viabilidad en función al costo que demanda la construcción de vías, así como también el proceso constructivo que cuenta este componente es de fácil accesibilidad, conformación y fabricación, por otra parte las desventajas que se pueden dar en este tipo de estructuras se dan debido a las carga ocasionadas por los vehículos. Joskowiez P. (2010, p. 13).

Dada las desventajas que presentan los elementos estructurales de los pavimentos es de suma importancia mejorar la calidad de las propiedades físicas y mecánicas, llevando al paso de modificar las mezclas, puesto todo lo mencionado los investigadores se dieron a la labor de emplear caucho, este método se ha desarrollado en los 60 años imponiendo una guía o serie de procedimientos para emplearlos de forma eficientes. Martinez G. [et al] (2018, p. 41).

El empleo de asfaltos modificados data de un periodo muy largo, la cual consiste en incorporar diferentes elementos reciclados o polímeros dentro de la muestra tradicional, con el objetivo de dotar de un mejor comportamiento dinámico de los ya mencionados asfálticos, así como también una mejora de la caracterización sobre los elementos mecánicos, así como (resistencia al clima y tráfico, evitando las deformaciones y fisuras), tomando en consideración todos los parámetros establecidos dentro de la norma. Reyes Fredy [et al] (2014, p. 77).

Por lo expuesto de las teorías relacionadas a la problemática se tomó como caso práctico la aplicación de caucho triturado y tamizado para emplearlo sobre una muestra patrón, así como también se empleó el uso de materiales reciclados de un

pavimento flexible comprendido dentro de las calles de la ciudad de Puno, para determinar la influencia y modificación que pueden presentarse dentro de sus características.

Formulación del problema

Por lo expuesto anteriormente surge la formulación del problema principal: ¿De qué manera influye los materiales reciclados de llantas a los pavimentos flexibles en el comportamiento de mezclas asfálticas modificadas en la ciudad de Puno?

Asimismo, surge la formulación de los problemas específicos: ¿Cómo son las características físico mecánicas del asfalto convencional en la ciudad de Puno?, ¿Cómo son las características físico mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con materiales reciclados de llantas a los pavimentos flexibles en la ciudad de Puno?, ¿Cuánto es el porcentaje óptimo de adición de materiales reciclados de llantas a la mezcla asfáltica modificada?

Justificación del estudio

Justificación técnica

La presente investigación se justifica técnicamente al buscar nuevas aplicaciones incorporando insumos reciclados para mejorar las propiedades físico mecánicas de los asfaltos.

Justificación social

Este trabajo de investigación cuenta con una justificación social, puesto que resuelve problemas inmediatos en una obra de ingeniería, contribuyendo positivamente a la sociedad en donde se aproveche y utilice dicho compuesto reciclado sobre los asfaltos.

Justificación económica

De igual forma se justifica económicamente ya que se dotarán de mejores características físico mecánicas al asfalto para pavimentos flexibles, generando muchos menores costos en cuanto a la elaboración de pavimentos rígidos.

Objetivos

Objetivo Principal

Determinar la influencia de los materiales reciclados de llantas en el comportamiento de la mezcla asfáltica modificada de la Avenida Simón Bolívar - Puno.

Objetivos Específicos:

Determinar las características físico mecánicas del asfalto convencional de la Av. Simón Bolívar - Puno.

Determinar las características físico mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con materiales reciclados de llantas a los pavimentos flexibles de la Av. Simón Bolívar - Puno.

Determinar el porcentaje óptimo de adición de materiales reciclados de llantas a los pavimentos flexibles a la mezcla asfáltica modificada.

Hipótesis

Hipótesis Principal

Los materiales reciclados de llantas, influyen de manera alta en el comportamiento de la mezcla asfáltica modificada de la Avenida Simón Bolívar - Puno.

Hipótesis Específicas

Las características físico mecánicas del asfalto convencional cumplirán con todos los parámetros establecidos dentro de la EG 2013.

Las características físico mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con materiales reciclados de llantas, se verán afectadas en un 3% en cuanto a las características físicas y un 7% en cuanto a las propiedades mecánicas.

El porcentaje óptimo de adición de materiales reciclados de llantas a la mezcla asfáltica modificada, será mayor al 1% de material reciclado de llanta.

II. MARCO TEÓRICO

Trabajos previos

Internacionales

Díaz (2017), según su tesis de investigación denominado “Implementación de grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá”, realizado para Universidad Santo Tomás – Bogotá, tiene por objetivo revisar el estado del arte sobre la implementación del Grano de Caucho Reciclado en las mezclas asfálticas. La metodología empleada en la presente investigación fue no experimental – descriptivo. Concluyendo que la caracterización mecánica denotada sobre las mezclas asfálticas depende mucho de la temperatura a la que se someterán las muestras, así como la cantidad de incorporación del caucho reciclado.

Ramírez, Ladino y Rosas (2014), según su tesis de investigación denominado “Diseño de mezclas asfáltica con asfalto caucho tecnología GAP Graded para la ciudad de Bogotá”, realizado para la Universidad Católica de Colombia – Bogotá, tiene por objetivo diseñar un pavimento flexible mediante el mejoramiento mecánico de la mezcla asfáltica incorporando asfalto y caucho como material granular fino, tecnología GAP Grade. La metodología empleada en la presente investigación es aplicada. Concluyendo que la disposición en cuanto a las dimensiones de la estructura se propone optar por el uso de la capa compuesta por un MDC-25 de 8 cm, a su misma vez una capa MSC-25 de 8 cm ya que la característica del clima se da en 22°C.

Correa (2018), según su tesis de investigación denominado “Implementación de mezcla asfáltica modificada con gránulo de caucho en el barrio San Carlos de la localidad de Tunjuelito”, realizado para la Universidad Militar Nueva Granada – Bogotá, tiene por objetivo analizar las ventajas de la implementación de la mezcla asfáltica incorporando asfalto con gránulo de caucho en la rehabilitación de la malla vial del barrio San Carlos. La metodología empleada en la presente investigación es experimental. Concluyendo que al aplicar el GRC sobre el asfalto en condiciones de reciclado se obtienen mejores resultados a los problemas ocasionados por la

retracción que da a la presencia de agrietamiento, así mismo como los ahuellamientos proporcionando un alto índice a la fatiga.

Lubo y Martínez (2020), según su artículo de investigación denominado “Asfaltos modificados con cauchos en vías primarias en las ciudades Santa Marta, Barranquilla y Bogotá como alternativa de mejoramiento de la capa de rodadura de los pavimentos flexibles entre los años 2012 – 2019”, realizado para la Universidad Cooperativa de Colombia – Santa Maria, tiene por objetivo evaluar los procesos de modificación, ventajas y desventajas de mezclas asfálticas con cauchos en pavimentos flexibles en las ciudad de Santa Maria, Barranquilla y Bogotá. La metodología empleada en la presente investigación es descriptiva – explicativa Concluyendo que sin viene siendo cierto la mejora del asfalto con materiales reciclados depende mucho de la temperatura, así como de la incorporación a la que serán sometidas las muestras.

Vega (2016), según su tesis de investigación denominado “Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico”, realizado para la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, tiene por objetivo realizar el análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como materia constitutiva del pavimento. La metodología empleada en la presente investigaciones es aplicada – descriptiva – experimental. Concluyendo que al emplear las llantas se aporta en gran medida la conservación del medio ambiente, siendo a su vez altamente beneficioso en cuanto al costeo que se puede emplear al elaborar un pavimento, en cuanto a la característica mecánica el polvo del caucho no aporta significativamente en la resistencia ya que el flujo de la mezcla se rigidiza con el empleo de ésta.

Nacionales

Goicochea (2019), en su tesis (Pregrado) denominado “Estudio de un asfalto con adición de caucho de neumático reciclado como polímero base, Chachapoyas – Amazonas – 2017”, tiene por objetivo determinar el efecto de la adición de caucho de neumáticos reciclado al asfalto PEN 60/70, en proporciones de 10%, 15% y 20%, fabricadas a 160 °C, 180 °C y 200 °C cada una de ellas. La metodología empleada

en la presente investigaciones es experimental – mixta. Concluyendo que el empleo del aditamento de caucho influye significativamente en el grado de penetración ya que este material tiende a rigidizar la mezcla asfáltica de acuerdo a su porcentaje de adición.

Valdez (2020), en su tesis (Pregrado) denominado “Análisis del aprovechamiento de neumáticos reciclados usados como aditivo en el asfalto”, realizado para la Universidad Católica San Pablo – Arequipa. Tiene por objetivo analizar el aprovechamiento de los neumáticos reciclados para su utilización como aditivo en la mezcla asfáltica. La metodología empleada en la presente investigación es aplicada – experimental. Concluyendo que la influencia depende mucho de los factores en cuando a la caracterización del grano fino de los neumáticos y a si mismo la temperatura empleada para determinar el grado de penetración.

Carrizales (2015), en su tesis (Pregrado) denominado “Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles”, realizado para la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, tiene por objetivo analizar la mezcla asfáltica modificada con material reciclado de llanta para su aplicación en pavimentos flexibles. La metodología empleada en la presente investigación es mixta – aplicada. Concluyendo el empleo del caucho reciclado de las llantas no genera un incremento en cuanto a las propiedades físico mecánicas del asfalto, todo el procedimiento se hizo a través del ensayo Marshall.

Granados (2017), en su tesis (Pregrado) denominado “Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla asfáltica convencional”, realizado para la Universidad Ricardo Palma – Lima, tiene por objetivo evaluar cómo influye la incorporación de granos de caucho en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica mediante el proceso por vía seca, respecto a la mezcla asfáltica convencional. La metodología empleada en la presente investigaciones es mixta – aplicada. Concluyendo que al emplear la vía seca para la incorporación del caucho esta mejora altamente las propiedades mecánicas del asfalto influyendo en tanto a las características como la inmersión, así como también la compresión y tracción indirecta. En tanto también se vio una alta mejora en cuanto a las deformaciones las cuales fueron evaluadas por el método Marshall.

Pereda y Cubas (2015), en su tesis (Pregrado) denominado “Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico – económico con los asfaltos convencionales”, realizado para la Universidad Privada Antenor Orrego – Trujillo, tiene por objetivo demostrar mediante ensayos de laboratorio que un asfalto modificado con el uso de caucho reciclado de llantas tiene un mejor comportamiento físico – mecánico y posee ventajas económicas frente a los asfaltos convencionales. La metodología empleada en la presente investigación es aplicada – experimental. Concluyendo en cuanto al factor elástico este aumenta en un 37% en comparación al convencional, las características que proporciona la temperatura se dan en un ablandamiento de valor 19°C disminuyendo la penetración en 19 mm.

BASES TEORICAS

Los asfaltos vienen a ser compuestos sumamente ligantes originarios y encontrados en múltiples fuentes de la naturaleza, estos pueden ser alterados y procesados por las manos humanas durante un serio proceso de destilación del material del petróleo mediante el proceso de refinación en una fábrica. Este compuesto se puede apreciar en una consistencia pura o con una combinación de áridos finos y gruesos. Collins (1991, p. 46).

Este compuesto tiende a contener tanto propiedades aglutinantes como también propiedades ligantes, estos compuestos son originarios de acuerdo a una consistencia dada por los hidrocarburos encontrados en estados semisólidos debido a los efectos del ambiente y la temperatura en la que se encuentren, denotando a mayor temperatura mayor fluidez y viscosidad. Figueroa Ana [et al] (2007, p. 8).

En cuanto a la composición química que denota este material (asfalto) cuenta con una estructura demasiado compleja, particularmente este material esta constituido por una serie de uniones en forma de cadenas dadas por moléculas de carbono, así como también dentro de su composición influye lo que es el componentes y elementos químicos. Rojas (2018, p. 3).

Kikut, Bladi y Elizondo (2020) “Se denomina fillers a las sustancias clasificadas devidamente según el tamaño de partícula, estas partículas pueden ser dispuestas sobre el asfalto, contanto con una insoluble dentro de ellas, éstas se caracterizan por alterar efectivamente las propiedades mecánicas y a si mismo la consistencia con la que cuenta.”. (p. 15).

Tabla 1. *Granulometría del filler*

Tamiz	% en peso que pase
Nº 40	100
Nº 100	Mayor al 90
Nº 200	Mayor al 75

Fuente. Botasso, Sanjur y Alba (2010, p. 35)

En la figura 1 se aprecia el material filler, este aditamento es empleado dentro de la capa de rodadura asfáltica.

Figura 1. Filler



Fuente. <https://bit.ly/2RgcQhL>

El procedimiento en el cual se precisa el crudo de petróleo parte desde el calentamiento procesándolo a temperaturas muy elevadas, la cual da pase al proceso de destilación, derivando los compuestos livianos que se encuentran dentro de esta materia prima, este proceso puede llegar hasta la exorbitante temperatura de los 350 °C. Hernández (2018, p. 36).

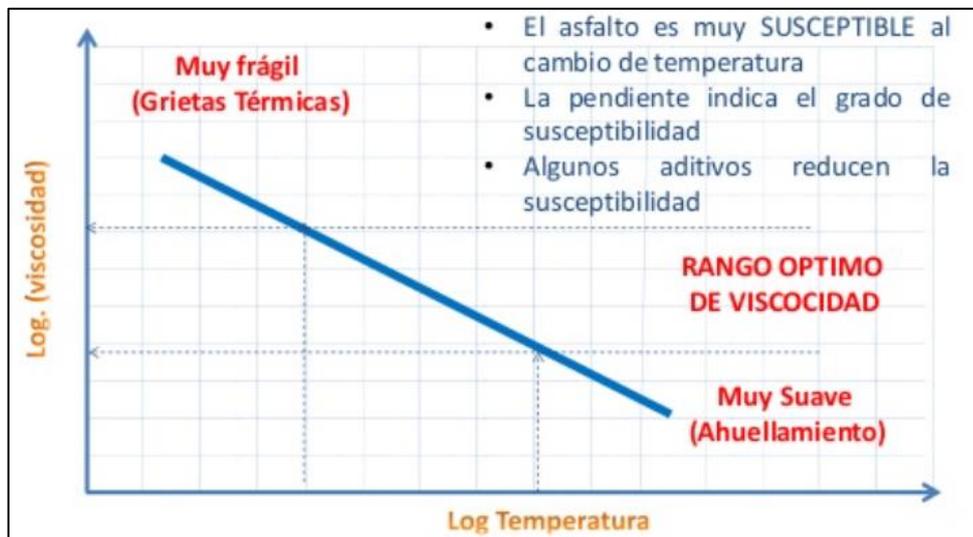
La composición con la cual se deriva el asfalto viene siendo constituida por los hidrocarburos, así como también por sus derivados, en los siguientes conceptos se detallarán las características con las que se puede contar:

Hernández (2018) “ La consistencia del asfalto se denomina a la dureza con la que cuenta este material, en este punto se controla lo que es la temperatura a mayor temperatura se cuenta con una mejor viscosidad”. (p. 24).

Valdés, Calabi y Sánchez (2015) “La característica de la durabilidad del asfalto consiste en mantener la mayor cantidad de tiempo las propiedades reológicas que contenga este material, con la afección que puedan tener con los diferentes factores ambientales o de carga que puedan alterar dicha propiedad”. (p. 93).

La característica de la calidad térmica del asfalto, viene siendo de suma importancia ya que de esta depende la viscosidad con la que contara el material denominado asfalto. Es de suma importancia este punto ya que se debe de tener un control exhaustivo para que el material empleado para adherir los áridos cuenten con una fluidez óptima para generar una mayor resistencia. Múnera y Ossa (2019, p. 160).

Figura 2. Diagrama de la susceptibilidad térmica



Fuente. <https://bit.ly/2SdWK98>

Múnera y Ossa (2019) “La pureza se define como la composición química y el contenido de impurezas que posee”. (p. 162).

Múnera y Ossa (2019) “La seguridad es la capacidad de manejar el asfalto a altas temperaturas sin peligros de inflamación”. (p. 162).

Mezclas asfálticas datan su nombre debido a los componentes que engloba estas mezclas como pueden ser los áridos encontrados en diferentes canteras, empleadas según el diseño que contemple en su memoria de cálculo, así como también dentro de su conformación se encuentran los ligantes los cuales unidos a los áridos dan paso al concreto bituminoso empleados dentro de una estructura vial. Rondón Hugo [et al] (2007 p. 14)

Las propiedades del asfalto convencional están compuestas por asfaltenos, encontrándose dentro de estos aditamentos aromáticos generalmente encontrados de color marrón, negro, dentro de estos principales elementos también se pueden encontrar elementos de azufre, oxígeno y nitrógeno. Por otra parte, la composición principal con la cuentan los asfaltos son los máltenos dentro de estos se detallan aditamentos dados por las resinas y elementos saturados. Bustos Henry [et al] (2018 p. 61).

Estos componentes se distribuyen en cantidades óptimas con el fin de lograr un componente de fácil aplicación y compactación, con la que se pueda trabajar, a su misma vez éstas deben cumplir con los parámetros y lineamientos mínimos con los que dispone la norma de carreteras. Cisneros (2016 p. 19).

Figura 3. Estructura del asfalto



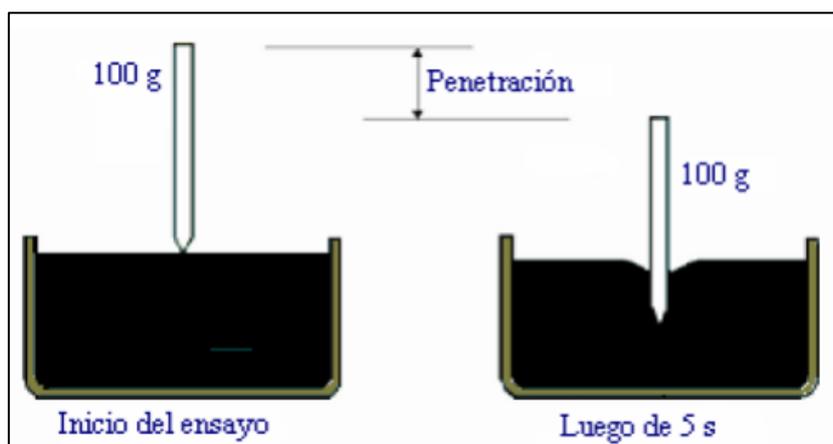
Fuente. <https://bit.ly/3gSdQDE>

Las propiedades físicas de los asfaltos son resultado de ensayos empíricos o semi-empíricos, en las cuales se plantea determinar sus características reológicas.

La densidad viene siendo una característica importante sobre la composición reológica de los asfaltos ya que se mide de acuerdo a indicadores cuantificables oscilantes entre los valores de 0.9 – 1.4 kg/m³. Estos valores a mayor rango denotan una composición de estado crudo con significación de elementos como son los hidrocarburos. Salazar (2014 p. 25).

Dentro de los asfaltos un factor importante viene siendo el grado de penetración la cual es un valor cuantificable la que data sobre la estimación en función a la consistencia con la que cuenta el asfalto, la unidad de medida con la que se detalla esta característica es la de décimas de milímetros, generalmente se emplea una aguja la cual mide la temperatura y carga de acorde al tiempo de colocado. Salazar (2014 p. 27).

Figura 4. Ensayo de penetración del asfalto



Fuente. <https://bit.ly/3nvY4Qj>

Hernández (2018). Los datos que han proporcionado las entidades públicas como la cognotada institución del asfalto detalla que dentro de los valores permisibles con los que se comprende la penetración son los siguientes detallados en la tabla 2. (p. 24).

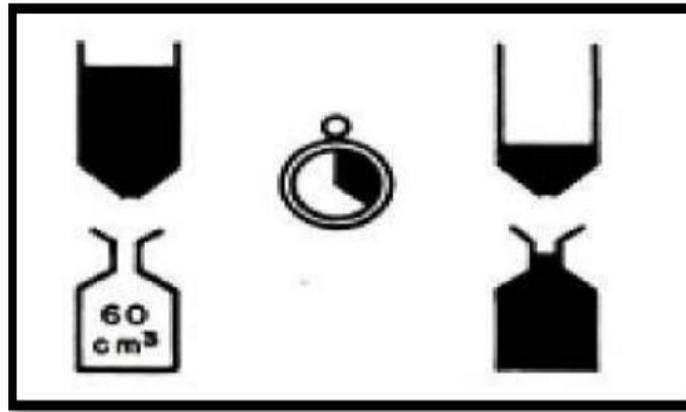
Tabla 2. Ensayo de penetración respecto a la temperatura.

Temperatura Media Anual			
24°C a mas	24°C – 15°C	15°C – 5°C	Menos de 5°C
40 – 50 o	60 – 70	85 – 100	Asfalto modificado
60 – 70 o		120 – 150	
modificado			

Fuente. EG (2013, p. 225).

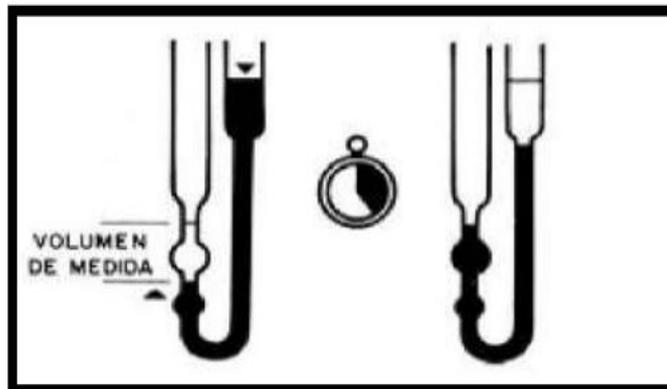
La viscosidad es una de las características más relevantes con la que puede contar el asfalto ya que esta tiende a tener una correlación en cuanto a la fluidez con la que cuenta, así como también la velocidad líquida con la que corre. Esta característica como otras es dependiente de la temperatura con la que aplica. Bredka, Mogoruzza y Anguizola (2017 p. 09).

Figura 5. Determinación de la viscosidad relativa



Fuente. <https://bit.ly/3nz8u1F>

Figura 6. Viscosímetro capilar



Fuente. <https://bit.ly/3nz8u1F>

En la tabla 3 se hace presente las especificaciones en cuanto a la clasificación por viscosidad.

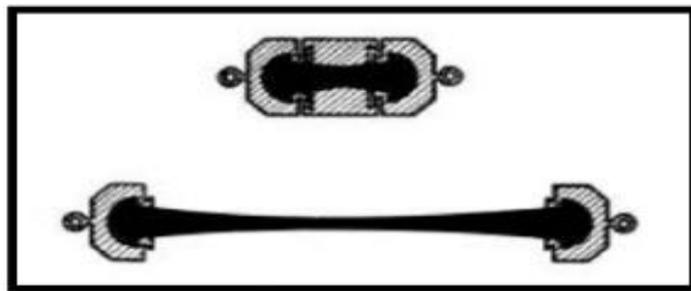
Tabla 3. Clasificación por viscosidad

Grado	Tipo	Grado de Penetración									
		PEN		PEN		PEN		PEN		PEN	
		40 – 50	60 – 70	85 – 100	120 – 150		200 – 300				
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	
Pruebas sobre el material bituminoso											
Penetración a 25°C, 100g, 5s, 0.1mm.	MTC E 304	40	50	60	70	85	200	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	
Solubilidad en Tridoro – etileno, %.	MTC E 302	99		99		99		99		99	
Índice de Penetración (Susceptibilidad Térmica)	MTC E 304	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
Ensayo de Mancha (Ollensies)											
Solvente Narta – Estándar	AASHTO M 20	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt
Solvente Narta – Xileno, %Xileno		Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt
Solvente Heptano – Xileno, %Xileno		Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt	Ngt
Pruebas sobre la Película Delgada a 16.3°C, 3.2 mm, 5 h											
Pérdida de masa, %	ASTM D 1754		0.8		0.8		1		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, 5 cm/min, cm ¹⁰	MTC E 306			50		75		100		100	

Fuente. EG (2013, p. 225).

Noguera y Miro (2011) “La ductilidad se mide por alargamiento, antes de producirse la rotura de una probeta de material asfáltico estirada por sus extremos con una velocidad constante”. (p. 227).

Figura 7. Diagrama del ensayo de ductilidad



Fuente. <https://bit.ly/3nwJ04V>

La adhesión viene siendo la adherencia con la que se cuenta para unir los áridos con la emulsión, mientras que el efecto de la cohesión viene siendo la característica

que se cuenta para mantenerse en estado firme, al momento de cumplir la etapa de rotura del asfalto. Cely y Reyes (2015 p. 03).

Otro factor a considerar es la inflamación, la cual viene siendo el factor de temperatura con el que se someten los asfalto al prototipo de prueba o neumático. Este valor viene siendo altamente útil puesto que en la obra se requieren puntos de control para tomar precauciones. La temperatura indicada en la cual debe encontrarse el asfalto es de 215 °C. Castro William [et al] (2016 p. 12).

Tabla 4. Especificación técnica para el ensayo de punto de inflamación

Tipo		Grado de Penetración									
Grado	Ensayo	PEN 40 – 50		PEN 60 – 70		PEN 85 – 100		PEN 120 – 150		PEN 200 – 300	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Pruebas sobre el material bituminoso											
Penetración a 25°C, 100g, 5s, 0.1mm.	MTC E 304	40	50	60	70	85	200	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	
Solubilidad en Tridoro – etileno, %.	MTC E 302	99		99		99		99		99	
Índice de Penetración (Susceptibilidad Térmica)	MTC E 304	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
Ensayo de Mancha (Oliensies)											

Fuente. EG (2013, p. 242).

Tras determinar el aspecto volátil del asfalto, se pueden conocer con exactitud la proporción con la que se contemplan los aceites volátiles, este procedimiento se realiza sometiendo mediante una determinada temperatura y periodo el espécimen. La importancia de este punto data en conocer la inalterabilidad mediante un índice con el que cuenta un asfalto, generalmente este dato se da conocer antes del colocado en obra. Pereda y Cubas (2015 p. 24).

Por definición la solubilidad, de un asfalto es totalmente soluble en sulfuro de carbono, si al realizar el ensayo de un material quedara un residuo soluble, el resultado del ensayo permitirá juzgar sobre la cantidad de asfalto puro que contienen dicho material. Alarcón, Camacho y Herreño (2019 p. 12).

La dependencia de los asfaltos sobre su comportamiento queda regida por las características funcionales, así como también mecánicas, ya que estas serán

sometidas a diversas cargas de servicio las cuales si no llegan a las resistencias mínimas tendrán a originarse problemas sobre la conformación, por lo que al momento de una inspección se tomara como primordial factor las características mecánicas para ver las deformaciones que se pueden llegar a originar sobre estas. Ruíz, Reyes y Moreno (2015 p. 146).

La etapa de envejecimiento se data tras generar un encuentro en la alteración de las características tanto físicas como químicas de la carpeta, diferidas en la edad transcurrida por el tiempo, ya que es bien sabido que el factor del tiempo, así como también de los elementos adversos como los climatológicos o de servicio tienden a reducir la resistencia de los múltiples elementos. Rodriguez Daniella [et al] (2016 p. 48).

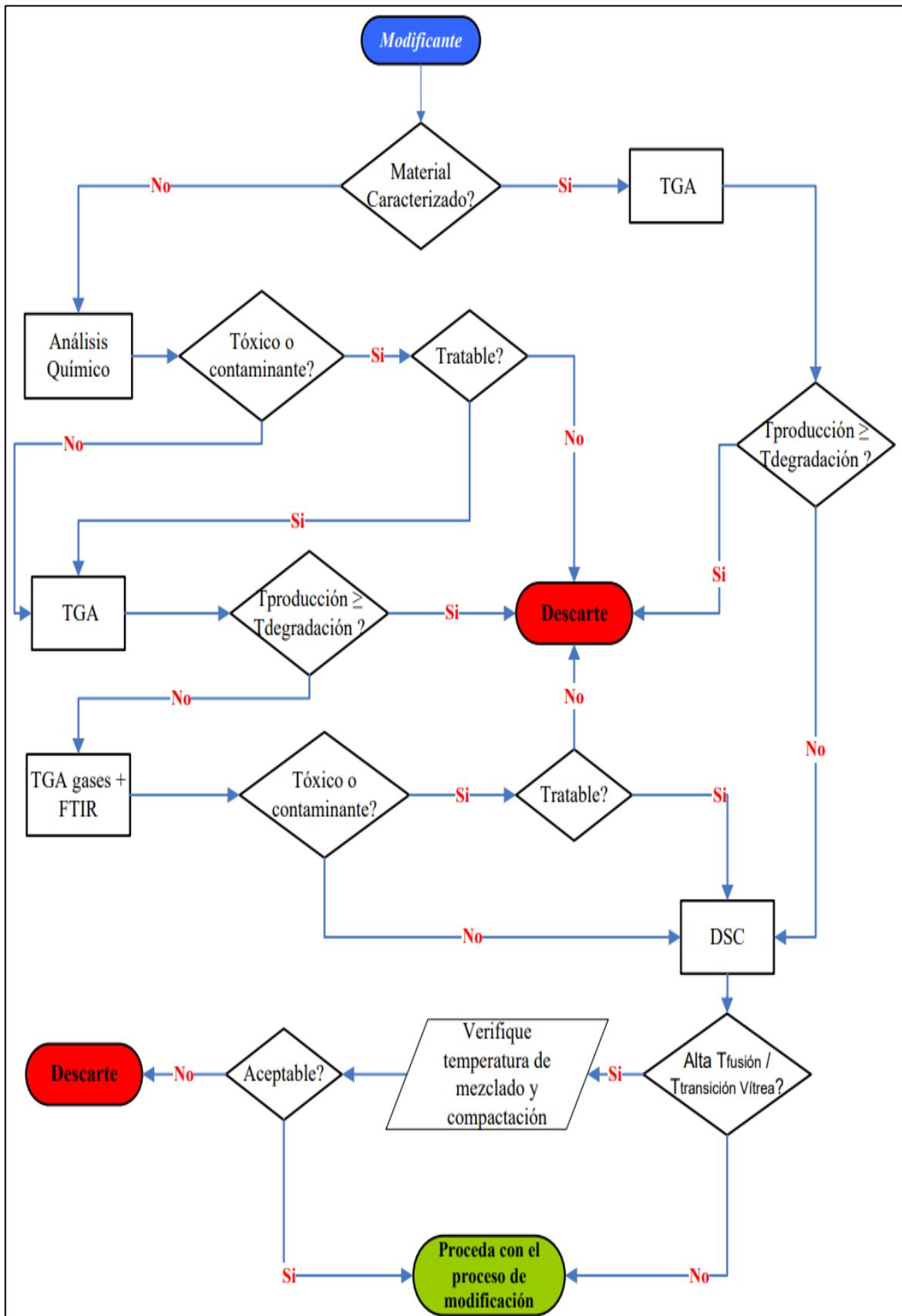
Al aplicar polímero en dosificaciones incurrimos en la modificación de los asfaltos convencionales con la finalidad de generar un aporte en las características químicas del mismo, este aporte se verá reflejado en el desempeño del pavimento y se podrá mejorar el tiempo de vida del pavimento. Palma Carolina [et al] (2015 p. 119).

Durante la elaboración de los asfaltos modificado, así como también mezclas asfálticas se deben contar los criterios y análisis exhaustivos de los materiales que se van incorporar dentro de estas dos mezclas, sobre todo se debe tomar en consideración los materiales reciclados, ya que estos componentes no cuentan con las mismas resistencias con las que podrían contar un material nuevo de cantera. Villegas, Aguilar y Loria (2018 p. 08).

Al momento de modificar el pavimento fue apreciable el aumento en la resistencia a la deformación y a los esfuerzos tensionantes repetidos presentando así una mejor resistencia sobre la carpeta de rodadura, de esta manera se dedujo que la eficiencia de permeabilidad y durabilidad se mejoró. Figueroa Ana [et al] (2009 p. 47).

Los derivados pétreos son partículas de rocas o minerales, los cuales son predominantes en las mezclas asfálticas tradicionales, al ser un material inerte y duro proporciona características de durabilidad y calidad de producto. Lopez y Alvarez (2017 p. 02).

Figura 8. Metodología integral de modificantes en matrices asfálticas



Fuente. Villegas, Aguilar y Loria (2018 p. 09).

El CRLL viene siendo el reciclado de los neumáticos los cuales ya no se emplean en los automóviles, estos vienen a ser llevados a depósitos (rellenos) con un fin inexacto de uso, o en muchos casos son llevados a basureros, siendo un elemento muy dañino para el medio ambiente, por los componentes que no cuentan con una biodegradación rápida. Carrizales (2015 p. 38).

El neumático viene siendo el conjunto de compuestos como cauchos tanto en estado natural y sintético.

Los neumáticos se componen de 3 productos: fibra textil, acero y cauchos que son de origen natural. Con la tecnología se fue incorporando polímeros para mejorar la el desempeño, como son el polisopreno sintético, polibutadieno y comúnmente el estireno – butadieno, provenientes de los hidrocarburos. Peláez, Velásquez y Diego (2017 p. 29).

Figura 10. La llanta



Fuente. <https://bit.ly/331V8RS>

Tabla 5. Composición de las llantas

Material	Llantas automóviles y camionetas	Llantas camiones y microbuses
Caucho natural	14%	27%
Caucho sintético	27%	14%
Negro de humo	28%	28%
Acero	14 – 15%	14 – 15%
Fibra textil. Suavizantes, óxidos, antioxidantes, etc.	16 – 17%	16 – 17%
Peso promedio	8.60 kg	45.40 kg
Volumen	0.06 m3	0.36 m3

Fuente. Carrizales (2015 p. 39).

Es usual realizar tendencias de aplicación al momento de fabricar un neumático, esto dependerá del fabricante se muestra en la tabla 7 la composición cotidiana junto a sus porcentajes respectivos. Al momento de ejecutar el proceso de vulcanizado, la fabricación del neumático, la goma virgen es mezclada con productos varios (cauchos sintéticos, azufre y óxidos) los cuales se llevan a temperaturas generando cambios a nivel estructural, mejorando de esta manera sus propiedades internas. Ardila y Arriola (2017 p. 41).

Tabla 6. Análisis químico de la llanta

Elemento	Composición
Carbono ©	70%
Hidrogeno (H)	7%
Azufre (S)	1.3%
Cloro (Cl)	0.2 – 0.6%
Hierro (Fe)	15%
Oxido de Zinc (ZnO)	2%
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	5%
Cromo (Cr)	97 ppm
Niquel (Ni)	77 ppm
Plomo (Pb)	60 – 760 ppm
Cadmio	5 – 10 ppm
Talio	0.2 – 0.3 ppm

Fuente. Carrizales (2015 p. 41).

Con la creciente utilización de neumáticos en áreas metropolitanas hizo viable el empleo de del caucho proveniente de la reutilización de estos para el diseño de pavimentos. Bohórquez y Ballesteros (2016 p. 05).

El caucho molido al ser sometido a procedimientos de vulcanizado obtiene resistencia al calor y sobrecalentamiento, de esta manera se elimina los problemas que generan un caucho virgen. En tal sentido no forma no se modifica al aplicarlo en cementos asfálticos a altas temperaturas de esta forma se genera un proceso de aglomeración de tipo hinchado presentando resistencias a fisuramiento mejores que los pavimentos convencionales. Bohórquez y Ballesteros (2016 p. 06).

Diseño Marshall

El diseño Marshall emplean probetas cilíndricas para poder determinar las fuentes de materiales de origen pétreo para tener una descripción de sus características y de esta forma poder utilizarlos en otros pavimentos. Rodríguez (2016 p. 04).

En el Manual de Carreteras (MTC, 2013) muestra la Tabla 15 donde se observa la relación entre la clase de mezcla respecto a los números de golpes que se le hace al espécimen. (p. 157)

Tabla 7. *Requisitos y parámetros de diseño para el ensayo Marshall*

Parámetro de diseño	Clase de mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
Compactación, numero de golpes por lado	75	50	35
Estabilidad (mínimo)	8.15 kN	5.44 kN	4.53 kN
Flujo 0.01" (0.25 mm)	8 – 14	8 – 16	8 – 20
Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3 – 5	3 – 5	3 – 5
Vacios en el agregado mineral			
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
Resistencia a la compresión Mpa min.	2.1	2.1	1.4
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 AASHTO T 283	80 min.		

Fuente. EG (2013 p. 242).

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación:

“El tipo de actividades rige de una serie de procesos aplicables para investigar y determinar una cuestión surgida de un problema, con el fin de obtener nueva información en el ámbito aplicado”. (p. 46)

En la presente investigación el tipo de investigación es experimental y aplicada, ya que realizarán procesos referidos a particiones de conocimientos anteriormente usados para lograr encontrar los objetivos planteados.

3.1.2. Diseño de investigación:

El diseño de un proceso de estudio en el sistema y/o plan que se realiza para tener información que se requiere en un estudio, para responder los problemas del estudio, realizándose con ello la prueba de hipótesis y conocer la veracidad de los mismos. Hernández (2019, p. 84)

El diseño del presente estudio es experimental, ya que, se enfoca en monitorear el fenómeno que suceden en el lugar de estudio, aplica muestras significativas, diseño experimental al igual que estrategia de control y metodología cuantitativa con la finalidad de estudiar las informaciones.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Materiales reciclados de llantas y pavimentos flexibles

a) Definición Conceptual: El empleo de materiales reciclados en la actualidad viene siendo un gran boom en el campo de la ingeniería, al no solamente alterar la propiedades físico mecánicas de los pavimentos flexibles, sino que también en gran medida es un gran aporte en el campo del medio ambiente, uno de los materiales reciclados que ayudan en las características vienen siendo las llantas, este material está compuesto por (caucho natural y sintético), las cuales son de gran aporte sobre la estructura prematura del pavimento, en cuanto a la capa de rodadura de esta se podrá emplear los áridos que la conforman para reducir en gran

medida los costos que demandan un pavimento nuevo. Pereda y Cubas (2015 p. 65).

- b) Definición Operacional:** Los materiales reciclados de llantas y pavimentos flexibles vienen siendo aditamentos (desechos), de uso desechable, los cuales con los debidos tratamientos se pueden emplear reutilizándolos sobre mezclas asfálticas para alterar tanto las propiedades físicas como mecánicas de los asfaltos, para determinar la debida caracterización de estos materiales es necesarios tener consentimiento en cuanto a los porcentajes de adición óptimos, así como también las características mecánicas del asfalto reciclados y por último la granulometría que se empleara de las partículas de llanta.
- c) Dimensiones:** Porcentaje óptimo de adición, Características mecánicas, Tamaño de partícula de llantas recicladas, comportamiento físico, comportamiento mecánico.
- d) Indicadores:** Cantidad, peso específico, equivalente de arena, caras fracturadas, índice de alargamiento, índice de aplanamiento, resistencia al desgaste de máquina de los ángeles, lavado asfáltico, granulometría.
- e) Instrumento:** Ensayos de laboratorio, cantidad de partículas.
- f) Escala de Medición:** Razón

Variable dependiente: Comportamiento de mezclas asfálticas modificadas.

- a) Definición Conceptual:** Los asfaltos presentan un comportamiento reológico muy complejo que depende de la temperatura, de carga y tiempo de aplicación. A bajas temperaturas y durante intervalos pequeños de tiempo el asfalto tiene un carácter elástico, mientras que a temperatura moderadamente elevadas o tiempos de aplicación muy largos, la elasticidad prácticamente desaparece, y el asfalto se deforma permanentemente y fluye. El mayor o menor grado de elasticidad depende de la composición y estructura coloidal. Avila (2013 p. 09).
- b) Definición Operacional:** El comportamiento de las mezclas asfálticas depende de los aditamentos que se incorporaran dentro de la mezcla

susodicha, en función a la temperatura, la cantidad del material reciclado o compuesto, y a su misma vez a las propiedades que compongan los materiales empleados, para ver el comportamiento tanto mecánico como físico.

- c) Dimensiones:** Comportamiento físico, comportamiento mecánico.
- d) Indicadores:** Durabilidad, adhesión, cohesión, susceptibilidad a la temperatura, endurecimiento y envejecimiento.
- e) Instrumento:** Ensayos de laboratorio.
- f) Escala de Medición:** Razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Tamayo (2003) "Define este punto como un ámbito global y genérico en donde se desarrolló la investigación". (p. 114)

Para la presente investigación la población queda constituida por las Mezclas asfálticas flexibles de la ciudad de Puno.

3.3.2. Criterios de inclusión

Vara (2010) "El criterio de inclusión, viene siendo una especificación puntual de todas las características de la población". (p. 96)

Para la presente propuesta de investigación se considerarán exclusivamente los materiales reciclados asfálticos de la Av. Simón Bolívar - Puno.

3.3.3. Criterios de exclusión

Vara (2010) "El criterio de exclusión, viene siendo un límite impuesto bajo la relación de la población, donde excluirán características o ámbitos donde se intervendrá". (p. 58).

Para la presente investigación no se considerarán los materiales reciclados que no se encuentren ubicados en la Avenida Simón Bolívar.

3.3.4. Muestra

Hernandez, Fernández y Baptista (2014) “La muestra viene siendo una población donde se delimitarán los puntos de investigación”. (p. 115)

La muestra para la presente investigación está constituida por el Diseño de mezclas asfálticas con y sin incorporación de materiales reciclados de llantas de la Av. Simón Bolívar - Puno.

3.3.5. Muestreo

Pino (2018) “Este punto viene a ser una población más específica donde se procederá a desarrollar la investigación, esta dependerá de fórmulas para determinar si va tras un proceso probabilístico o no probabilístico”. (p. 87)

La presente propuesta de investigación utilizará un muestro no probabilístico.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Arias (2004) “Se le denominan técnica a todos aquellos métodos que ayuden a cuantificar mediante valores de una manera sintética que pueda dar solución a un problema”. (p. 74).

En la presente investigación se emplearán técnicas en cuanto a la recolección de datos, muestreo de agregados, diseño de asfalto, con adición de material reciclado de llantas (tres diferentes porcentajes de adición) al pavimento flexibles reciclado, ensayos de laboratorio, análisis de resultados e interpretación de resultados todos de suma importancia para desarrollar los objetivos propuesto.

3.4.2. Instrumentos de recolección datos

García (2004) “Se define como instrumentos a todos aquellos medios que se emplearan tanto en forma física como virtual, para la obtención o recopilación de los datos necesarios para desarrollar la investigación”. (p. 35) En la presente investigación se emplearán fichas de recolección de datos, bolsas y herramientas de muestreo, equipos y herramientas de laboratorio, trabajo de gabinete, software de análisis e interpretación de resultados.

3.5. Procedimientos

Se ejecutó en dos tramos, los cuales se explicarán a continuación.

3.5.1. Trabajo de campo

En el presente trabajo se desarrollará primeramente la obtención de los materiales reciclados en cuanto a las llantas recicladas, así como también se hará la recolección de los materiales reciclados de la carpeta de rodadura de la Avenida Simón Bolívar - Puno, por consiguiente, se procederá a llevar las muestras a laboratorio para su debido procedimiento para la obtención de los materiales para el diseño del asfalto.

3.5.2. Trabajo de laboratorio

Durante el trabajo de laboratorio se procederá a describir todos los ensayos realizados, para responder a los objetivos planteados en la presente investigación.

Ensayo 1

Después de realizar la recolección de la muestra se procedió a hacer todos los procedimientos para realizar el respectivo ensayo.

Primero, se llevó la muestra representativa de asfalto reciclado, que se recolectó de la Av. Simón Bolívar de la ciudad de Puno. Como se ilustra en la figura 11.

Figura 11. *Muestra representativa del asfalto reciclado*



Fuente: Elaboración propia

Segundo, previamente se realizó el tarado del recipiente, del pesado de la muestra M-01 tuvimos como resultado $P=1058.2$ gr. Como se ilustra en la figura 12.

Figura 12. Selección y pesado



Fuente: Elaboración propia

Tercero, se procedió con el lavado del asfalto en la máquina centrífuga con la adición del disolvente (tricloroetileno) hasta cubrir completamente todo el material, esperando un tiempo prudente para que el disolvente disgregue la muestra. Este procedimiento se realizó en tres ocasiones. Como se ilustra en la figura 13.

Figura 13. Lavado asfáltico



Fuente: Elaboración propia

Cuarto, se realizó la extracción de los componentes de la máquina centrífuga con suma precaución con el fin de no perder peso, con la ayuda de una espátula. Como se ilustra en la figura 14.

Figura 14. *Extracción de material*



Fuente: Elaboracion propia

Quinto, la muestra extraída es colocada en un recipiente para posteriormente realizar el secado, haciendo movimientos continuos con el fin de volatizar el material soluble, se utilizó una estufa a gas. Como se ilustra en la figura 15.

Figura 15. *Secado de material*



Fuente: Elaboración propia

Sexto, una vez secado el material se procede a realizar la determinación de granulometría. Haciendo lo pasar por las mallas correspondientes. Como se muestra en la figura 16.

Figura 16. Determinación de la Granulometría



Fuente: Elaboración propia

Ensayo 2

Se realizó el revivido de la muestra del Asfalto Reciclado para tener fragmentos más homogéneos. Como se ilustra en la figura 17.

Figura 17 *Revivido de la Muestra de Asfalto Reciclado*



Fuente: Elaboración propia

Posterior al revivido de la muestra se realizó el método de cuarteo, para tener partes homogéneas y representativas, como se ilustra en la figura 18.

Figura 18. *Método de cuarteo*



Fuente: Elaboracion propia

En este paso, procedemos con calentar el PEN, hasta llegar a la temperatura idónea donde se ablandará y se volverá líquido, para posteriormente realizar la mezcla.

Figura 19. *Calentamiento del PEN.*



Fuente: Elaboracion propia

Cuando el PEN este a la temperatura adecuada procedemos con la mezcla del mismo con la muestra del Material reciclado de llanta, como se aprecia en la figura 20.

Figura 20. Mezclado del PEN y Material reciclado de llanta



Fuente: Elaboracion propia

Después de preparar la mezcla procedemos con la elaboración del moldeado tomando como molde Marshall, aplicando 75 golpes por cada cara. Como se aprecia en la figura 21.

Figura 21. Elaboración de briquetas.



Fuente: Elaboración propia

Obtenidas las briquetas M-01, M-02 Y M-03, con el porcentaje de adición de caucho reciclado, procedemos a pesarlos y rotularlos, como se aprecia en la figura 22.

Figura 22. Muestras con adición de grano de caucho M-01, M-02 Y M-03



Fuente: Elaboración propia

Posterior al pesado, se realizó el colocado de muestras en baño maría a una temperatura de 60°C en un periodo comprendido de 30 y 40 minutos. Como se ilustra en la figura 23.

Figura 23. Baño María



Fuente: Elaboración propia

Inmediatamente pasado el tiempo de sumergimiento, se procedió a colocar la briqueta en el cabezal de rotura mordaza y realizar el ensayo Marshall. Como se aprecia en la figura 24.

Figura 24. Rotura de briquetas



Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Lectura de flujo y esfuerzo



Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

El método aplicado para el correspondiente análisis de los datos obtenidos se da sobre lo inductivo, ya que a partir de las teorías recopiladas que se emplearán para el proceso de la obtención de los resultados se procederá a generar las conclusiones para la presente investigación.

3.7. Aspectos éticos

Todo lo redactado en la presente investigación se dará según el código de ética establecida bajo la resolución del consejo universitario N°0126-2017/UCV de la Universidad Cesar Vallejo.

Primeramente, se establece bajo el artículo 6° que dentro de sus lineamientos comprende la parte de honestidad, se procederá dar veracidad en cuanto a la repetitividad de los resultados, demostraron las fichas de control dados por el laboratorio empleado para el desarrollo de la tesis.

Por segundo punto, bajo el artículo 7° que contempla el aspecto de competencia profesional se planteó dar fiel cumplimiento a los procesos sobre la metodología para la mejor interpretación de los resultados obtenidos.

Por tercer punto, bajo el artículo 9° que contempla el aspecto de responsabilidad, en la investigación se aseguró de cumplir los lineamientos establecidos por la Universidad Cesar Vallejo.

Por cuarto punto, bajo el artículo 14° que contempla el aspecto de la publicación de las investigaciones, en la presente tesis se previó dar pase bajo el consentimiento de los autores sobre la publicación de la investigación en el sistema electrónico de publicaciones científicas de la Universidad Cesar Vallejo.

IV. RESULTADOS

En ésta etapa se detalla y da a conocer los resultados obtenidos a través de los ensayos desarrollados, donde podremos responder los objetivos planteados, durante la primera etapa se procedió a recolectar los neumáticos desechados y carpeta asfáltica removida de la Avenida Simón Bolívar, donde se determinó las características físico mecánicas del pavimento flexible reciclado y los agregados empleados para el diseño Marshall.

Caracterización de los agregados

Equivalente de arena – agregado fino

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo de equivalente de arena, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 8. *Equivalente de arena chancada – asfalto convencional*

ITEM	DATOS	UND	1	2	3	Promedio
1	Arena natural	%	82.60	83.00	83.30	83.00
2	Arena chancada	%	66.70	67.30	66.10	66.70
3	Arena chancada 35% y arena natural 23%	%	73.60	76.90	72.20	74.20

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 8, se puede apreciar los valores obtenidos mediante el ensayo de equivalente de arena para el agregado (arena natural, chancada y chancada 35% - natural 23%) extraído de la Planta Chancadora Móvil KM 6+000 LD (Ruta Juliaca - Puno) y cantera Cabanillas (Grava) – Pichacani (Finos). En los cuales se evaluaron 3 puntos, determinando un valor promedio de la arena natural del 83.00% la cual cumple con los requerimientos establecidos por el manual EG-2013 y las especificación del proyecto dados para asfaltos en caliente, que designa un valor o rango permisible del 70.00%, por otro lado la arena chancada determino un valor promedio del 66.70%, incumpliendo los parámetros permisibles establecido por la norma y finalmente la arena chancada al 35% - arena natural 23%, establecido un valor promedio del 74.20% cumpliendo con lo estipulado en la norma técnica, siendo la más influyente la arena natural.

Angularidad del agregado fino

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo de angularidad del agregado fino, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 9. Angularidad del agregado fino

ITEM	DATOS	UND	1	2
1	Arena chancada 35% y arena natural 23%	%	45.00	46.10
2	Promedio	%	45.60	

Fuente. Resultados de laboratorio.

En la tabla 9, se puede apreciar los valores obtenidos mediante el ensayo de angularidad del agregado fino (arena chancada 35% - arena natural 23%) extraído de la Planta Chancadora Móvil KM 6+000 LD (Ruta Juliaca - Puno) y cantera Cabanillas (Grava) – Pichacani (Finos). En los cuales se evaluaron 2 puntos, determinando un valor para la primera unidad de muestra de 45.00% y un valor para la segunda unidad de muestra de 46.10%, de las cuales se denota un valor promedio de 45.60%, cumpliendo con lo estipulado en el manual EG-2013 y las especificaciones del proyecto, donde se indica que el valor no tiene que ser menor al 40%.

Ensayo de azul de metileno del agregado fino

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo de azul de metileno, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 10. Ensayo de azul de metileno

ITEM	DATOS	UND	Resultado
1	35.00% arena chancada N° ¼" + 23.00% arena natural N° ¼"	%	5.10

Fuente. Resultados de laboratorio.

En la tabla 10, se puede apreciar el valor obtenido mediante el ensayo de azul de metileno (35% arena chancada N° ¼" + 23.00% arena natural N° ¼") extraído de la Planta Chancadora Móvil KM 6+000 LD (Ruta Juliaca - Puno) y cantera Cabanillas (Grava) – Pichacani (Finos). De donde se determinó que el resultado de azul de

metileno es de 5.10% cumpliendo con lo estipulado en el manual EG-2013 y especificaciones del proyecto, aduciendo que según la exigencia de calidad de los agregados este no debe sobrepasar el valor de 8.00%.

Índice de plasticidad del agregado fino

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo de índice de plasticidad, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 11. *Índice de plasticidad del agregado fino*

Descripción	Límites de consistencia
	Arena chancada 35% - Arena natural 23%
LL	18.85 %
LP	N.P.
IP	N.P.

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 11, se puede apreciar que el límite líquido dado por la tendencia lineal de las humedades, se ubica en la gráfica del punto de 25 golpes y donde intercepte con la línea tendencia, ese es el valor de límite líquido del suelo, en este caso para la muestra de arena chancada 35% - arena natural 23%, se obtuvieron límites líquidos de (18.85%), en cuanto al índice de plasticidad no se obtuvo resultado alguno denotando un valor N.P.

Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado fino

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo de índice de plasticidad, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 12. *Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado fino*

ITEM	DESCRIPCION	UND.	VALOR
1	Porcentaje del ensayo del agregado fino	%	10.10
2	Especificación técnica de obra	%	18.00
3	Evaluacion	Cumple	

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 12, se puede apreciar el valor obtenido mediante el ensayo de durabilidad al sulfato, (35% arena chancada + 23.00% arena natural), extraído de la Planta Chancadora Móvil KM 6+000 LD (Ruta Juliaca - Puno) y cantera Cabanillas (Grava) – Pichacani (Finos). De donde se determinó que el resultado durabilidad al sulfato de magnesio del agregado es de 10.10% cumpliendo con lo estipulado en el manual EG-2013 y especificaciones del proyecto, aduciendo que según la exigencia de calidad de los agregados este debe ser menor al 18.00%.

Indice de durabilidad de agregados

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo de índice de plasticidad, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 13. *Indice de durabilidad de agregados*

ITEM	DESCRIPCION	UND.	VALOR
1	Porcentaje del ensayo del agregado fino	%	10.10
2	Especificación técnica de obra	%	18.00
3	Evaluacion	Cumple	

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 13, se puede apreciar el valor obtenido mediante el ensayo de índice de durabilidad, (35% arena chancada + 23.00% arena natural), extraído de la Planta Chancadora Móvil KM 6+000 LD (Ruta Juliaca - Puno) y cantera Cabanillas (Grava) – Pichacani (Finos). De donde se determinó que el resultado durabilidad al sulfato de magnesio del agregado es de 10.10% cumpliendo con lo estipulado en el manual EG-2013 y especificaciones del proyecto, aduciendo que según la exigencia de calidad de los agregados este debe ser menor al 18.00%.

Ensayo de sales solubles totales del agregado fino

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo sales solubles totales del agregado fino, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 14. *Ensayo de sales solubles del agregado fino*

ITEM	DESCRIPCION	UND.	1	2
1	Porcentaje de sales solubles totales	%	0.296	0.336
2	Promedio de sales solubles totales	%	0.316	
3	Especificación técnica de obra	%	0.50	
4	Evaluacion	Cumple		

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 14, se puede apreciar el valor obtenido mediante el ensayo de sales solubles (35% arena chancada + 23.00% arena natural), extraído de la Planta Chancadora Móvil KM 6+000 LD (Ruta Juliaca - Puno) y cantera Cabanillas (Grava) – Pichacani (Finos). De donde se determinó el porcentaje de sales solubles totales 0.316%, cumpliendo con lo estipulado en el manual EG-2013 y especificaciones del proyecto, aduciendo que según la exigencia de calidad de los agregados este debe ser menor 0.50%.

Gravedad específica y absorción de agregados finos

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo gravedad específica y absorción de agregados finos, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 15. *Gravedad específica y absorción de agregados finos*

ITEM	DESCRIPCION	UND.	1	2	3
1	Porcentaje de gravedad específica y absorción de agregados finos	%	1.350	1.210	1.210
2	Promedio de sales solubles totales	%	1.257		
3	Especificación técnica de obra	%	1.00		
4	Evaluacion	No Cumple			

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 15, se puede apreciar el valor obtenido mediante el ensayo de gravedad específica y absorción (35% arena chancada + 23.00% arena natural), extraído de la Planta Chancadora Móvil KM 6+000 LD (Ruta Juliaca - Puno) y cantera Cabanillas (Grava) – Pichacani (Finos). De donde se determinó gravedad específica y absorción de agregados finos es de 1.257%, no cumpliendo con lo estipulado en el manual EG-2013 y especificaciones del proyecto, aduciendo que según la exigencia de calidad de los agregados este debe ser menor 1.00%.

Pesos unitarios del agregado fino

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo de pesos unitarios del agregado fino, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 16. *Pesos unitarios del agregado fino*

ITEM	DESCRIPCION	UND.	1	2	3
1	Peso unitario suelto	gr/cc	1.596	1.600	1.597
2	Promedio	gr/cc	1.598		
3	Peso unitario suelto compactado	gr/cc	1.812	1.827	1.819
4	Promedio	gr/cc	1.819		

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 16, se puede apreciar el valor obtenido mediante el ensayo pesos unitarios, (35% arena chancada + 23.00% arena natural), extraído de la Planta Chancadora Móvil KM 6+000 LD (Ruta Juliaca - Puno) y cantera Cabanillas (Grava) – Pichacani (Finos). De donde se determinó que el peso unitario suelto promedio es de 1.598 gr/cc y el peso unitario compactado promedio es de 1.816 gr/cc.

Pesos unitarios del agregado integral

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo de pesos unitarios del agregado integral, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 17. *Pesos unitarios del agregado fino*

ITEM	DESCRIPCION	UND.	1	2	3
1	Peso unitario suelto seco	gr	1.589	1.625	1.607
2	Promedio	gr	1.607		
3	Peso unitario suelto compactado	gr	1.815	1.822	1.821
4	Promedio	gr	1.821		

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 17, se puede apreciar el valor obtenido mediante el ensayo pesos unitarios, (35% arena chancada + 23.00% arena natural), extraído de la Planta Chancadora Móvil KM 6+000 LD (Ruta Juliaca - Puno) y cantera Cabanillas (Grava) – Pichacani (Finos). De donde se determinó que el peso unitario suelto seco

promedio es de 1.607 gr. y el peso unitario suelto compactado promedio es de 1.821 gr.

Análisis granulométrico arena natural de 1/4" – N° 1

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al análisis granulométrico de la arena natural de 1/4" – N° 1, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 18. Análisis granulométrico arena natural de 1/4" – N° 1

Abertura malla	AASHTO T-27(mm)	Peso retenido parcial	% Peso retenido parcial	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	MAC 2
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	80 – 100
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	70 – 88
N° 4	4.750	80.10	6.70	6.70	93.30	51 – 68
N° 10	2.000	282.80	23.70	30.40	69.60	38 – 52
N° 40	0.425	515.50	43.20	73.70	26.30	17 – 28
N° 80	0.180	247.70	20.80	94.50	5.50	8 – 17
N° 200	0.075	44.50	3.70	98.20	1.80	4 – 8
>N° 200	FONDO	21.40	1.80	100.00	0.00	

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 18 se puede apreciar que la normatividad de la MTC E 107, especifica que la gradación debe encontrarse en los parámetros establecidos para los agregados finos MAC-2 por lo que se tuvo la presencia que en las mallas 1", 3/4" y 1/2" cumplen con lo estipulado en la norma EG 2013, en tanto la malla 3/8" incumplió con los valores pasantes estipulados en la norma, lo mismo se vio reflejado en los tamices N° 4 y N° 10, por otra parte el tamiz N° 40 cumplido con los parámetros mínimos del pasante acumulado, finalmente los tamices N° 80 y N° 200 incumplieron con los parámetros estipulados en la norma, concluyendo que tras efectuar el análisis granulométrico de la arena natural de 1/4" – N° 1, el material no es el adecuado para el diseño de un pavimento de concreto asfáltico en caliente.

En grafico 1, se aprecia como la curva granulométrica de la arena natural de 1/4" se va caracterizando con los valores detallados en la tabla 18.

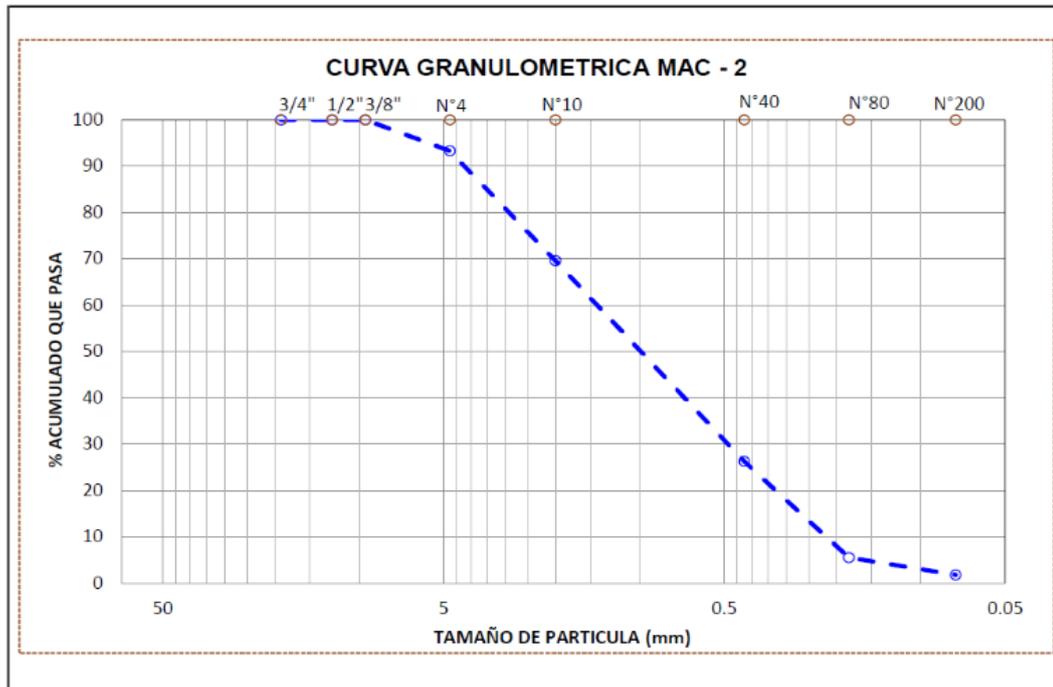


Gráfico 1. Curva granulométrica arena natural de 1/4” – N° 1

Fuente. Resultados de laboratorio

Análisis granulométrico arena natural de 1/4” – N° 2

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al análisis granulométrico de la arena natural de 1/4” – N° 2, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 19. Análisis granulométrico arena natural de 1/4” – N° 2

Abertura malla	AASHTO T-27(mm)	Peso retenido parcial	% Peso retenido parcial	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	MAC 2
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	80 – 100
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	70 – 88
N° 4	4.750	61.10	5.80	5.80	94.20	51 – 68
N° 10	2.000	253.50	23.90	29.70	70.30	38 – 52
N° 40	0.425	465.50	43.90	73.50	25.50	17 – 28
N° 80	0.180	224.50	21.20	94.70	5.30	8 – 17
N° 200	0.075	39.90	3.80	98.50	1.50	4 – 8
>N° 200	FONDO	16.40	1.50	100.00	0.00	

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 19 se puede apreciar que la normatividad de la MTC E 107, especifica que la gradación debe encontrarse en los parámetros establecidos para los agregados finos MAC-2 por lo que se tuvo la presencia que en las mallas 1", ¾" y ½" cumplen con lo estipulado en la norma EG 2013, en tanto la malla 3/8" incumplió con los valores pasantes estipulados en la norma, lo mismo se vio reflejado en los tamices N° 4 y N° 10, por otra parte el tamiz N° 40 cumplido con los parámetros mínimos del pasante acumulado, finalmente los tamices N° 80 y N° 200 incumplieron con los parámetros estipulados en la norma, concluyendo que tras efectuar el análisis granulométrico de la arena natural de ¼" – N° 2, el material no es el adecuado para el diseño de un pavimento de concreto asfáltico en caliente.

En gráfico 2, se aprecia como la curva granulométrica de la arena natural de 1/4" se va caracterizando con los valores detallados en la tabla 19.

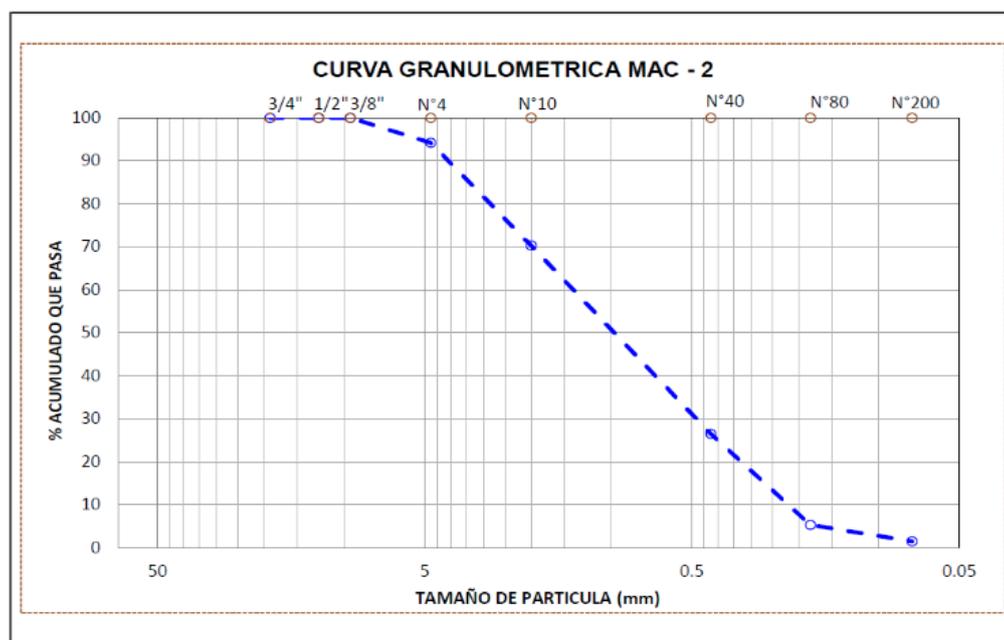


Gráfico 2. Curva granulométrica arena natural de 1/4" – N° 2

Fuente. Resultados de laboratorio

Análisis granulométrico arena natural de ¼" – Promedio

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al análisis granulométrico de la arena natural de ¼" – Promedio, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 20. Análisis granulométrico arena natural de 1/4" – Promedio

Abertura malla	AASHTO T-27(mm)	Peso retenido parcial	% Peso retenido parcial	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	MAC 2
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	80 – 100
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	70 – 88
Nº 4	4.750	69.80	6.20	6.20	93.80	51 – 68
Nº 10	2.000	268.10	23.80	30.00	70.00	38 – 52
Nº 40	0.425	491.20	43.60	73.60	26.40	17 – 28
Nº 80	0.180	236.60	21.00	94.60	5.40	8 – 17
Nº 200	0.075	41.70	3.70	98.30	1.70	4 – 8
>Nº 200	FONDO	19.70	1.70	100.00	0.00	

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 20 se puede apreciar que la normatividad de la MTC E 107, especifica que la gradación debe encontrarse en los parámetros establecidos para los agregados finos MAC-2 por lo que se tuvo la presencia que en las mallas 1", 3/4" y 1/2" cumplen con lo estipulado en la norma EG 2013, en tanto la malla 3/8" incumplió con los valores pasantes estipulados en la norma, lo mismo se vio reflejado en los tamices Nº 4 y Nº 10, por otra parte el tamiz Nº 40 cumplido con los parámetros mínimos del pasante acumulado, finalmente los tamices Nº 80 y Nº 200 incumplieron con los parámetros estipulados en la norma, concluyendo que tras efectuar el análisis granulométrico de la arena natural de 1/4" – promedio, el material no es el adecuado para el diseño de un pavimento de concreto asfáltico en caliente.

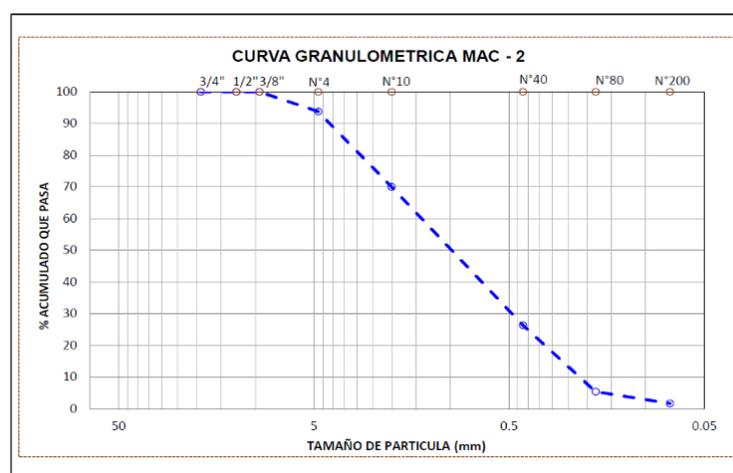


Gráfico 3. Curva granulométrica arena natural de 1/4" – promedio

Fuente. Resultados de laboratorio

En grafico 3, se aprecia como la curva granulométrica de la arena natural de 1/4” se va caracterizando con los valores detallados en la tabla 20.

Análisis granulométrico arena chancada de 1/4” – N° 1

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al análisis granulométrico de la arena chancada de 1/4” – N° 1, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 21. Análisis granulométrico arena natural de 1/4” – N° 1

Abertura malla	AASHTO T-27(mm)	Peso retenido parcial	% Peso retenido parcial	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	MAC 2
1”	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4”	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1/2”	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	80 – 100
3/8”	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	70 – 88
N° 4	4.750	43.40	3.90	3.90	96.10	51 – 68
N° 10	2.000	259.00	23.20	27.10	72.90	38 – 52
N° 40	0.425	435.90	39.00	66.10	33.90	17 – 28
N° 80	0.180	212.90	19.10	85.20	14.80	8 – 17
N° 200	0.075	77.90	7.00	92.20	7.80	4 – 8
>N° 200	FONDO	87.60	7.80	100.00	0.00	

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 21 se puede apreciar que la normatividad de la MTC E 107, especifica que la gradación debe encontrarse en los parámetros establecidos para los agregados finos MAC-2 por lo que se tuvo la presencia que en las mallas 1”, 3/4” y 1/2” cumplen con lo estipulado en la norma EG 2013, en tanto la malla 3/8” incumplió con los valores pasantes estipulados en la norma, lo mismo se vio reflejado en los tamices N° 4, N° 10 y N° 40, finalmente los tamices N° 80 y N° 200 cumplieron con los parámetros estipulados en la norma, concluyendo que tras efectuar el análisis granulométrico de la arena natural de 1/4” – 1, el material no es el adecuado para el diseño de un pavimento de concreto asfáltico en caliente.

En grafico 4, se aprecia como la curva granulométrica de la arena natural de 1/4” se va caracterizando con los valores detallados en la tabla 21.

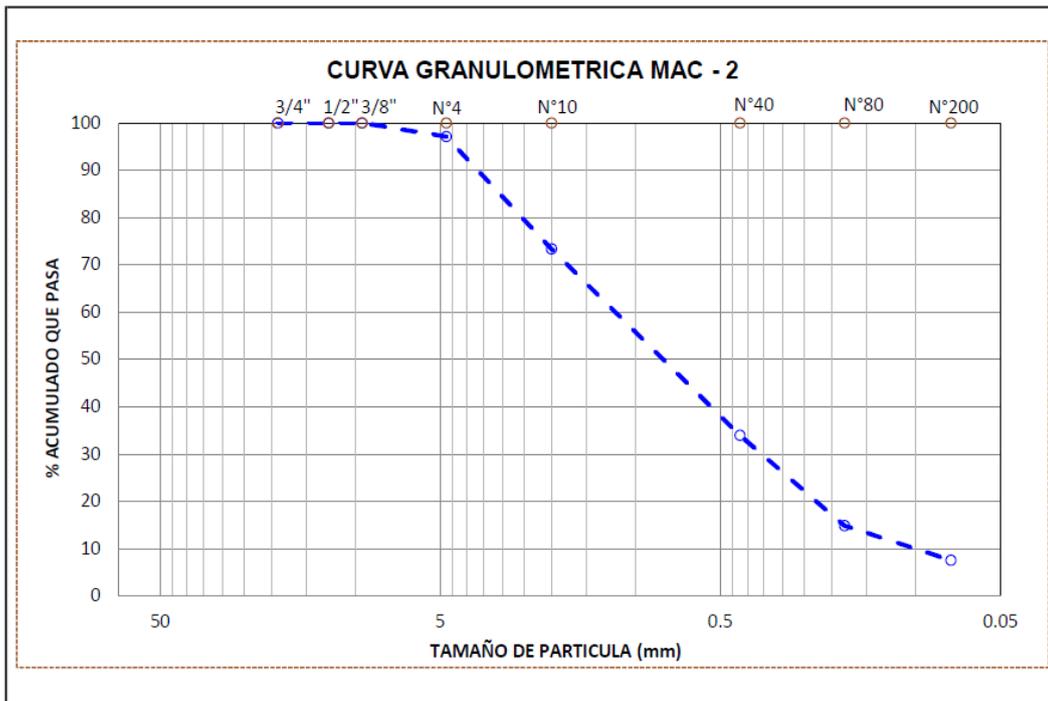


Gráfico 4. Curva granulométrica arena natural de 1/4” – N° 1

Fuente. Resultados de laboratorio

Análisis granulométrico arena chancada de 1/4” – N° 2

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al análisis granulométrico de la arena chancada de 1/4” – N° 2, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 22. Análisis granulométrico arena natural de 1/4” – N° 2

Abertura malla	AASHTO T-27(mm)	Peso retenido parcial	% Peso retenido parcial	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	MAC 2
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	80 – 100
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	70 – 88
N° 4	4.750	29.00	2.90	2.90	97.10	51 – 68
N° 10	2.000	239.20	23.70	26.60	73.40	38 – 52
N° 40	0.425	397.00	39.40	66.00	34.00	17 – 28
N° 80	0.180	192.50	19.10	85.10	14.90	8 – 17
N° 200	0.075	73.20	7.30	92.40	7.60	4 – 8
>N° 200	FONDO	76.50	7.60	100.00	0.00	

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 22 se puede apreciar que la normatividad de la MTC E 107, especifica que la gradación debe encontrarse en los parámetros establecidos para los agregados finos MAC-2 por lo que se tuvo la presencia que en las mallas 1", ¾" y ½" cumplen con lo estipulado en la norma EG 2013, en tanto la malla 3/8" incumplió con los valores pasantes estipulados en la norma, lo mismo se vio reflejado en los tamices N° 4, N° 10 y N° 40, finalmente los tamices N° 80 y N° 200 cumplieron con los parámetros estipulados en la norma, concluyendo que tras efectuar el análisis granulométrico de la arena natural de ¼" – 2, el material no es el adecuado para el diseño de un pavimento de concreto asfáltico en caliente.

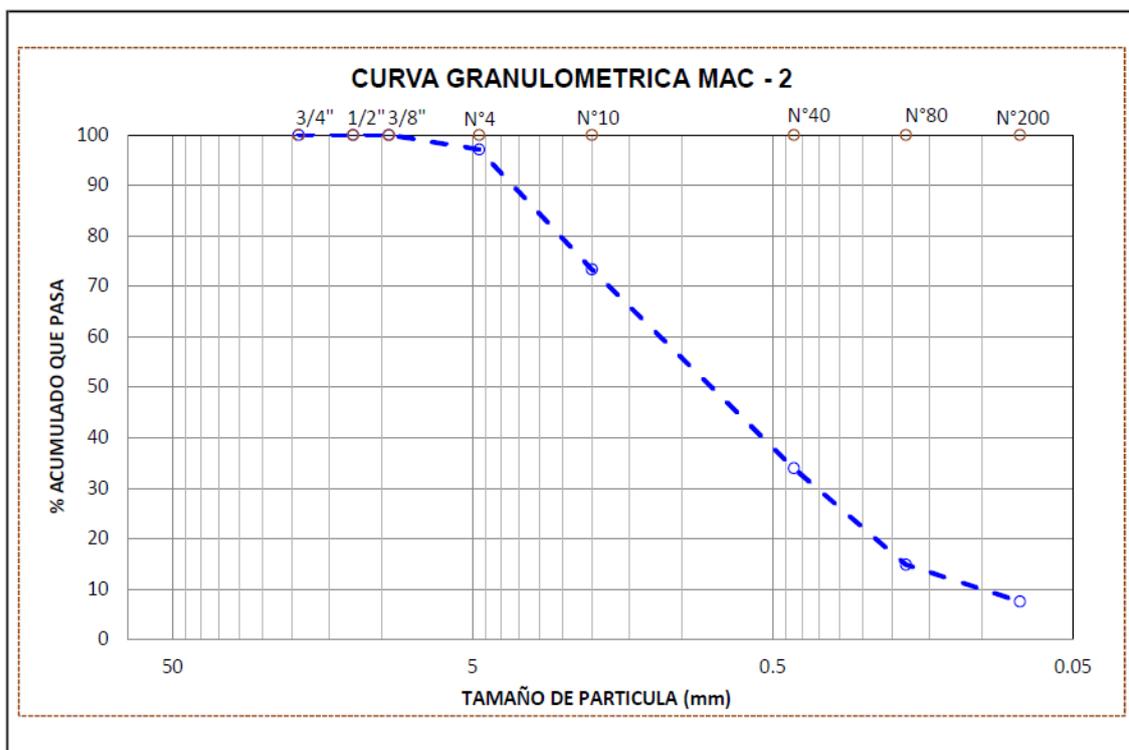


Gráfico 5. Curva granulométrica arena natural de 1/4" – N° 2

Fuente. Resultados de laboratorio

En gráfico 5, se aprecia como la curva granulométrica de la arena natural de 1/4" se va caracterizando con los valores detallados en la tabla 22.

Análisis granulométrico arena chancada de ¼" – Promedio

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al análisis granulométrico de la arena chancada de ¼" – Promedio, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 23. Análisis granulométrico arena natural de 1/4" – promedio

Abertura malla	AASHTO T-27(mm)	Peso retenido parcial	% Peso retenido parcial	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	MAC 2
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	80 – 100
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	70 – 88
Nº 4	4.750	36.10	3.40	3.40	96.60	51 – 68
Nº 10	2.000	248.50	23.40	26.80	73.20	38 – 52
Nº 40	0.425	416.30	39.20	66.00	34.00	17 – 28
Nº 80	0.180	202.90	19.10	85.10	14.90	8 – 17
Nº 200	0.075	76.50	7.20	92.30	7.70	4 – 8
>Nº 200	FONDO	81.80	7.70	100.00	0.00	

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 23 se puede apreciar que la normatividad de la MTC E 107, especifica que la gradación debe encontrarse en los parámetros establecidos para los agregados finos MAC-2 por lo que se tuvo la presencia que en las mallas 1", 3/4" y 1/2" cumplen con lo estipulado en la norma EG 2013, en tanto la malla 3/8" incumplió con los valores pasantes estipulados en la norma, lo mismo se vio reflejado en los tamices Nº 4, Nº 10 y Nº 40, finalmente los tamices Nº 80 y Nº 200 cumplieron con los parámetros estipulados en la norma, concluyendo que tras efectuar el análisis granulométrico de la arena natural de 1/4" – promedio, el material no es el adecuado para el diseño de un pavimento de concreto asfáltico en caliente.

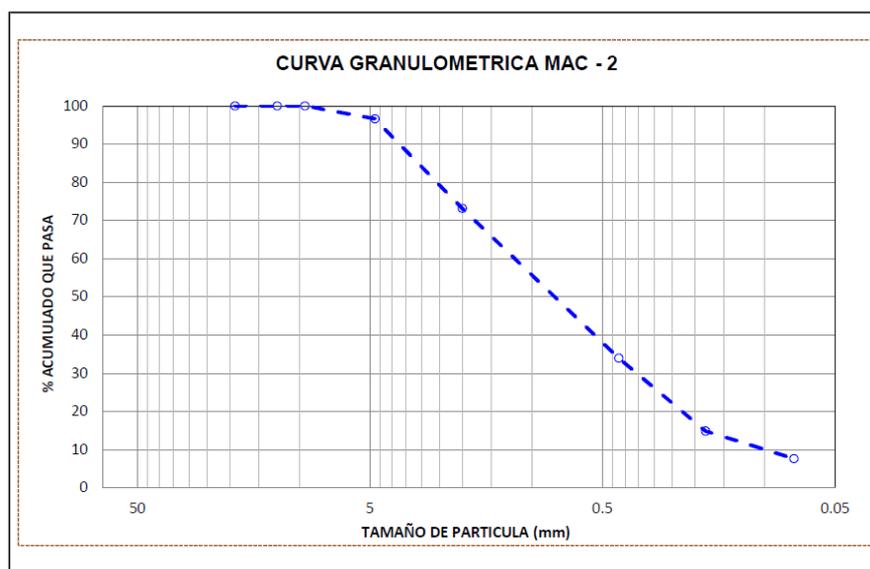


Gráfico 6. Curva granulométrica arena natural de 1/4" – promedio

Fuente. Resultados de laboratorio

En grafico 6, se aprecia como la curva granulométrica de la arena natural de 1/4” se va caracterizando con los valores detallados en la tabla 23.

Análisis granulométrico filler mineral

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al análisis granulométrico filler mineral, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 24. Análisis granulométrico del filler mineral

Abertura malla	AASHTO T-27(mm)	Peso retenido parcial	% Peso retenido parcial	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	MAC 2
¾”	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
½”	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/8”	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	80 – 100
Nº 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	70 – 88
Nº 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00	51 – 68
Nº 40	0.425	5.10	1.20	1.20	98.80	38 – 52
Nº 80	0.180	14.20	3.40	4.60	95.40	17 – 28
Nº 200	0.075	20.10	4.80	9.30	90.70	8 – 17
>Nº 200	FONDO	383.00	90.70	100.00	0.00	4 – 8

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 24 se puede apreciar que la normatividad de la MTC E 107, especifica que la gradación debe encontrarse en los parámetros establecidos para los agregados finos MAC-2 por lo que se tuvo la presencia que en las mallas 1”, ¾” y ½” cumplen con lo estipulado en la norma EG 2013, en tanto la malla 3/8” incumplió con los valores pasantes estipulados en la norma, lo mismo se vio reflejado en los tamices Nº 4, Nº 10, Nº 40, Nº 80 y Nº 200, concluyendo que tras efectuar el análisis granulométrico de la arena natural de ¼” – promedio, el material no es el adecuado para el diseño de un pavimento de concreto asfáltico en caliente.

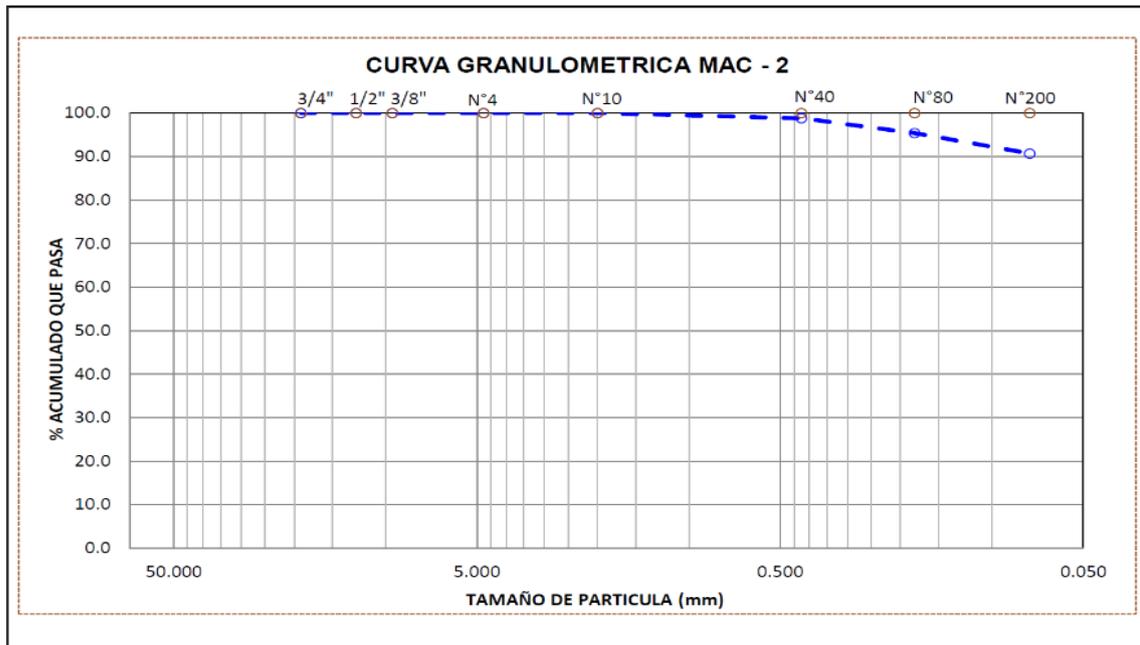


Gráfico 7. Curva granulométrica del filler mineral

Fuente. Resultados de laboratorio

En gráfico 7, se aprecia como la curva granulométrica de la arena natural de 1/4" se va caracterizando con los valores detallados en la tabla 24.

Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 25. Índice de durabilidad de agregados

ITEM	DESCRIPCION	UND.	VALOR
1	Porcentaje del ensayo del agregado grueso	%	9.30
2	Especificación técnica	%	15.00
3	Evaluación	Cumple	

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 25, se puede apreciar el valor obtenido mediante el ensayo de durabilidad al sulfato, (piedra chancada de 1/2" y 3/8"), extraído de la cantera Cabanillas (Grava) – Pichacani (Finos). De donde se determinó que el resultado de durabilidad al sulfato de magnesio del agregado es de 9.30% cumpliendo con lo

estipulado en el manual EG-2013 y especificaciones del proyecto, aduciendo que según la exigencia de calidad de los agregados este debe ser menor al 15.00%.

Abrasión de los ángulos

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 26. Índice de durabilidad de agregados

ITEM	DESCRIPCION	UND.	Piedra chancada ½” y 3/8”		
			VALOR	VALOR	VALOR
1	Porcentaje del ensayo del agregado grueso	%	24.40	23.80	24.10
2	Especificación técnica	%	40.00	40.00	40.00
3	Evaluacion		Cumple	Cumple	Cumple

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 26, se puede apreciar el valor obtenido mediante el ensayo de abrasión, (piedra chancada de ½” y 3/8”), extraído de la cantera Cabanillas (Grava) – Pichacani (Finos). De donde se determinaron los siguientes resultados (24.40%, 23.80% y 24.10%), cumpliendo con lo estipulado en el manual EG-2013 y especificaciones del proyecto, aduciendo que según la exigencia de calidad de los agregados este debe ser menor al 40.00%.

Adherencia del agregado – bitumen

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo de adherencia – bitumen, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 27. Índice de durabilidad de agregados

ITEM	MUESTRA	ADITIVO	DOSIS	% de Recubrimiento	Condición de prueba
1	Grava chancada + PEN 120/150	Sin aditivo	0.00%	-75	Inmersión en agua 100 grados Celsius por 10 min
2	Grava chancada + PEN 120/150	Morlife 6000	0.50%	+95	
3	Grava chancada + PEN 120/150	Morlife 6000	0.75%	+95	
4	Grava chancada + PEN 120/150	Morlife 6000	1.00%	+95	

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 27, se puede apreciar el valor obtenido mediante el ensayo de adherencia agregado – bitumen. De donde se determinaron los siguientes valores (-75.00%, +95%, +95% y +95%), para las dosificaciones establecidas de (0.00%, 0.50%, 0.75% y 1.00%) respectivamente, donde se visualiza que la grava chancada + PEN 120/150 sin incorporación de aditivo, no cumple con el % de recubrimiento estipulado dentro del manual EG – 2013, en tanto con las dosificación de aditivo Morlife 6000 en cantidades de (0.50%, 0.75% y 1.00%), inmersas en agua a una temperatura de 100°C por 10 min, cumplen con estipulado en la normas técnicas que detallan que esta debe encontrarse en +95%.

Indice de durabilidad de agregados

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo de índice de durabilidad de agregados, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 28. *Indice de durabilidad de agregados*

ITEM	Análisis de:	UND.	VALOR
1	Indice de durabilidad	%	45.00
2	Especificación técnica de obra	%	35.00
3	Evaluacion		Cumple

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 28, se puede apreciar el valor obtenido mediante el ensayo de índice de durabilidad de los agregados de la piedra chancada de ½” y 3/8”, extraído de la cantera Cabanillas (Grava) – Pichacani (Finos). De donde se determinó el siguiente valor 45.00% cumpliendo con lo estipulado en el manual EG-2013 y especificaciones del proyecto, aduciendo que según la exigencia de calidad de los agregados este debe ser menor al 35.00%.

Partículas chatas y alargadas

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo de partículas chatas y alargadas, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 29. Partículas chatas y alargadas

Material		Agregado grueso			Chatas			Alargadas			Ni chatas, ni alargadas		
Tamiz (Pulg)	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr.)	% Ret	% Que pasa Acum.	Peso (gr.)	% Ret.	% Correg.	Peso (gr.)	% Ret.	% Correg.	Peso (gr.)	% Ret	% Correg
2"	50.80												
1 1/2"	38.10												
1"	25.40												
3/4"	19.05			100.0									
1/2"	12.70	1652	49.0	51.0	72.0	4.4	2.1	72.0	4.4	2.1	1508	91.3	44.7
3/8"	8.75	1719	51.0		131	7.6	3.9	131	7.6	3.9	1457	84.8	43.2
Total		3371	100		203		6.0	203		6.0	2965		87.9

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 29, se puede apreciar el valor obtenido mediante el ensayo de partículas chatas y alargadas de los agregados de la piedra chancada de 1/2" y 3/8", extraídos de la cantera Cabanillas (Grava) – Pichacani (Finos). De donde se determinó que la cantidad de las partículas chatas y alargadas asciende a un porcentaje del 12% en tanto este valor cumple con lo estipulado dentro de las normas MTC E 221 y ASTM D4791, donde especifican que las especificaciones mínimas para un proyecto deben ascender a un valor mayor del 10%.

Porcentaje de caras fracturadas en los agregados

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo de porcentaje de caras fracturadas en los agregados, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 30. Con una cara fracturada

TAMIZ		Peso muestra (gr.)	Peso Mat. una cara fracturada	% de caras fracturadas	% Ret. gradación original	Promedio de caras fracturadas
Pasa	Retiene	A	B	$C=(B/A)^{100}$	D	$E=C*D$
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1652.00	1381.00	83.60	49.00	4096.40
1/2"	3/8"	1719.00	1467.00	85.30	51.00	4350.30
Total		3371.00	2848.00		100.00	8446.70

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 30, se puede apreciar el valor obtenido mediante el ensayo de caras fracturadas (una cara) de los agregados de la piedra chancada de 1/2" y 3/8", extraídos de la cantera Cabanillas (Grava) – Pichacani (Finos). De donde se determinó que la cantidad con una cara fracturada asciende al valor de 84.50%, lo cual indica que este porcentaje no cumple con lo estipulado dentro de la normativa del manual EG-2013, por lo que no es viable para las especificaciones de un proyecto, donde indica que el porcentaje de una cara fracturada debe ascender al valor de 90.00%.

Tabla 31. Con dos caras fracturadas

TAMIZ		Peso muestra (gr.)	Peso Mat. una cara fracturada	% de caras fracturadas	% Ret. gradación original	Promedio de caras fracturadas
Pasa	Retiene	A	B	$C=(B/A)^{100}$	D	$E=C*D$
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1652.00	1249.00	75.60	49.00	3704.40
1/2"	3/8"	1719.00	1380.00	80.30	51.00	4095.30
Total		3371.00	2629.00		100.00	7799.70

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 31, se puede apreciar el valor obtenido mediante el ensayo de caras fracturadas (dos caras) de los agregados de la piedra chancada de 1/2" y 3/8", extraídos de la cantera Cabanillas (Grava) – Pichacani (Finos). De donde se determinó que la cantidad con dos caras fracturadas asciende al valor de 78.00%, lo cual indica que este porcentaje cumple con lo estipulado dentro de la normativa del manual EG-2013, por lo que es viable para las especificaciones de un proyecto, donde indica que el porcentaje de una cara fracturada debe ascender al valor de 70.00%.

Ensayo de sales solubles totales – agregado grueso

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 32. Sales solubles totales – agregado grueso

ITEM	DESCRIPCION	UND.	1	2	Promedio
1	Sales solubles totales agregado grueso ensayo	%	0.391	0.382	0.387
2	Especificación técnica de obra	%	0.50	0.50	0.50
3	Evaluacion		Cumple		

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 32, se puede apreciar el valor obtenido mediante el ensayo de sales solubles totales – agregado grueso. De donde se determinó que el valor promedio de sales solubles del agregado es de 0.387%, lo cual indica que según las especificaciones del manual EG-2013 cumple con los parámetros mínimos permisible de generar un valor menor al 0.50%.

Peso específico y absorción del agregado grueso

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 33. Peso específico y absorción del agregado grueso

ITEM	DESCRIPCION	UND.	1	2	Promedio
1	Sales solubles totales agregado grueso ensayo	%	1.314	1.335	1.327
2	Especificación técnica de obra	%	1.00	1.00	1.00
3	Evaluacion		No Cumple		

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 33, se puede apreciar el valor obtenido mediante el ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso. De donde se determinó que el valor promedio de sales solubles del agregado es de 1.327%, lo cual indica que según las especificaciones del manual EG-2013 no cumple con los parámetros mínimos permisible de generar un valor no mayor al 1.00%.

Análisis granulométrico piedra chancada de 1/2” y 3/8” – M1

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al análisis granulométrico de la piedra chancada de 1/2” y 3/8” – M1, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

En la tabla 34, se puede apreciar que la normatividad de la MTC E 107, especifica que la gradación debe encontrarse en los parámetros establecidos para los agregados MAC-2 por lo que se tuvo la presencia que en las mallas 1" y 3/4", cumplen con lo estipulado en la norma EG 2013, en tanto las mallas 1/2", 3/8", N° 4, N° 10 y N° 40 incumplen con los parámetros establecidos (% pasante acumulado), lo cual indica que el material no es el adecuado para el diseño del pavimento de concreto asfáltico en caliente.

Tabla 34. Análisis granulométrico piedra chancada de 1/2" y 3/8" – M1

Abertura malla	AASHTO T-27(mm)	Peso retenido parcial	% Peso retenido parcial	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	MAC 2
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1/2"	12.500	1691.00	20.30	20.30	79.70	80 – 100
3/8"	9.500	2031.00	24.40	44.70	55.30	70 – 88
N° 4	4.750	4191.00	50.30	95.00	5.00	51 – 68
N° 10	2.000	208.00	2.50	97.50	2.50	38 – 52
N° 40	0.425	210.00	2.50	100.00	0.00	17 – 28
N° 80	0.180					8 – 17
N° 200	0.075					4 – 8
<N° 200	FONDO					

Fuente. Resultados de laboratorio

En grafico 8, se aprecia como la curva granulométrica de la piedra chancada de 1/2" y 3/8", se va caracterizando con los valores detallados en la tabla 34.

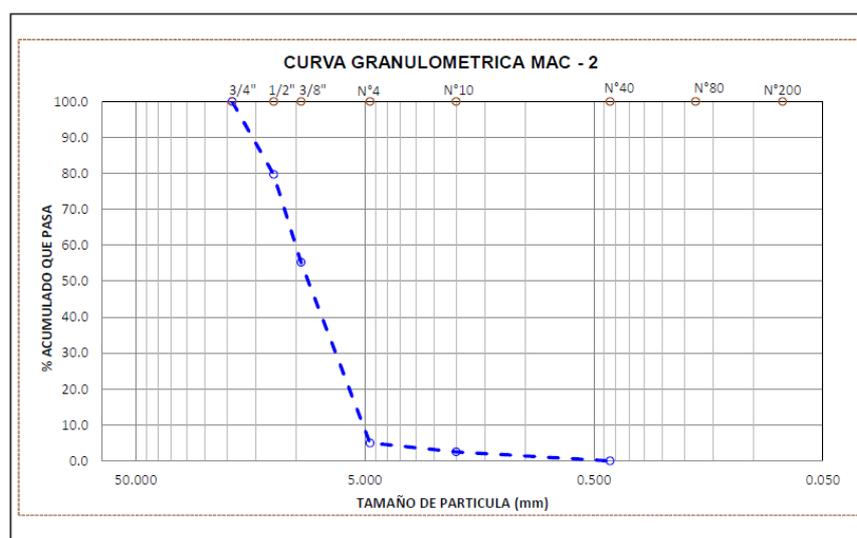


Gráfico 8. Curva granulométrica piedra chancada 1/2" y 3/8" – M1

Fuente. Resultados de laboratorio

Análisis granulométrico piedra chancada de 1/2" y 3/8" – M2

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al análisis granulométrico de la piedra chancada de 1/2" y 3/8" – M2, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

En la tabla 35, se puede apreciar que la normatividad de la MTC E 107, especifica que la gradación debe encontrarse en los parámetros establecidos para los agregados MAC-2 por lo que se tuvo la presencia que en las mallas 1" y 3/4", cumplen con lo estipulado en la norma EG 2013, en tanto las mallas 1/2", 3/8", N° 4, N° 10 y N° 40 incumplen con los parámetros establecidos (% pasante acumulado), lo cual indica que el material no es el adecuado para el diseño del pavimento de concreto asfáltico en caliente.

Tabla 35. Análisis granulométrico piedra chancada de 1/2" y 3/8" – M2

Abertura malla	AASHTO T-27(mm)	Peso retenido parcial	% Peso retenido parcial	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	MAC 2
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1/2"	12.500	1652.00	21.00	21.00	79.00	80 – 100
3/8"	9.500	1719.00	21.90	42.90	57.10	70 – 88
N° 4	4.750	4142.00	52.80	95.70	4.30	51 – 68
N° 10	2.000	173.00	2.20	97.90	2.10	38 – 52
N° 40	0.425	165.00	2.10	100.00	0.00	17 – 28
N° 80	0.180					8 – 17
N° 200	0.075					4 – 8
<N° 200	FONDO					

Fuente. Resultados de laboratorio

En grafico 9, se aprecia como la curva granulométrica de la piedra chancada de 1/2" y 3/8", se va caracterizando con los valores detallados en la tabla 35.

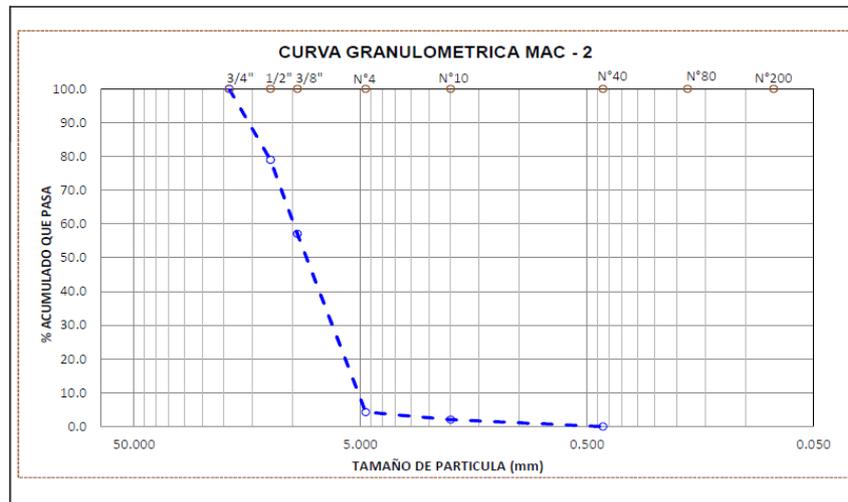


Gráfico 9. Curva granulométrica piedra chancada 1/2" y 3/8" – M2

Fuente. Resultados de laboratorio

Análisis granulométrico piedra chancada de 1/2" y 3/8" – Promedio

Para la elaboración del pavimento convencional en caliente, se presentaron los siguientes valores correspondientes al análisis granulométrico de la piedra chancada de 1/2" y 3/8" – Promedio, tramo Av. Simón Bolívar – Puno.

Tabla 36. Análisis granulométrico piedra chancada de 1/2" y 3/8" – Promedio

Abertura malla	AASHTO T-27(mm)	Peso retenido parcial	% Peso retenido parcial	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	MAC 2
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1/2"	12.500	1867.00	20.60	20.60	79.40	80 – 100
3/8"	9.500	1877.00	23.20	43.80	56.20	70 – 88
Nº 4	4.750	4167.00	51.50	95.30	4.70	51 – 68
Nº 10	2.000	202.00	2.50	97.80	2.20	38 – 52
Nº 40	0.425	178.00	2.20	100.00	0.00	17 – 28
Nº 80	0.180					8 – 17
Nº 200	0.075					4 – 8
<Nº 200	FONDO					

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 36, se puede apreciar que la normatividad de la MTC E 107, especifica que la gradación debe encontrarse en los parámetros establecidos para los agregados MAC-2 por lo que se tuvo la presencia que en las mallas 1" y 3/4", cumplen con lo estipulado en la norma EG 2013, en tanto las mallas 1/2", 3/8", Nº

Asfalto convencional

En esta etapa se contemplan todos los resultados necesarios para la realización de la mezcla asfáltica en caliente convencional.

Combinación de agregados para mezcla asfáltica en caliente

En la tabla 38, se puede apreciar que la normatividad de la MTC E 107, especifica que la gradación de los agregados debe encontrarse en los parámetros establecidos por la MAC-2, por lo que se puso a disposición la evaluación de la combinación de los agregados (Piedra chancada 38%, arena natural 35%, arena chancada 25% y filler 2%) denotando cumplimiento en todos los tamices entre los rangos máximos y mínimo del % pasante, definiendo que los agregados empleados para el diseño del asfalto en caliente modificado.

Tabla 38. *Combinación de agregados – materiales procesados*

Abertura Malla	AASHTO T-27 (mm)	Granulometría de los agregados						MAC-2	
		Agregado (trit – terc) # 1 arena chancada	Agregado (Zarandeada) # 2 arena natural	Agregado # 3 grava ½"	Agregado # 4 grava ¾"	Agregado # 5 filler	% combinado	Min	Max
1"	25.000								
¾"	19.050				100.00		100.00	100	100
½"	12.500			0.00	73.20		89.80	80	100
3/8"	9.500	100.00	100.00	0.00	51.00		81.40	70	88
Nº 4	4.750	98.00	75.90	0.00	14.90		58.70	51	68
Nº 10	2.000	72.90	52.50	0.00	6.70	100.00	41.10	38	52
Nº 40	0.425	29.70	30.00	0.00	3.70	99.90	21.30	17	28
Nº 80	0.180	11.00	17.40	0.00	2.10	99.00	11.60	8	17
Nº 200	0.075	4.60	4.00	0.00	1.10	97.80	4.90	4	8

Fuente. Resultados de laboratorio

En grafico 11, se aprecia como la curva granulométrica del acopio de materiales, se va caracterizando con los valores detallados en la tabla 38, donde se define que los agregados empleados para el diseño del asfalto cumplen con todos los parámetros mínimos y máximos de gradación.

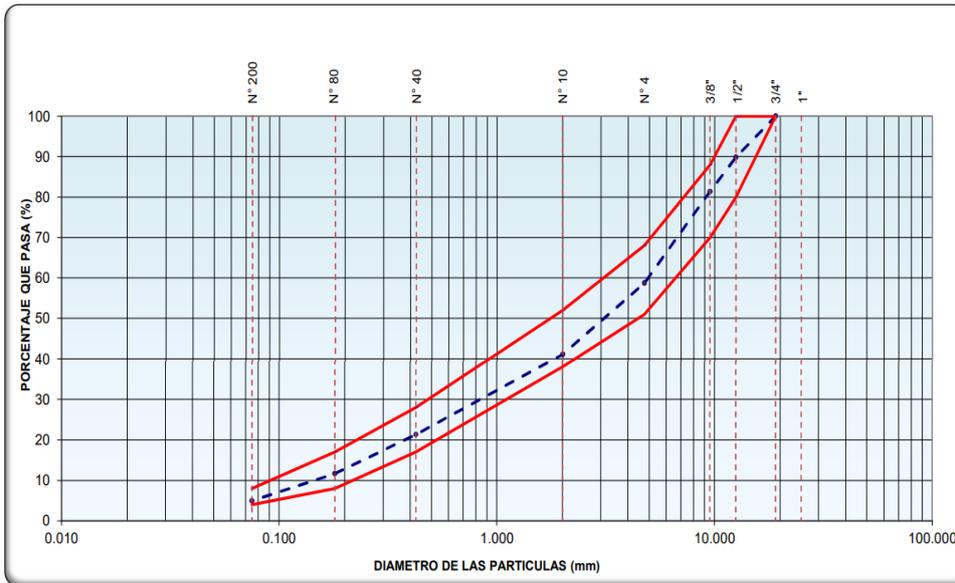


Gráfico 11. Curva granulometría – diseño convencional

Fuente. Resultados de laboratorio

Ensayo Marshall – asfalto convencional

En la tabla 39, se presentan los datos del diseño Marshall para una dosificación de asfalto convencional.

Tabla 39. Diseño Marshall – convencional

ITEM	DESCRIPCION	UND.	Dosificación 0.0%		
			1	2	3
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	%	6.5	7.0	7.5
2	Peso unitario	g/cm ³	2.240	2.246	2.244
3	Vacíos (%)	%	3.6	3.6	2.9
4	Flujo (mm)	mm	3.07	3.4	4.37
5	Estabilidad (kg)	kg	1269	1080	905

Fuente. Resultados de laboratorio

Asfalto modificado

En esta etapa se contemplan todos los resultados necesarios para la realización de la mezcla asfáltica en caliente modificada.

Combinación de agregados para mezcla asfáltica en caliente

En la tabla 39, se puede apreciar que la normatividad de la MTC E 107, especifica que la gradación de los agregados debe encontrarse en los parámetros establecidos por la MAC-2, por lo que se puso a disposición la evaluación de la combinación de los agregados denotando cumplimiento en todos los tamices entre los rangos máximos y mínimo del % pasante, definiendo que los agregados empleados para el diseño del asfalto en caliente modificado.

Tabla 40. Combinación de agregados – materiales procesados

Abertura Malla	AASHTO T-27 (mm)	Granulometría de los agregados						MAC-2	
		Agregado (trit – terc) # 1 arena chancada	Agregado (Zarandeada) # 2 arena natural	Agregado # 3 grava ½"	Agregado # 4 grava ¾"	Agregado # 5 filler	% combinado	Min	Max
1"	25.000								
¾"	19.050				100.00		100.00	100	100
½"	12.500			100.00	45.60		89.10	80	100
3/8"	9.500	100.00	100.00	88.10	13.20		79.60	70	88
Nº 4	4.750	95.60	95.20	15.50	1.70		56.70	51	68
Nº 10	2.000	65.60	71.10	4.90	0.00	100.00	40.30	38	52
Nº 40	0.425	33.40	29.80	0.00	0.00	97.50	19.50	17	28
Nº 80	0.180	19.80	6.90	0.00	0.00	92.30	9.60	8	17
Nº 200	0.075	12.80	2.80	0.00	0.00	88.80	5.00	4	8

Fuente. Resultados de laboratorio

En grafico 12, se aprecia como la curva granulométrica del acopio de materiales, se va caracterizando con los valores detallados en la tabla 38, donde se define que los agregados empleados para el diseño del asfalto cumplen con todos los parámetros mínimos y máximos de gradación.

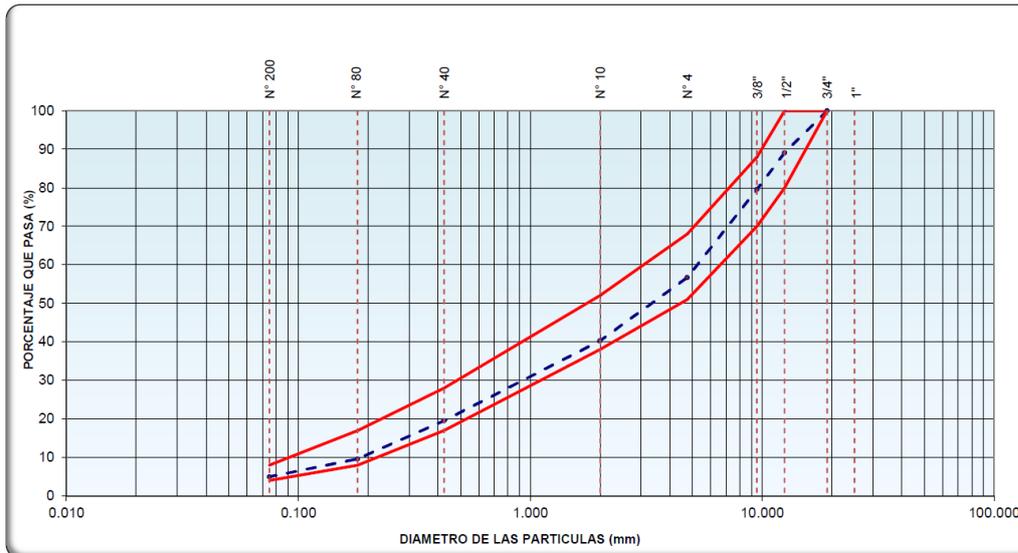


Gráfico 12. Curva granulométrica

Fuente. Resultados de laboratorio

Ensayo Marshall

En la tabla 41, se presentan los datos del diseño Marshall para una dosificación del 1.00% de material de llanta reciclada (MLLR).

Tabla 41. Diseño Marshall – dosificación 1.00%

ITEM	DESCRIPCION	UND.	Dosificación 1.0%		
			1	2	3
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	%	6.90	7.10	7.30
2	Peso unitario	g/cm ³	2.238	2.234	2.236
3	Vacíos (%)	%	4.70	4.90	4.80
4	Flujo (mm)	mm	5.13	5.09	5.11
5	Estabilidad (kg)	kg	2443	2083	2222

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 42, se presentan los datos del diseño Marshall para una dosificación del 1.50% de material de llanta reciclada (MLLR).

Tabla 42. Diseño Marshall – dosificación 1.50%

ITEM	DESCRIPCION	UND.	Dosificación 1.5%		
			1	2	3
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	%	6.90	7.10	7.30
2	Peso unitario	g/cm ³	2.212	2.285	2.262
3	Vacíos (%)	%	6.70	3.60	4.60
4	Flujo (mm)	mm	5.01	5.03	5.02
5	Estabilidad (kg)	kg	1046	1815	2226

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 43, se presentan los datos del diseño Marshall para una dosificación del 2.00% de material de llanta reciclada (MLLR).

Tabla 43. *Diseño Marshall – dosificación 2.00%*

ITEM	DESCRIPCION	UND.	Dosificación 2.0%		
			1	2	3
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	%	6.90	7.10	7.30
2	Peso unitario	g/cm ³	2.231	2.230	2.235
3	Vacíos (%)	%	6.60	6.60	6.40
4	Flujo (mm)	mm	5.84	5.91	5.78
5	Estabilidad (kg)	kg	2224	2251	2179

Fuente. Resultados de laboratorio

Prueba Estadística

De acuerdo a Supo (2012, p. 15), se recomienda que antes de desarrollar la prueba estadística se tenga en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tipo de estudio** : Aplicada
- Nivel de estudio** : Explicativo
- Diseño de estudio** : Experimental
- Tipo de variable** : Variable Numérica
- Objetivo de estudio** : Determinar
- Comportamiento de datos** : Valores finales

De acuerdo a todos los criterios nombrados se eligió la prueba estadística de ANOVA (Análisis de varianza) los datos se procesaron mediante el software estadístico SPSS.

Planteamiento de Hipótesis

Ho: En los grupos la media es estadísticamente igual.

H1: Existe diferencia de medias entre los grupos.

Nivel de significancia

El nivel de significancia será de 5%, este valor es un dato comúnmente usado por los investigadores.

Lectura del P-valor y toma de decisión

P-valor $\geq \alpha$ (Aceptamos H0)

P-valor $< \alpha$ (Aceptamos H1)

Prueba estadística para los resultados de estabilidad

Para realizar la prueba paramétrica de análisis de varianza (ANOVA), primeramente, se comprueba si los datos obtenidos poseen una distribución normal, esto se realizó mediante la prueba de Shapiro Wilk, debido a que se contaban con menores a 50 datos.

Tabla 44. Prueba de normalidad de la estabilidad

Pruebas de normalidad							
	Descripción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad	MAC convencional	0,175	3	.	1,000	3	1,000
	MAC + 1% de MRLL y RAP	0,238	3	.	0,976	3	0,702
	MAC + 1.5% de MRLL y RAP	0,175	3	.	1,000	3	1,000
	MAC + 2.0% de MRLL y RAP	0,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla 44 podemos apreciar que los valores de significancia (p-valor) son mayores a 0.05 (α), de acuerdo a estos valores podemos afirmar que los datos poseen una distribución normal.

Tabla 45. Análisis de varianza de la estabilidad

ANOVA					
Estabilidad					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2358104,250	3	786034,750	985,315	0,000
Dentro de grupos	6382,000	8	797,750		
Total	2364486,250	11			

En la tabla 45 se aprecia que el valor de significancia (p-valor) de 0.000 que es menor al valor de Alpha (0.05) por lo cual se acepta la hipótesis de investigador (H_1), que indica que las medias de los grupos son diferentes.

Para detallar entre que grupos hay diferencias significativas se realiza la prueba post – hoc de Tukey.

Tabla 46. Prueba post – hoc de Tukey de la estabilidad

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Estabilidad						
HSD Tukey						
(I) Proporción	(J) Proporción	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Lím. Inf.	Lím. Sup.
MAC convencional	MAC + 1% de MRLL y RAP	-973,000 [*]	23,061	,000	-1046,85	-899,1489
	MAC + 1.5% de MRLL y RAP	-735,000 [*]	23,061	,000	-808,851	-661,1489
	MAC + 2.0% de MRLL y RAP	-1171,000 [*]	23,061	,000	-1244,85	-1097,148
MAC + 1% de MRLL y RAP	MAC convencional	973,000 [*]	23,061	,000	899,148	1046,851
	MAC + 1.5% de MRLL y RAP	238,000 [*]	23,061	,000	164,148	311,8511
	MAC + 2.0% de MRLL y RAP	-198,000 [*]	23,061	,000	-271,851	-124,1489
MAC + 1.5% de MRLL y RAP	MAC convencional	735,000 [*]	23,061	,000	661,148	808,8511
	MAC + 1% de MRLL y RAP	-238,000 [*]	23,061	,000	-311,851	-164,1489
	MAC + 2.0% de MRLL y RAP	-436,000 [*]	23,061	,000	-509,851	-362,1489
MAC + 2.0% de MRLL y RAP	MAC convencional	1171,000 [*]	23,061	,000	1097,14	1244,851
	MAC + 1% de MRLL y RAP	198,000 [*]	23,061	,000	124,148	271,8511
	MAC + 1.5% de MRLL y RAP	436,000 [*]	23,061	,000	362,148	509,8511

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

De la tabla 46 se observa que todos los valores de significancia están por debajo del valor de 0.05 (α) por lo que se afirma que existe varianza entre los grupos.

Tabla 47. Test de HSD de Tukey para la estabilidad

Estabilidad					
HSD Tukey ^a					
Proporción	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
MAC convencional	3	1080,0000			
MAC + 1.5% de MRLL y RAP	3		1815,0000		
MAC + 1% de MRLL y RAP	3			2053,0000	
MAC + 2.0% de MRLL y RAP	3				2251,0000
Significancia		1,000	1,000	1,000	1,000

De la tabla 47 se aprecia que existe diferencias significativas en todos los grupos, razón por la cual cada media se encuentra en diferente columna, esto indica que la incorporación de materiales reciclados de llantas y pavimentos flexibles si influyen en la estabilidad de mezcla asfáltica en caliente y el que mayor estabilidad incrementó fue la incorporación de 2%.

Prueba estadística para los resultados de flujo

Para realizar la prueba paramétrica de análisis de varianza (ANOVA), primeramente, se comprueba si los datos obtenidos poseen una distribución normal, esto se realizó mediante la prueba de Shapiro Wilk, debido a que se contaban con menores a 50 datos.

Tabla 48. Prueba de normalidad del flujo

Pruebas de normalidad							
Flujo	Proporción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	MAC convencional	0,238	3	.	0,976	3	0,702
	MAC + 1% de MRLL y RAP	0,328	3	.	0,871	3	0,298
	MAC + 1.5% de MRLL y RAP	0,289	3	.	0,928	3	0,480
	MAC + 2.0% de MRLL y RAP	0,213	3	.	0,990	3	0,806

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla 48 podemos apreciar que los valores de significancia (p-valor) son mayores a 0.05 (α), de acuerdo a estos valores podemos afirmar que los datos poseen una distribución normal.

Tabla 49. Análisis de varianza del flujo

ANOVA					
Flujo					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	14,883	3	4,961	215,456	0,000
Dentro de grupos	,184	8	,023		
Total	15,067	11			

En la tabla 49 se aprecia que el valor de significancia (p-valor) de 0.000 que es menor al valor de Alpha (0.05) por lo cual se acepta la hipótesis de investigador (H_1), que indica que las medias de los grupos son diferentes.

Para detallar entre que grupos hay diferencias significativas se realiza la prueba post – hoc de Tukey.

Tabla 50. Prueba post – hoc de Tukey del flujo

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Flujo						
HSD Tukey						
(I) Proporción	(J) Proporción	Dif. de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Lím. Inf.	Lím. Sup.
MAC convencional	MAC + 1% de MRLL y RAP	-2,190*	,1239	,000	-2,586	-1,7932
	MAC + 1.5% de MRLL y RAP	-2,130*	,1239	,000	-2,526	-1,7332
	MAC + 2.0% de MRLL y RAP	-3,010*	,1239	,000	-3,406	-2,6132
MAC + 1% de MRLL y RAP	MAC convencional	2,190*	,1239	,000	1,793	2,5868
	MAC + 1.5% de MRLL y RAP	,060	,1239	,960	-,336	,4568
	MAC + 2.0% de MRLL y RAP	-,820*	,1239	,001	-1,216	-,4232
MAC + 1.5% de MRLL y RAP	MAC convencional	2,130*	,1239	,000	1,733	2,5268
	MAC + 1% de MRLL y RAP	-,060	,1239	,960	-,456	,3368
	MAC + 2.0% de MRLL y RAP	-,880*	,1239	,000	-1,276	-,4832
MAC + 2.0% de MRLL y RAP	MAC convencional	3,010*	,1239	,000	2,613	3,4068
	MAC + 1% de MRLL y RAP	,820*	,1239	,001	,423	1,2168
	MAC + 1.5% de MRLL y RAP	,880*	,1239	,000	,483	1,2768

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

De la tabla 50 se observa que la mayoría de los valores de significancia están por debajo del valor de 0.05 (α) por lo que se afirma que existe varianza entre los grupos, a excepción de la MAC + 1% de MRLL y RAP y la proporción de MAC + 1.5% de MRLL y RAP, donde no hay una varianza muy significativa.

Tabla 51. Test de HSD de Tukey para el flujo

Flujo				
HSD Tukey ^a				
Proporción	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
MAC convencional	3	2,9000		
MAC + 1.5% de MRLL y RAP	3		5,0300	
MAC + 1% de MRLL y RAP	3		5,0900	
MAC + 2.0% de MRLL y RAP	3			5,9100
Sig.		1,000	,960	1,000

De la tabla 51 se aprecia que existe diferencias significativas en los grupos, razón por la cual cada media se encuentra en diferente columna, esto indica que la incorporación de materiales reciclados de llantas y pavimentos flexibles si influyen en el flujo de mezcla asfáltica en caliente y el que mayor flujo incrementó fue la incorporación de 2%.

Prueba estadística para los resultados de índice de rigidez

Para realizar la prueba paramétrica de análisis de varianza (ANOVA), primeramente se comprueba si los datos obtenidos poseen una distribución normal, esto se realizó mediante la prueba de Shapiro Wilk, debido a que se contaban con menores a 50 datos.

Tabla 52. Prueba de normalidad del índice de rigidez

Pruebas de normalidad							
Índice rigidez	Proporción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	MAC convencional	0,204	3	.	0,993	3	0,843
	MAC + 1% de MRL y RAP	0,277	3	.	0,941	3	0,531
	MAC + 1.5% de MRL y RAP	0,284	3	.	0,934	3	0,503
	MAC + 2.0% de MRL y RAP	0,206	3	.	0,993	3	0,835

En la tabla 52 podemos apreciar que los valores de significancia (p-valor) son mayores a 0.05 (α), de acuerdo a estos valores podemos afirmar que los datos poseen una distribución normal.

Tabla 53. Análisis de varianza del índice de rigidez

ANOVA					
Índice de rigidez					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3518234,250	3	1172744,750	368,064	0,000
Dentro de grupos	25490,000	8	3186,250		
Total	3543724,250	11			

En la tabla 53 se aprecia que el valor de significancia (p-valor) de 0.000 que es menor al valor de Alpha (0.05) por lo cual se acepta la hipótesis de investigador (H_1), que indica que las medias de los grupos son diferentes.

Para detallar entre que grupos hay diferencias significativas se realiza la prueba post – hoc de Tukey.

Tabla 54. Prueba post – hoc de Tukey del índice de rigidez

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: índice de rigidez						
HSD Tukey						
(I) Proporción	(J) Proporción	Dif. de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Lím. inf.	Lím. Sup.
MAC convencional	MAC + 1% de MRLL y RAP	-1015,0000*	46,088	,000	-1162,59	-867,40
	MAC + 1.5% de MRLL y RAP	-1153,0000*	46,088	,000	-1300,59	-1005,40
	MAC + 2.0% de MRLL y RAP	-11,00000	46,088	,995	-158,59	136,59
MAC + 1% de MRLL y RAP	MAC convencional	1015,0000*	46,088	,000	867,40	1162,59
	MAC + 1.5% de MRLL y RAP	-138,00000	46,088	,067	-285,59	9,59
	MAC + 2.0% de MRLL y RAP	1004,0000*	46,088	,000	856,40	1151,59
MAC + 1.5% de MRLL y RAP	MAC convencional	1153,0000*	46,088	,000	1005,40	1300,59
	MAC + 1% de MRLL y RAP	138,00000	46,088	,067	-9,59	285,59
	MAC + 2.0% de MRLL y RAP	1142,0000	46,088	,000	994,40	1289,59
MAC + 2.0% de MRLL y RAP	MAC convencional	11,00000	46,088	,995	-136,59	158,592
	MAC + 1% de MRLL y RAP	-1004,0000*	46,088	,000	-1151,59	-856,40
	MAC + 1.5% de MRLL y RAP	-1142,0000*	46,088	,000	-1289,59	-994,40

De la tabla 54 se observa que la mayoría de los valores de significancia están por debajo del valor de 0.05 (α) por lo que se afirma que existe varianza entre los grupos.

Tabla 55. Test de HSD de Tukey para el índice de rigidez

Índice de rigidez			
HSD Tukey ^a			
Proporción	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
MAC convencional	3	3078,0000	
MAC + 2.0% de MRLL y RAP	3	3089,0000	
MAC + 1% de MRLL y RAP	3		4093,0000
MAC + 1.5% de MRLL y RAP	3		4231,0000
Sig.		,995	,067

De la tabla 55 se aprecia que existe diferencias significativas en todos los grupos, razón por la cual cada media se encuentra en diferente columna, esto indica que la incorporación de materiales reciclados de llantas y pavimentos flexibles si influyen en el índice de rigidez de mezcla asfáltica en caliente y el que mayor estabilidad incrementó fue la incorporación de 2%.

V. DISCUSIÓN

D1: Según los datos obtenidos de laboratorio, especialmente en el ensayo de Marshall, se acepta la hipótesis general, que indica que la adición de materiales reciclados de llantas al pavimento asfáltico reciclado en proporciones de 1%, 1.5% y 2% respecto al peso al peso de la mezcla asfáltica sí influyen en las características de la mezcla asfáltica. Destacando la proporción de 1.5%, que incrementó en un 68.08% la estabilidad y cumplió con la mayoría de parámetros establecidos.

Los resultados que se obtuvieron guardan relación con lo que indica Carrizales (2015), quien dosificó materiales reciclados de llantas en un 3%, 5%, 7% y 9 %, obteniendo los resultados que se visualizan la tabla 44:

Tabla 56. Cuadro comparativo de resultados de Marshall

Características	Datos propios	Carrizales (2015)
% de cemento asfáltico	7.10	7.0
Estabilidad (kg)	1815	808
Fluencia (mm)	5.03	4.81
% de vacíos de aire	3.6	2.25
% de V.M.A.	18.4	13.19
Peso unitario	2.285	2.362
% V.L.L.C.A.	73.74	93.90
Estabilidad Flujo kg/cm	3614	1965
% Estabilidad retenida	93	83.46

De la tabla 44 se puede apreciar que en ambos estudios no se cumplen con los requisitos, pero en la presente investigación se lograron mejores valores de estabilidad y un mayor contenido de cemento asfáltico, lo cual es un buen indicio debido a que la mayoría de vías en la región de Puno se encuentran por encima de los 3500 m.s.n.m., la diferencia se debe a las características propias de los agregados respecto a cada estudio.

D2: De acuerdo a los resultados obtenidos a través de los ensayos de materiales se infiere los materiales usados en la mezcla asfáltica en caliente convencional cumplen en su mayoría con los requerimientos mínimos establecidos en la EG-2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para una conformación de subbase, por lo cual se rechaza nuestra hipótesis planteada.

Los datos de la mezcla asfáltica en caliente convencional y los requerimientos especificados por la EG-2013 se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla 57. Cuadro comparativo de la mezcla asfáltica en caliente con los requerimientos de las EG-2013

Parámetros de diseño	Datos conseguidos de la MAC	Requerimient. EG-2013	Verificación
Compactación, número de golpes por lado	75	75	Cumple
Peso unitario (g/cc)	2.246	-	-
Contenido óptimo de cemento asfáltico (%)	7.0	-	-
Vacios (%)	3.6	2 - 4	Cumple
V.M.A. (%)	20.0	14 (mínimo)	Cumple
V.F.A. (%)	81.5	80 (mínimo)	No cumple
Flujo (mm)	3.4	2 – 4	Cumple
Estabilidad (kg)	1080	815 (Mínimo)	Cumple
Índice de rigidez (kg/cm)	3050	1700 - 4000	Cumple

Comparando estos resultados a lo establecido por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013) se puede apreciar que la mezcla asfáltica en caliente convencional cumple con la mayoría de requisitos a excepción del porcentaje de vacíos llenos con asfalto, pero por una mínima cantidad.

D3: De acuerdo a los resultados obtenidos a través de los ensayos de materiales se infiere los materiales usados en la mezcla asfáltica en caliente modificada con materiales reciclados de llantas y pavimento asfáltico reciclado cumplen en su mayoría con los requerimientos mínimos establecidos en la EG-2013, por lo cual se acepta nuestra hipótesis planteada que indica que las características físico mecánicas de la mezcla asfáltica se incrementan con la incorporación de materiales de llantas y pavimento asfáltico reciclado.

Los datos de la mezcla asfáltica en caliente modificada con materiales reciclados de llantas que obtuvo mejores resultados (1.5% de MLLR) y los requerimientos especificados por la EG-2013 se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla 58. Mezcla asfáltica en caliente con los requerimientos de las EG-2013

Parámetros de diseño	Datos conseguidos de la MAC	Requerimientos EG-2013	Verificación
Compactación, número de golpes por lado	75	75	Cumple
Peso unitario (g/cc)	2.254	-	-
Contenido óptimo de cemento asfáltico (%)	7.1	-	-
Vacios (%)	4.9	2 - 4	Cumple
V.M.A. (%)	18.4	14 (mínimo)	Cumple
V.F.A. (%)	73.40	80 (mínimo)	No cumple
Flujo (mm)	5	2 - 4	No cumple
Estabilidad (kg)	1815	815 (Mínimo)	Cumple
Índice de rigidez (kg/cm)	3614	1700 - 4000	Cumple

Comparando estos resultados con los obtenidos por Granados (2017), se deduce que las cantidades y proporciones de cemento asfáltico óptimo varían debido a que el material para la mezcla asfáltica en caliente poseía características independientes, y en la investigación de Granados (2017) solo se usó material de llantas recicladas mas no residuos de pavimento flexible, pero en ambos estudios se mostró una mejora en la estabilidad de la mezcla.

D4: Según los datos obtenidos del ensayo de Marshall se puede señalar que la proporción óptima de material reciclado de llanta adicionado al pavimento flexible reciclado es de 1.5%, debido a que esta proporción obtuvo los mejores resultados de estabilidad (1815 kg), flujo (5.0 mm), vacíos en el agregado mineral (18.4%) e índice de rigidez (3614 kg/cm).

Los resultados previamente señalados difieren con lo que obtuvo Granados (2017), debido a que el material para la mezcla asfáltica en caliente poseía características independientes, debido a que en dicha investigación la proporción óptima de material de llantas reciclados fue de 0.5%, con esa proporción se consiguió una estabilidad de 2175 kg, flujo de 0.01", densidad de 2.352 g/cm³, resistencia retenida de 97.4%, resistencia conservada de 93.7% y una resistencia a la compresión de 4.4 Mpa.

VI. CONCLUSIONES

Dando respuesta al objetivo general, se concluye que con la incorporación de materiales de llantas recicladas y pavimentos asfáltico reciclado si influyen en el comportamiento de la mezcla asfáltica modificadas de la Av. Simón Bolívar - Puno, resaltando la adición de 1.5%, mejorando la estabilidad, flujo e índice de rigidez de la mezcla asfáltica.

Dando respuesta al objetivo específico 1, se concluye que las características físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica convencional de la Av. Simón Bolívar - Puno cumplen con la mayoría de parámetros establecidos en las especificaciones generales del Ministerio de transportes y comunicaciones para una mezcla asfáltica en caliente de clase A.

Dando respuesta al objetivos específico 2, se concluye que las características física mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente modificada con material reciclado de llantas y pavimento asfáltico reciclado cumplen en mayoría los parámetros establecidos en las especificaciones generales del Ministerio de transportes y comunicaciones para una mezcla asfáltica en caliente de clase A, resaltando los siguientes resultados: estabilidad (1815 kg), flujo (5.0 mm), vacíos en el agregado mineral (18.4%) e índice de rigidez (3614 kg/cm).

Dando respuesta al objetivo específico 3, se concluye que el porcentaje óptimo de materiales reciclados de llantas y pavimento asfáltico reciclado para la mezcla asfáltica en caliente de clase A es de 1.5%, ya que esta proporción es la que obtuvo mejores resultados en el ensayo de Marshall.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que para futuras investigaciones se realicen con materiales específicos y no mixtura de materiales para detallar mejor la influencia de cada uno de los materiales incorporados.

Para la aplicación de los resultados obtenidos en la presente investigación en obras de infraestructura vial, se recomienda tener en cuenta la gradación de los materiales usados en el diseño de mezcla asfáltica en caliente y la proveniencia de cada uno de ellos.

Se recomienda experimentar con la mezcla otros tipos de desecho, tales como residuos de pavimento rígido, desechos de edificaciones ya sean de concreto, tabiquería, vidrios, etc. Para aliviar el efecto ambiental.

Recomendamos para futuros trabajos de investigación relacionados al reciclaje de pavimento asfáltico en mezclas asfálticas se puedan realizar por separado la parte fina o la parte gruesa y analizar si influyen cada uno de estos en los diferentes tipos de suelo.

REFERENCIAS

- ROJAS, F., y otros. Análisis comparativo de mezclas asfálticas modificadas con polímeros SBR y SBS, con agregados provenientes de la cantera de Guayllabamba. 16, Sangolquí : Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción, 2018, Vol. 1.
- RODRÍGUEZ, Jorge. Análisis de desempeño de mezclas asfálticas tibias. 1, Ecuador : Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2016.
- BREDKA, Kaa, MOGORUZA, Rogelio y ANGUIZOLA, Ivet. Análisis de propiedades de mezclas asfálticas modificadas en Panamá. 12, Panamá : Universidad Tecnológica de Panamá, 2017.
- FIGUEROA, Ana, y otros. Análisis de un asfalto modificado con icopor y su incidencia en una mezcla asfáltica densa en caliente. Bogotá : Ingeniería e Investigación, 2007, Vol. 27. 0120-5609.
- PELÁEZ, Gabriel, VELÁSQUEZ, Sandra y GIRALDO, Diego. Aplicaciones de caucho reciclado: una revisión de la literatura. Colombia : Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 2017, Vol. 27.
- ARIAS, Fadias. 2004. "El proyecto de investigación". 4ta. Caracas : Episteme Venezuela, 2004.
- LUBO, Orlando y MARTÍNEZ, Roiman. Asfaltos modificados con cauchos en vías primarias en las ciudades Santa Marta, Barranquilla y Bogotá como alternativa de mejoramiento de la capa de rodadura de los pavimentos flexibles entre los años 2012 - 2019. Santa María : Universidad Cooperativa de Colombia, 2020, Vol. 1.
- NOGUERA, Alfredo y MIRO, Rodrigo. Asphalt toughness effect on bituminous mixture fatigue behavior. 2, México : Revista Ingeniería de Construcción, 2011, Vol. 26. 0718-5073.
- BAZÁN, Lusbeth y ROJAS, Reynaldo. Comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, San Martín – 2018. Moyobamba : Universidad César Vallejo, 2018.

KIKUT, Karina, BALDI, Alejandra y SALAS, Ana. Beneficios del uso de cal hidratada en mezclas asfálticas: revisión del estado del arte. 39, Costa Rica : Infraestructura Vial, 2020, Vol. 22. 2215-3705.

FIGUEROA, Ana, FONSECA, Elsa y REYES, Fredy. Caracterización físicoquímica y morfológica de asfaltos modificados con material reciclado. 1, Bogotá : Ingeniería y Universidad, 2009, Vol. 13. 0123-2126.

CARRIZALES, Jose. 2015. Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles . Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2015.

REYES, Fredy, y otros. Comportamiento de un cemento asfáltico modificado con un desecho de PVC. 22, Medellín : Revista Ingenieros Universidad de Medellín, 2014, Vol. 12. 1692-3324.

CORDOBA, Samuel y ZAPATA, Jhon. 2014. Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas de mezclas de concreto. Medellín : Universidad EAFIT, 2014.

CORREA, Camilo. 2018. Implementación de mezcla asfáltica modificada con gránulo de caucho en el barrio San Carlos de la localidad de Tunjuelito. Bogotá : Universidad Militar Nueva Granada, 2018.

DIAZ, César. 2017. Implementación del gránulo de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimento sostenible en Bogotá. Bogotá : Universidad Santo Tomás, 2017.

VILLEGAS, Rafael, AGUILAR, Jose y LORIA, Luis. Diseño de mezcla asfáltica con materiales de desecho. 1, Costa Rica : RIOCI, 2018, Vol. 08. 0719-0514.

ARDILA, Alba y ARRIOLA, Erasmo. Efecto de la quema de llantas en la calidad del agua de un tramo de la quebrada Piedras Blancas. 5, Colombia : Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, 2017, Vol. 8. 0187-8336.

EG. 2013. Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción. Lima : MTC, 2013.

RONDÓN, Hugo, y otros. Estado del conocimiento del estudio sobre mezclas asfálticas modificadas en Colombia. 19, Colombia : Infraestructura Vial, 2007.

CELY, Nestor y REYES, Fredy. Estudio de la adhesión y cohesión de tres tipos de agregados pétreos utilizados en mezclas asfálticas en Colombia. 203, Bogotá : Pontificia Universidad Javeriana, 2015.

RAMÍREZ, Marco. Evaluación de compatibilidad de mezclas asfálticas, utilizando agregados de la cantera San Martín con cemento asfáltico PEN60/70 y emulsión asfáltica CSS-1HP. 2, Chimbote : Universidad César Vallejo, 2016, Vol. 2. 2414-8199.

CASTRO, William, RONDÓN, Hugo y BARRERO, Juan. Evaluación de las propiedades reológicas y térmicas de un asfalto convencional y uno modificado con un desecho de PEBD. 1, Colombia : Redalyc, 2016, Vol. 21. 0121-750X.

RUÍZ, Johanna, REYES, Oscar y MORENO, Luis. Evaluación del comportamiento mecánico de asfalto natural a partir de muestra a temperatura ambiente provenientes de Caquetá, Colombia. 2, Caquetá : Revista de Investigación Desarrollo e Innovación, 2015, Vol. 6. 2027-8306.

RODRIGUEZ, Daniella, y otros. Evaluación del efecto de envejecimiento del cemento asfáltico 80 - 100 modificado con lignina. 20, Barranquilla : INGENIARE, 2016, Vol. 12. 1909-2458.

VALDÉS, Gonzalo, CALABI, Alejandra y SANCHEZ, Elsa. Evaluation of the durability of asphalt mixtures depending on the physical properties of aggregates. 92, Temuco : Universidad de la Frontera, 2015, Vol. 1.

ALARCÓN, Jose, CAMACHO, Deicy y HERREÑO, Ingrid. Feasibility of using asphalt rubber in the Tunja region, Colombia. 34, Tunja : Revista Espacios, 2019, Vol. 40. 0798-1015.

BUSTOS, Henry, y otros. Fundamentos micro y macroscópicos de la modificación del asfalto convencional con polímeros: un revisión. 24, Colombia : Inventum, 2018, Vol. 13.

GARCIA, Eduardo. 2004. Metodología de investigación cuantitativa. Lima : Texas, 2004. pág. 91.

GOICOCHEA, Fredy. 2019. Estudio de un asfalto con adición de caucho de neumático reciclado como polímero base, Chachapoyas - Amazonas - 2017. Chachapoyas : Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 2019.

GRANADOS, José. 2017. Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla asfáltica convencional. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2017.

SALAZAR, Jorge. Guía para la realización de ensayos y clasificación de asfalto, emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados según el reglamento técnico centroamericano (RTCA 75.01.22:047). Bogotá : Métodos y Materiales, 2014, Vol. 1.

HERNÁNDEZ, Marco. 2018. Análisis del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente con fibras polipropileno incorporada para condiciones de zonas de altura. Lima : Universidad San Ignacio de Loyola, 2018.

HERNÁNDEZ, Roberto. 2019. Metodología de la investigación. México : McGRAW-HILL, 2019.

HERNANDEZ, Sampieri, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Lucio. 2014. "Tesis y Metodología de la investigación". 6ta. s.l. : McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014.

LÓPEZ, Danilo y ÁLVAREZ, Nelson. Improvement of the asphalt folding based on scoria steel for flexible flooring. 1, Quito : Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, 2017, Vol. 1.

COLLINS, J. Journal of the association of asphalt paving technologists. Estados Unidos : AAPT, 1991, Vol. 60. 02702932.

JOSKOWIEZ, Pablo, y otros. Ligantes asfálticos venezolanos modificados con polvo de neumáticos fuera de uso. 13, Venezuela : Universidad Central de Venezuela, 2010, Vol. 1.

BOTASSO, Gerardo, SANJUR, Julian y ALBA, Inga. Mezclas con asfaltos modificados en la República de Panamá. 23, Panamá : Infraestructura Vial, 2010.

PALMA, Carolina. Modificación de asfalto con elastómeros para su uso en pavimentos. México : Afinidad LXXIII, 2015, Vol. 574.

MORENO, Luis. Monotonic behavior of asphalt mixtures MDC-2 added with rubber-leather waste. 2, Bogotá : Faedis, 2013, Vol. 6. 2011-0731.

PEREDA, Danfer y CUBAS, Nahum. 2015. Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico-económico con los asfaltos convencionales. Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. 2015.

PEREDAS, Danfer y CUBAS, Nahum. 2015. Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico - económico con los asfaltos convencionales. Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.

PINO, Raul. 2018. Metodología de la Investigación - Elaboración de diseños para contrastar hipótesis. Lima : San Marcos, 2018.

RAMÍREZ, Armando, LADINO, Ingrid y ROSAS, Juan. 2014. Diseño de mezcla asfáltica con asfalto caucho tecnología GAP Graded para la ciudad de Bogotá. Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2014.

OHÓRQUEZ, Catherine y BALLESTEROS, Miguel. Reutilización y transformación de llantas usadas como alternativa de mitigación del problema de contaminación ambiental en Bogotá. B1, Bogotá : Ciencia Unisalle, 2016, Vol. 1.

MÚNERA, Juan y OSSA, Alexander. Selección de materiales bituminosos con base en propiedades reológicas. 5, Medellín : Revista Colombiana de Materiales, 2019.

TAMAYO, Mario. 2003. "El proceso de la investigación científica". 4ta. México : Editorial limusa, 2003.

MARTINEZ, G., y otros. Thirteen years of continuous development in crumb rubber modified asphalt mixtures in Bogota: achieving pavement sustainability . 1, Bogotá : Revista Ingeniera de Construcción, 2018, Vol. 33. 0718-5073.

VALDEZ, Juan. 2020. Análisis del aprovechamiento de neumáticos reciclados usados como aditivo en el asfalto. Arequipa : Universidad Católica San Pablo, 2020.

VARA, Aristidis. 2010. 7 pasos para una tesis exitosa. Lima : Universidad San Martín de Porres, 2010.

VEGA, Danilo. 2016. Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo de pavimento asfáltico. Ambato : Universidad Técnica de Ambato, 2016.

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de Variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN						
Variables de estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
Materiales reciclados de llantas y pavimentos flexibles (v. Independiente)	<p>El empleo de materiales reciclados en la actualidad viene siendo un gran boom en el campo de la ingeniería, al no solamente alterar la propiedades físico mecánicas de los pavimentos flexibles, sino que también en gran medida es un gran aporte en el campo del medio ambiente, uno de los materiales reciclados que ayudan en las características vienen siendo las llantas, este material está compuesto por (caucho natural y sintético), las cuales son de gran aporte sobre la estructura prematura del pavimento, en cuanto a la capa de rodadura de esta se podrá emplear los áridos que la conforman para reducir en gran medida los costos que demandan un pavimento nuevo. Pereda y Cubas (2015 p. 65)</p>	<p>Los materiales reciclados de llantas y pavimentos flexibles vienen siendo aditamentos (desechos), de uso desechable, los cuales con los debidos tratamientos se pueden emplear reutilizándolos sobre mezclas asfálticas para alterar tanto las propiedades físicas como mecánicas de los asfaltos, para determinar la debida caracterización de estos materiales es necesarios tener consentimiento en cuanto a los porcentajes de adición óptimos, así como también las características mecánicas del asfalto reciclados y por último la granulometría que se empleara de las partículas de llanta.</p>	<p>Porcentaje óptimo de adición</p> <p>Características mecánicas</p> <p>Tamaño de partícula de llantas recicladas</p>	<p>Cantidad</p> <p>Peso específico</p> <p>Equivalente de arena</p> <p>Caras fracturadas</p> <p>Índice de alargamiento</p> <p>Índice de aplanamiento</p> <p>Resistencia al desgaste de máquina de los ángeles</p> <p>Lavado Asfáltico</p> <p>Granulometría</p>	<p>Ensayos de laboratorio</p>	<p>Razón</p>
Comportamiento de mezclas asfálticas modificadas (v. Dependiente)	<p>Los asfaltos presentan un comportamiento reológico muy complejo que depende de la temperatura, de carga y tiempo de aplicación. A bajas temperaturas y durante intervalos pequeños de tiempo el asfalto tiene un carácter elástico, mientras que a temperatura moderadamente elevadas o tiempos de aplicación muy largos, la elasticidad prácticamente desaparece, y el asfalto se deforma permanentemente y fluye. El mayor o menor grado de elasticidad depende de la composición y estructura coloidal. Avila (2013 p. 09)</p>	<p>El comportamiento de las mezclas asfálticas depende de los aditamentos que se incorporaran dentro de la mezcla susodicha, en función a la temperatura, la cantidad del material reciclado o compuesto, y a su misma vez a las propiedades que compongan los materiales empleados, para ver el comportamiento tanto mecánico como físico.</p>	<p>Comportamiento Físico</p> <p>Comportamiento Mecánico</p>	<p>Durabilidad</p> <p>Adhesión</p> <p>Cohesión</p> <p>Susceptibilidad a la temperatura</p> <p>Endurecimiento y envejecimiento</p>	<p>Ensayo de laboratorio</p>	<p>Razón</p>

Fuente. Elaboración propia

Anexo 2. Matriz de Consistencia

TITULO: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO"						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL				
¿De qué manera influye los materiales reciclados de llantas en el comportamiento de mezclas asfálticas modificadas en la ciudad de Puno?	Determinar la influencia de los materiales reciclados de llantas en el comportamiento de la mezcla asfáltica modificada de la Avenida Simón Bolívar - Puno.	Los materiales reciclados de llantas , influyen de manera alta en el comportamiento de la mezcla asfáltica modificada de la Avenida Simón Bolívar - Puno.		Porcentaje óptimo de adición		<p>Enfoque Mixto</p> <p>Diseño de investigación Experimental</p> <p>Nivel de Investigación Descriptivo – Explicativo</p> <p>Tipo de Investigación Aplicada</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE INDEPENDIENTE:			
¿Cómo son las características físico mecánicas del asfalto convencional en la ciudad de Puno?	Determinar las características físico mecánicas del asfalto convencional de la Av. Simón Bolívar - Puno.	Las características físico mecánicas del asfalto convencional cumplirán con todos los parámetros establecidos dentro de la EG 2013 .	Materiales reciclados de llantas y pavimentos flexibles	Características mecánicas		<p>Población Mezclas asfálticas flexibles de la ciudad de Puno.</p> <p>Muestra Diseño de mezclas asfálticas con y sin incorporación de materiales reciclados de llantas de la Av. Simón Bolívar- Puno.</p>
¿Cómo son las características físico mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con materiales reciclados de llantas a los pavimentos flexibles de la ciudad de Puno?	Determinar las características físico mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con materiales reciclados de llantas a los pavimentos flexibles de la Av. Simón Bolívar - Puno .	Las características físico mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con materiales reciclados de llantas , se verán afectadas en un 3% en cuanto a las características físicas y un 7% en cuanto a las propiedades mecánicas .	VARIABLE DEPENDIENTE:	Tamaño de partícula de llantas recicladas		<p>Técnica Recolección de datos Muestreo de agregados Diseño de asfalto Adición de llantas recicladas (3 diferentes % de adición) Adición de pavimentos flexibles reciclados (3 diferentes % de adición) Ensayos de laboratorio Análisis de resultados Interpretación de resultados</p>
¿Cuánto es el porcentaje óptimo de adición de materiales reciclados de llantas a la mezcla asfáltica modificada?	Determinar el porcentaje óptimo de adición de materiales reciclados de llantas a los pavimentos flexibles a la mezcla asfáltica modificada.	El porcentaje óptimo de adición de materiales reciclados de llantas a la mezcla asfáltica modificada, será mayor al 1% de Materiales reciclados de llanta .	Comportamiento de mezclas asfálticas modificadas	Comportamiento Físico		<p>Instrumentos Fichas de recolección de datos Bolsas y herramientas de muestreo Equipos y herramientas de laboratorio Trabajo de gabinete Software de análisis e interpretación de resultados</p>
				Comportamiento Mecánico		

Fuente. Elaboración propia

Anexo 3. Informe de laboratorio



PROYECTO: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO"

DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

PROYECTO:

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO"



UBICACIÓN:

LUGAR : AV. SIMON BOLIVAR
DISTRITO : PUNO
PROVINCIA : PUNO
REGION : PUNO

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS

JUNIO DEL 2021

INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 191410



1. INTRODUCCION

El presente informe tiene por finalidad desarrollar el diseño de Mezcla Asfáltica modificada y Mezcla asfáltica convencional en Caliente, el cual se hará con un propicito de estudio sobre el comportamiento de ambas mezclas asfálticas y cuyo proyecto a realizarse será mediante el "ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO". Ubicado en el Departamento de PUNO; y es producto de los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el Laboratorio suelos, concreto y asfalto de la Empresa Constructora Servitran - Juliaca.

2. OBJETIVO

El objetivo general del presente es poner en conocimiento los resultados obtenidos en la elaboración del Diseño de ambas Mezclas Asfálticas en Caliente, realizando a los agregados de las canteras de Cabanillas y Pichacani de la Región de Puno, cuyas características cumplen con las exigencias técnicas del presente proyecto, la descripción se muestra seguidamente.

UBICACIÓN DE CANTERAS A EMPLEAR		
DESCRIPCION	MATERIAL	UBICACIÓN
Cabanillas	Piedra Chancada	Km. 6 + 000 L. Der.
	Arena Triturada	
Pichacani	Arena Natural	Km. 25 + 000 L. Izq.

Los materiales para el diseño de Mezcla Asfáltica en caliente, tiene como procedencia de la Cantera de Cabanillas, cuya planta chancadora se encuentra en el distrito de Cabanillas, Provincia de San Román – Juliaca y arena natural procedente de la cantera de Pichacani procedente de la Jurisdicción distrito de Pichacani Laraqueri, Provincia de Puno.

3. DESCRIPCIÓN

La Mezcla Asfáltica en caliente está compuesta por agregados minerales, gruesos y finos obtenidos de las canteras antes mencionadas, con la incorporación de Cemento Asfáltico



Modificado PEN 120 – 150, ha sido proporcionado por el Laboratorio suelos, concreto y asfalto de la Empresa Constructora Servitran - Juliaca. Laboratorio suelos, concreto y asfalto de la Empresa Constructora Servitran - Juliaca.

Criterios Adoptados para el Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente.

En la actualidad se sabe que los orígenes del deterioro de los pavimentos flexibles en las regiones con mayor altitud son las principales causas del envejecimiento prematuro los cuales tenemos los siguientes.

- a. **Temperatura.-** Es un factor muy importante ya que los rangos inferiores provoca rigidización y es mayor cuanto el asfalto experimenta la susceptibilidad térmica, lo cual hace que la mezcla se torne quebradiza.
- b. **Gradiente térmico.-** Es la diferencia entre las temperaturas más altas y bajas en un determinado intervalo de tiempo, su acción es más destructiva cuanto mayor sea su magnitud y menor sea el lapso en que se produce el gradiente térmico. Este hecho produce cambios volumétricos y esfuerzos traccionantes que superan la capacidad de resistencia del material provocando fisuras en los trabajos de colocado de carpeta asfáltica.
- c. **Radiación Solar.-** Proceso en el cual se magnifica en alturas superiores a los 3500 msnm, los rayos ultravioleta promueven la desarrollo de la evaporización de los aceites bituminosos, determinando la oxidación y el envejecimiento de las estructuras asfálticas dicha oxidación es un fenómeno que rigidiza al asfalto haciendo más susceptible a los problemas de fisuramiento.
- d. **Agua.-** en lo general las precipitaciones pluviales en la Región de Puno, es un fenómeno que cada año contribuye a la oxidación del asfalto en su mayor defecto se manifiesta con las cargas de tráfico que ejercen la presión de los neumáticos, por lo que se hace imprescindible la determinación de los efectos negativos del agua en las mezclas asfálticas en caliente.
- e. **Asfalto.-** por lo general el asfalto tiene sus limitaciones en zonas frías el mismo que se manifiesta en su reducida capacidad de resistencia a la tracción. Los esfuerzos producidos por el alto gradiente térmico en un lapso muy corto (-15°C + 45°C), superan estos factores.



4. MATERIALES

4.1 AGREGADOS

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones varían de acuerdo a los requerimientos comprendidos entre los límites fijados en las especificaciones correspondientes.

Los agregados en su conjunto ocupan entre el 90 y 95 % del volumen total de la Mezcla Asfáltica, estos mismos se dividen en dos grupos: A. Gruesos y A. Finos

a) AGREGADO GRUESO

Se denomina agregado grueso a la porción de agregado retenido en el tamiz de 4.75 mm, (N° 4); Los Agregados Gruesos proceden en su totalidad de la trituración combinada de roca y grava; los mismos que provienen de la Cantera del distrito de Cabanillas (Km. 6 + 000 LD), la plata de trituración o chancadora está ubicada en la misma cantera.

El agregado grueso proviene de la trituración de rocas de origen aluvial, material rodado conformado por granitos, andesitas basálticas y otros minerales en menores proporciones, el cual serán utilizados en la Mezcla Asfáltica, debe tenerse en cuenta respecto a la gradación, que el tamaño máximo será de $\frac{3}{4}$ ", posibilitando de esta manera utilizar el método Marshall para la elaboración del Diseño.

Estos agregados pétreos presentan una dureza tal que les permite resistir condiciones climáticas rigurosas propias de la región de Puno.

Los Agregados Gruesos deberán cumplir con los siguientes requisitos:



PROYECTO: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO"

REQUERIMIENTOS PARA EL AGREGADO GRUESO			
ENSAYOS	NORMA	REQUERIMIENTO	RESULTADO
Durabilidad (Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	15% máx.	
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	35% máx.	
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	
Adherencia	MTC E 517	> 95%.	
Partículas chatas y Alargadas	MTC E 221	10% máx.	
Salas Solubles - Grueso	MTC E 219	0.50%	
Caras fracturadas:			
1 cara fracturada	MTC E 210	Min. 90%	
2 caras fracturadas		Min. 70%	
Absorción	MTC E 206	Máx. 1.0%.	

b) AGREGADO FINO

La proporción de los agregados que pasan el tamiz de 4.75 mm, N° 4, se denomina agregado fino y se compone de arena natural procedente de la Cantera de Pichacani, ubicada en la jurisdicción del Distrito de Laraqueri, a una distancia aproximada de 25 km de la Ciudad de Puno, se obtiene utilizando una zaranda para eliminar partículas mayores a la malla ¼", por sus características físicas y disponibilidad se utilizó para el diseño y preparación de la mezcla asfáltica en caliente, concerniente a nuestro proyecto.

Los Agregados finos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

REQUERIMIENTOS PARA LOS AGREGADOS FINOS			
ENSAYOS	NORMA	REQUERIMIENTO	RESULTADO
Durabilidad (Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	
Equivalente de Arena	MTC E 114	70% mín.	
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	
Índice de Plasticidad N°40	MTC E 111	NP	
Índice de Plasticidad N°200	MTC E 111	NP	
Salas Solubles	MTC E 219	0.50%	
Absorción	MTC E 205	Máx. 0.5%.	
Angularidad del A. Fino	MTC E 222	40	
Azul de Metileno	ASHTO TP-57	Máx. 8.	

c) CEMENTO ASFALTICO

El cemento asfáltico a emplear fue clasificado por la viscosidad absoluta y por la penetración, el empleo es según las características climáticas de la región de Puno.



PROYECTO: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUÑO"

La selección del cemento asfáltico es del grado de penetración que corresponde, de acuerdo a lo que se indica en el siguiente cuadro que se utiliza como referencia.

SELECCIÓN DEL TIPO DE CEMENTO ASFALTICO			
TEMPERATURA MEDIA ANUAL			
24 °C o más	24 °C - 15 °C	15 °C - 5 °C	Menos de 5°C
40 - 50 ó 60 - 70 ó Modificado	60 - 70	85 - 100 ó 120 - 150	Asfalto Modificado

El cemento asfáltico será homogéneo, carecerá de agua y no formará espuma cuando sea calentado a 160°C. Se deberá tener en cuenta las temperaturas máximas de calentamiento recomendadas por las normas técnicas.

El cemento asfáltico deberá satisfacer los siguientes requerimientos:

CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO ASFALTICO MODIFICADO CON POLIMERO IB

Tabla 431-01

Especificaciones del cemento asfáltico modificado con polímeros

Características		TIPO I (*)							
		I - A		I - B		I - C		I - D	
		min	máx.	min	máx.	min	máx.	min	máx.
Pruebas sobre el producto original									
Penetración, 25°C. 100g. 5s, dmm	MTC E-304	100	150	75	100	50	75	40	75
Viscosidad absoluta 60°C, poise	MTC E-308	1.250		2.500		5.000		5.000	
Viscosidad. 135°C, cSt	MTCE-310		3.000		3.000		3.000		3.000
Punto de inflamación. COC. °C	MTC E 303	232		232		232		232	
Solubilidad en tricloroetileno; % (**)	MTC E 302	99		99		99		99	
Separación, diferencia entre punto de ablandamiento (anillo y bola) de porción superior e inferior; °C	MTC E 307 MTC E 319		2,2		2,2		2,2		2,2
Recuperación elástica, 25°C; %	ASTM D 6084	60		60		60		60	
Recuperación elástica. 5°C; %	ASTM D 6084	50				-		-	
Punto de Ablandamiento (anillo y bola). %	MTC E 307	45		50		60		60	
Pruebas en el residuo de película fina y rotatoria (1)									
Recuperación elástica 25°C, 10 cm do elongación; %	ASTM D 6084	60		60		60		60	
Penetración. 4°C. 200g. 60s; dmm	MTC E-304	20		15		13		10	
Separación, diferencia entre punto de ablandamiento (anillo y bola) de porción superior e inferior; °C	MTC E 307		≤10		≤10		≤10		≤10



d) FILLER MINERAL

Entre los diversos cuidados que se deben considerar para garantizar la durabilidad para cualquier diseño de carpeta asfáltica, está técnicamente probado los beneficios que le otorga incrementar Filler mineral a la mezcla asfáltica, el cual actúa como un espesante, rellenedor de vacíos, retarda el envejecimiento del asfalto, y en algunos casos como mejorador de adherencia.

Se determinó el empleo de polvo mineral producto de la trituración de la piedra, el cual se encuentra incluido en el agregado Fino.

Las cantidades para Asaltos no modificados se suele considerar porcentajes de 1% a 2% del cal hidratada como Filler, la cantidad de Filler a incorporar a los diseños de mezclas asfálticas debe ser estudiadas para cada caso por lo que depende de la naturaleza del agregado del tipo de cemento asfáltico de las relaciones Filler - betún específico. Una vez definido la cantidad de cemento asfáltico y la dosificación de la combinación de agregados en la mezcla asfáltica, se deben realizar dosificaciones de cal hidratada realizando controles de calidad del desarrollo de los parámetros Marshall, para nuestro caso el porcentaje de adición de cala hidratada es de 3% en peso, el mismo que hasta el momento viene presentando como un buen indicador.

e) MEZCLA DE MATERIALES

Con respecto a la dosificación que se ha obtenido de los agregados respecto de las combinaciones teóricas realizadas, y que cumplen con los parámetros establecidos como MAC II para el diseño de la mezcla asfáltica modificada y convencional se usó la correspondiente dosificación.

Materiales	Empleo (%)
P. CH TNM 1/2"	20
P.CH.TNM 3/8"	15
A.CH. 1/4"	27
A.NAT.1/4"	35
FILLER	3

➤ (20%P.CH. TNM 1/2" + 15% P.CH.TNM 3/8" + 27%A.CH. 1/4" + 35%A.NAT.1/4" + 3% FILLER)



5. DISEÑO MAC

METODO MARSHALL PARA DISEÑO DE MEZCLAS DE AGREGADOS CON CEMENTO ASFALTICO

Este método describe el procedimiento que se debe seguir para determinar la densidad Bulk y el porcentaje de vacíos para cada serie de muestras asfálticas, mediante el cálculo y análisis de los diferentes pesos y volúmenes.

El objetivo principal es determinar la proporción adecuada de cemento asfáltico en la mezcla, porcentaje suficiente para cubrir completamente los agregados. esto realizado en el laboratorio.

CARACTERISTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES	75		
CEMENTO ASFALTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	6.2	6.4	6.6
DENSIDAD SECA BULK (g/cm ³)	2.295	2.300	2.307
VACIOS (%)	4.5	4.0	3.4
V.M.A. (%)	17.6	17.5	17.4
R.B.V. (%)	74.3	77.4	80.4
FLUJO (0.25 mm)	11.1	11.6	12.1
ESTABILIDAD (kg)	2045.0	2034.0	2006.0
Relación polvo - asfalto	0.68	0.66	0.63

6. ANEXOS

• Anexo I : Asfalto Modificado

Desarrollo del diseño – Metodología Marshall

- Granulometría de la combinación de agregados
- Desarrollo del Método Marshall
- Dosificación de agregados en el Marshall
- Ensayo Marshall ASTM-1559 N° 1, 2, 3
- Grafico Marshall
- Resultados
- Resultados Rice
- Ensayo Estabilidad Retenida
- Ensayo de Índice de Compactibilidad

• Anexo II : Asfalto Convencional

Agregado grueso

ASTM D422, MTC E209, E207, Etc.

- Durabilidad Sulfato de Magnesio
- Abrasión



PROYECTO: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO"

- Adherencia del agregado bitumen
- Índice de durabilidad de Agregados
- Partículas Chatas y Alargadas
- Caras fracturadas
- Sales solubles totales
- Peso específico y Absorción
- Piedra chancada
- Peso Unitario

Agregado fino

MTC E222, E207, E114 ASTM D2419, Etc.

- Equivalente de arena
- Angularidad
- Azul metileno
- Límites de Consistencia
- Durabilidad Sulfato de magnesio
- Índice de durabilidad
- Límites de consistencia
- Sales solubles
- Gravedad específica y absorción
- Peso unitario
- Peso unitario integral
- Granulometría Arena natural
- Granulometría Arena chancada
- Análisis granulométrico por tamizado



PROYECTO: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUÑO"

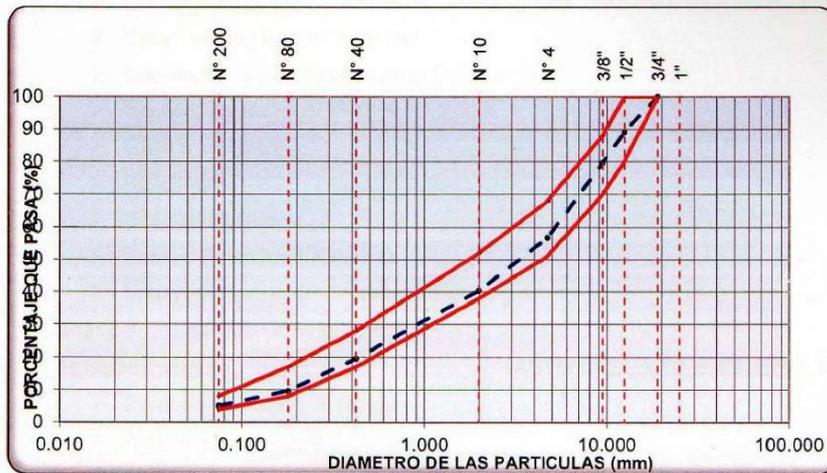
- Adición de GCR al 1 %
- Adición de GCR al 1.5 %
- Adición de GCR al 2 %

RESULTADOS DE LA DOSIFICACION

A continuación, se muestran resultados granulométricos promedios de la combinación de los agregados individuales, realizada según los porcentajes establecidos en el proceso

Abertura Malla	AASHTO T-27(mm)	Granulometría de los Agregados					% Combinado que pasa	MAC - 2	
		Agregado (tril+terc)	Agregado (zarandeada)	Agregado	Agregado	Agregado		MIN	MAX
		# 1 ARENA CHANCADA	# 2 ARENA NATURAL	# 3 GRAVA 1/2"	# 4 GRAVA 3/4"	# 5 FILLER			
1"	25.000								
3/4"	19.050				100.0	100.0	100	100	
1/2"	12.500			100.0	45.6	89.1	80	100	
3/8"	9.500	100.0	100.0	88.1	13.2	79.6	70	88	
N° 4	4.750	95.6	95.2	15.5	1.7	56.7	51	68	
N° 10	2.000	65.6	71.1	4.9	0.0	100.0	38	52	
N° 40	0.425	33.4	29.8	0.0	0.0	97.5	17	28	
N° 80	0.180	19.8	6.9	0.0	0.0	92.3	8	17	
N° 200	0.075	12.8	2.8	0.0	0.0	88.8	4	8	

COMBINACION						
ARENA	%	GRAVA	%	FILLER	%	TOTAL
# 1 Arena Chancada (Terc.)	27.00	# 3 Grava Tril. 1/2"	15.00	# 5 Filler	3.00	
# 2 Arena Natural (zar y lav)	35.00	# 4 Grava Tril. 3/4"	20.00			
Sub Total	62.00				3.00	100.00



SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA SECTORIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



A. BETASY ORDÓÑEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP- 191410

**DISEÑO DE MEZCLA
ASFALTICA EN CALIENTE**

ASFALTO MODIFICADO



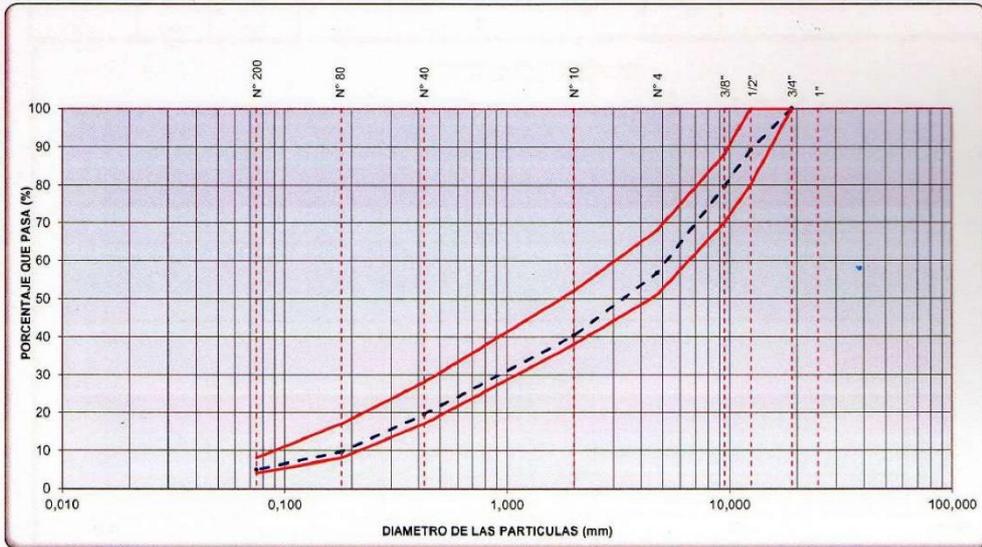
PROYECTO: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO"

COMBINACION DE AGREGADOS - MATERIALES PROCESADOS

CONCEPTO : COMBINACIÓN DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE ING. RES : A.O.
 CANTERA : CABANILLAS, PICHACANI FECHA : 26/05/2021
 MUESTRA : DE ACOPIOS TECNICO LAB : V. O. R.
 UBICACIÓN : AVENIDA SIMON BOLIVAR - PUNO DISEÑO : N° 01

Abertura Malla	AASHTO T-27(mm)	Granulometria de los Agregados					% Combinado que pasa	MAC - 2	
		Agregado (tril-terc)	Agregado (zarandeada)	Agregado	Agregado	Agregado		MIN	MAX
		# 1 ARENA CHANCADA	# 2 ARENA NATURAL	# 3 GRAVA 1/2	# 4 GRAVA 3/4	# 5 FILLER			
1"	25,000				100,0		100,0	100	100
3/4"	19,050					100,0		80	100
1/2"	12,500			100,0	45,6			79,6	88
3/8"	9,500	100,0	100,0	88,1	13,2			56,7	68
N° 4	4,750	95,6	95,2	15,5	1,7			40,3	52
N° 10	2,000	65,6	71,1	4,9	0,0	100,0		19,5	28
N° 40	0,425	33,4	29,8	0,0	0,0	97,5		9,6	17
N° 80	0,180	19,8	6,9	0,0	0,0	92,3		4	8
N° 200	0,075	12,8	2,8	0,0	0,0	88,8			

COMBINACION						
ARENA	%	GRAVA	%	FILLER	%	TOTAL
# 1 Arena Chancada (Terc.)	27,00	# 3 Grava Trit. 1/2"	15,00	# 5 Filler	3,00	
# 2 Arena Natural (zar y lav)	35,00	# 4 Grava Trit. 3/4"	20,00			
Sub Total	62,00		35,00		3,00	100,00



OBSERVACIONES :

Elaborado por:
 Nombre / Función: Victor Ordoñez Ramos
 Tcn. Jefe de Laboratorio
 Firma: *[Firma]*
SVT CONSTRUCTORES
 TEC. VICTOR ORDOÑEZ RAMOS
 JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
 ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS

Aprobado por:
 Nombre / Función: Adelaida Betsy Ordoñez Luján
 Ing. Responsable
 Firma: *[Firma]*
A. BETSY ORDOÑEZ LUJANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 191410



Proyecto:

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO"

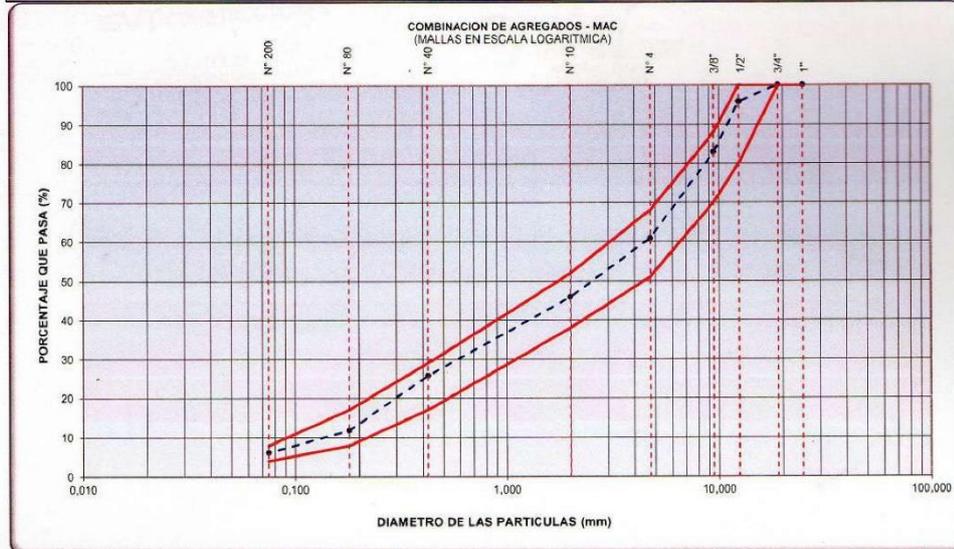
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CLIENTE :	WILLY ESCALANTE ALVAREZ/ELAR ROLANDO MAMANI VISA	ING. RESP:	
CONCEPTO :	CARPETA ASFÁLTICA EXISTENTE EN CALIENTE (MAC-2)	TEC. LAB:	V.O.R
CANTERA :	CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)	FECHA:	24 mayo 2021
MATERIAL :	COMBINACION DE AGREGADOS PETREOS	PESO INICIAL:	961,8 grs.
TRABAJO :	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA TESIS UNIVERSITARIA	CERTIFIC:	

TAMIZ	AASHTO T-27(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA POR TAMIZ	ESPECIF. MAC - 1		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MIN	MAX	
1"	25,000					100	100	TAMAÑO MÁXIMO : 1/2"
3/4"	19,050				100,0	80	100	
1/2"	12,500	40,2	4,2	4,2	95,8	67	85	
3/8"	9,500	124,3	12,9	17,1	82,9	60	77	
N° 4	4,750	212,5	22,1	39,2	60,8	43	54	
N° 10	2,000	143,0	14,9	54,1	45,9	29	45	
N° 40	0,425	193,3	20,1	74,2	25,8	14	25	
N° 80	0,180	134,7	14,0	88,2	11,8	8	17	
N° 200	0,075	53,9	5,6	93,8	6,2	4	8	
> N° 200	FONDO	56,6	6,2	100,0	0,0			



OBSERVACIONES :

SVT CONSTRUCTORES

TEC. VICTOR ORDÓÑEZ RAMÍREZ
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



A. BETSSY ORDÓÑEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP- 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS
ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y
PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 2
CANTERA : CABANILLAS, PICHACANI
UBICACIÓN : AVENIDA SIMON BOLIVAR - PUNO
MUESTRA : (20%P.CH. TNM 1/2" + 15% P.CH.TNM 3/8" + 27%A.CH. 1/4" + 35%A.NAT.1/4" + 3% FILLER)
GCR : ADICION DE GCR AL 1%
CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA

FECHA : 03-06-21
TECNICO LAB : V.O.R.
TIPO DE C.A : 120 - 150
% DE C.A : 6,9

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfaltico en peso de la mezcla	6,90	6,90	6,90		6,90
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	39,97	39,97	39,97		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	52,33	52,33	52,33		
4	% de agregado filler en peso de la mezcla	1,00	1,00	1,00	100,20	
5	Peso especifico del cemento asfaltico - aparente	1,014	1,014	1,014		
6	Peso especifico agregado grueso - bulk	2,568	2,568	2,568		
7	Peso especifico agregado fino - bulk	2,576	2,576	2,576		
8	Peso especifico filler - aparente	2,310	2,310	2,310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1206,1	1204,6	1203,2		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1207,3	1205,9	1204,6		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	668,5	666,7	666,5		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	538,8	539,2	538,1		
13	Peso especifico bulk de la briqueta	2,238	2,234	2,236		2,288
14	Peso especifico maximo ASTM D-2041(RICE)	2,348	2,348	2,348		
15	% de vacios	4,7	4,9	4,8		4,8
16	Peso especifico bulk del agregado total	2,569	2,569	2,569		
17	% vacios en el agregado mineral (VMA)	18,72	18,88	18,81		18,8
18	% de vacios llenos con asfalto (VFA)	75,08	74,29	74,64		74,7
19	Peso especifico del agregado total	2,607	2,607	2,607		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	0,57	0,57	0,57		
21	% de asfalto efectivo	6,37	6,37	6,37		
22	Flujo (mm)	5,13	5,09	5,11		5,11
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	2576,0	2197,0	2343,0		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	2626,7	2240,3	2389,2		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	0,93	0,93	0,93		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	2443	2083	2222		2249
27	Indice de rigidez: (kgs/cm)	4762	4093	4348		4401
28	Relación Polvo Asfalto	0,79	0,79	0,79		0,79

OBSERVACIONES .:

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDONEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



A. BETSY ORDONEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP- 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS
ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y
PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 2
CANTERA : CABANILLAS, PICHACANI
UBICACIÓN : AVENIDA SIMON BOLIVAR - PUNO
MUESTRA : (20%P.CH. TNM 1/2" + 15% P.CH.TNM 3/8" + 27%A.CH. 1/4" + 35%A.NAT.1/4" + 3% FILLER)
GCR : ADICION DEL GCR AL 1.5%
CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA

FECHA : 03-06-21
TECNICO LAB : V.O.R.
TIPO DE C.A : 120 - 150
% DE C.A : 7,1

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	7,10	7,10	7,10		7,10
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	40,31	40,31	40,31		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	51,79	51,79	51,79		
4	% de agregado filler en peso de la mezcla	1,00	1,00	1,00	100,20	
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,014	1,014	1,014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,568	2,568	2,568		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,576	2,576	2,576		
8	Peso específico filler - aparente	2,310	2,310	2,310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1206,5	1204,4	1207,5		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1208,8	1205,7	1209,9		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	663,4	678,6	676,1		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	545,4	527,1	533,8		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2,212	2,285	2,262		2,253
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2,370	2,370	2,370		
15	% de vacíos	6,7	3,6	4,6		4,9
16	Peso específico bulk del agregado total	2,569	2,569	2,569		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	19,84	17,21	18,03		18,4
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	66,43	79,14	74,75		73,4
19	Peso específico del agregado total	2,645	2,645	2,645		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	1,14	1,14	1,14		
21	% de asfalto efectivo	6,04	6,04	6,04		
22	Flujo (mm)	5,01	5,03	5,02		5,02
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	2199,0	2292,0	2347,0		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	2242,3	2337,2	2393,2		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	0,93	0,93	0,93		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1046	2174	2226		1815
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	2088	4321	4434		3614
28	Relación Polvo Asfalto	0,83	0,83	0,83		0,83

OBSERVACIONES .:

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMÍREZ
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERO CIVIL
REG. CIP 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS
ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y
PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 2
CANTERA : CABANILLAS, PICHACANI
UBICACIÓN : AVENIDA SIMON BOLIVAR - PUNO
MUESTRA : (20%P.CH. TNM 1/2" + 15% P.CH.TNM 3/8" + 27%A.CH. 1/4" + 35%A.NAT.1/4" + 3% FILLER)
GCR : ADICION DEL GCR AL 2%
CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA

FECHA : 03-06-21
TECNICO LAB : V.O.R.
TIPO DE C.A : 120 - 150
% DE C.A : 7,3

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	7,30	7,30	7,30		7,30
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	40,23	40,23	40,23		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	51,67	51,67	51,67		
4	% de agregado filler en peso de la mezcla	1,00	1,00	1,00	100,20	
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,014	1,014	1,014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,568	2,568	2,568		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,576	2,576	2,576		
8	Peso específico filler - aparente	2,310	2,310	2,310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1193,0	1190,4	1193,3		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1196,2	1191,7	1194,7		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	661,4	657,9	660,8		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	534,8	533,8	533,9		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2,231	2,230	2,235		2,290
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2,388	2,388	2,388		
15	% de vacíos	6,6	6,6	6,4		6,5
16	Peso específico bulk del agregado total	2,569	2,569	2,569		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	19,34	19,37	19,19		19,3
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	65,95	65,85	66,62		66,1
19	Peso específico del agregado total	2,679	2,679	2,679		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	1,62	1,62	1,62		
21	% de asfalto efectivo	5,80	5,80	5,80		
22	Flujo (mm)	5,84	5,91	5,78		5,84
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	2345,0	2374,0	2298,0		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	2391,2	2420,8	2343,3		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	0,93	0,93	0,93		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	2224	2251	2179		2218
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3808	3809	3770		3796
28	Relación Polvo Asfeto	0,86	0,86	0,86		0,86

OBSERVACIONES :

SVT CONSTRUCTORES

ING. VICTOR ORDÓÑEZ RAIBAZO
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS

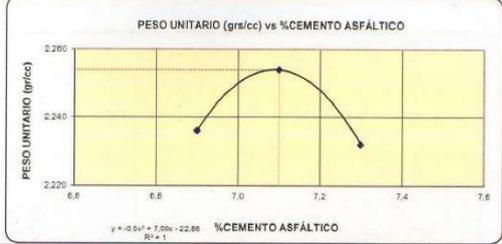


INGENIERO CIVIL
REG. CIP- 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO.

% ASFALTO	P.U grs/cc
6,9	2,236
7,1	2,254
7,3	2,232
%CEMENTO ASFÁLTICO	
7,1	
PESO UNITARIO (gr/cc)	2,254



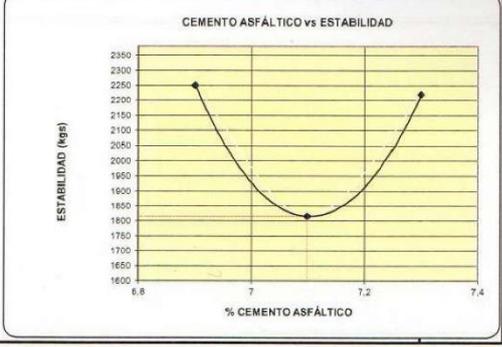
ASFALTO (%)	VACIOS (%)
6,9	4,8
7,1	4,9
7,3	6,5
%PORCENTAJE DE VACIOS	
4,9	



ASFALTO (%)	FLUJO (mm)
6,9	5,1
7,1	5,0
7,3	5,8
%FLUJO	
5,0	



ASFALTO (%)	ESTABILIDAD (kgs)
6,9	2249,0
7,1	1815,0
7,3	2218,1
ESTABILIDAD (kgs)	
1815	



SVT CONSTRUCTORES
Victor R.
 TEC. VÍCTOR ORDÓÑEZ RAMOS
 JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
 ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS

Betsy

 A. BETSY ORDÓÑEZ LUJANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP: 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO.

DENSIDAD MAXIMA TEORICA RICE

MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

CONCEPTO : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 2

CANTERA : CABANILLAS, PICHACANI

ECHA : 18/06/2021

UBICACIÓN AVENIDA SIMON BOLIVAR - PUNO

DNICO LAB : V.O.R.

MUESTRA : 20%P.CH. TNM 1/2" + 15% P.CH.TNM 3/8" + 27%A.CH. 1/4" + 35%A.NAT.1/4" + 3% FILLER

ISEÑO : N° 01

MEZCLA ASFALTICA

ENSAYO N°		01	02	03			
CEMENTO ASFALTICO	%	7,10	7,10	7,10			
PESO DEL MATERIAL	gr	1493,30	1491,60	1495,40			
PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	gr	7361,90	7361,90	7361,90			
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en aire)	gr	8855,20	8853,50	8857,30			
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en agua)	gr	8219,30	8224,10	8231,00			
VOLUMEN DEL MATERIAL	cc	635,90	629,40	626,30			
PESO ESPECIFICO MAXIMO	gr/cc	2,348	2,370	2,388			
TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	25	25	25			
GRAVA 3/4"	%	0,0%	0,0%	0,0%			
GRAVA TRITURADA 1/2"	%	20,0%	20%	20%			
GRAVA TRITURADA 3/8"	%	25,0%	25%	25%			
ARENA TRITURADA 1/4"	%	24,0%	24,0%	24,0%			
ARENA NATRURAL LAVADA 1/4"		30,0%	30,0%	30,0%			
FILLER MINERAL		1,0%	1,0%	1,0%			
TIEMPO DE ENSAYO	Min.	10	10	10			
FACTOR DE CORRECCION							

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDONEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



A. BESSY ORDONEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP- 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

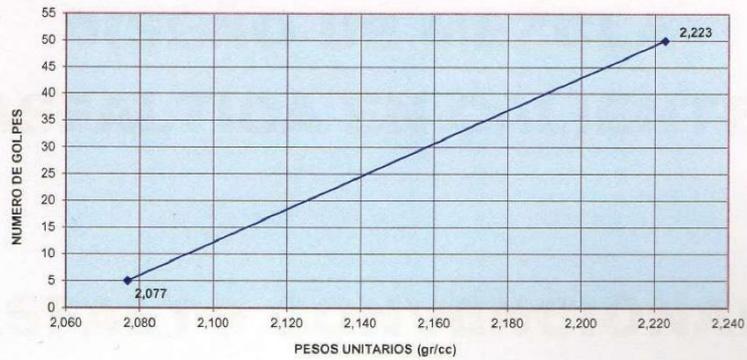
RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DEL ENSAYO

CONCEPTO : DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC - 2
 CANTERA : CABANILLAS, PICHACANI
 UBICACIÓN : AVENIDA SIMON BOLIVAR - PUNO
 MUESTRA : 20%P.CH. TNM 1/2" + 15% P.CH.TNM 3/8" + 27%A.CH. 1/4" + 3035%A.NAT.1/4" + 3% FILL. TECNICO LAB : V.O.R.
 TIPO DE C.A : 120 - 150
 % DE C.A : 7,1

ENSAYO DE INDICE DE COMPACTABILIDAD

INDICE DE COMPACTABILIDAD



Nº de Briqueta	1	2	3	4
Nº de Golpes Marshall	50			
Altura de la briqueta (cms)	6,30	6,22	6,28	6,26
1. Peso de la briqueta en el aire (grs)	1190,2	1192,1	1194,2	1192,5
2. Peso de la briqueta saturada (grs)	1192,7	1194,8	1205,3	1203,9
3. Peso de la briqueta en el agua (grs)	657,6	658,2	631,2	628,8
4. Volumen de la briqueta por desplazam (4-6)	535,1	536,6	574,1	575,1
5. Peso unitario (grs/cc)	2,224	2,222	2,080	2,074
P.U. PROMEDIOS (grs/cc)	2,223		2,077	

1

GEB(50) - GEB(5)

INDICE DE COMPACTABILIDAD (IC) 6,8

ÍNDICE DE COMPACTABILIDAD MÍNIMO (IC): 5,0

SVT CONSTRUCTORES

REC. VICTOR ORDÓÑEZ RAMÍOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



A. BETSY ORDÓÑEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 197110

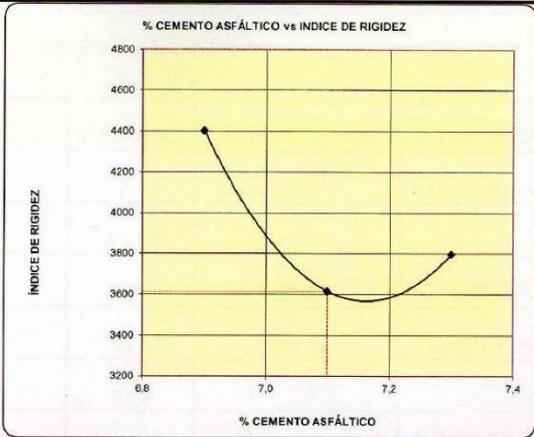


PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO.



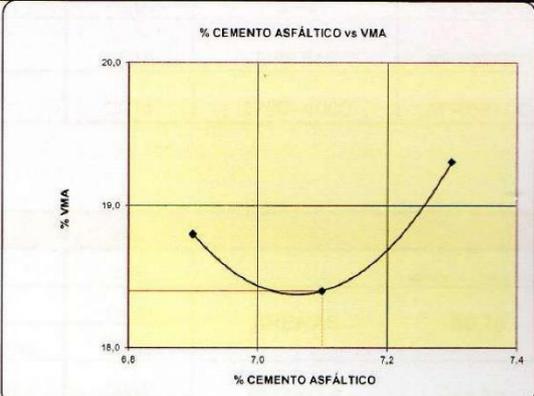
ASFALTO (%)	INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)
6,9	4401,0
7,1	3614,0
7,3	3795,8

INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)
3614



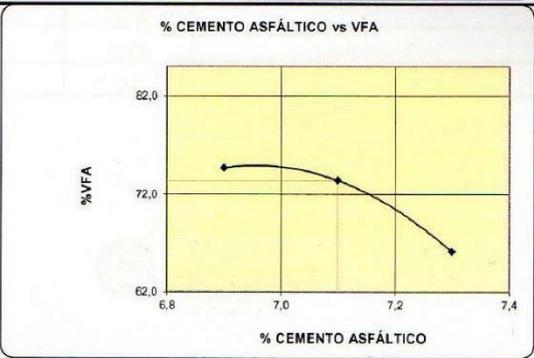
ASFALTO (%)	VMA (%)
6,9	18,8
7,1	18,4
7,3	19,3

%VMA
18,4



ASFALTO (%)	VFA (%)
6,9	74,7
7,1	73,4
7,3	66,1

%VFA
73,4



SVT CONSTRUCTORES

V. Ordoñez
TEC VICTOR ORDÓNEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



B. Ordoñez
A. BETSY ORDÓNEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP- 191910



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO.

MEZCLA ASFÁLTICA

ESPECIFICACIONES MARSHALL	OBTENIDO	ESPECIFICACION	EVALUACIÓN
OPTIMO CONTENIDO DE C.A.	7,1		PROPUESTA
PESO UNITARIO (grs/cc)	2,254		
VACÍOS (%)	4,9	2--4	APROBADO
V.M.A. (%)	18,4	MIN 14	APROBADO
VFA (%)	73,4		
FLUJO (mm)	5,0	2--4	APROBADO
ESTABILIDAD (kgs)	1815	MIN 815	APROBADO
INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)	3614	1700--4000	APROBADO

DOSIFICACIÓN	0	
CEMENTO ASFÁLTICO	7,10	REFER SOLO A CURVA GRANUL.
ARENA CHANCADA 1/4" CANTERA PICHACANI	24,00	ARENAS 56,70
ARENA ZARANDEADA 1/4" CANTERA PICHACANI	30,00	
PIEDRA CHANCADA 1/2" CANTERA CABANILLAS	20,00	PIEDRAS 43,30
PIEDRA CHANCADA 3/8" CANTERA CABANILLAS	25,00	
FILLER MINERAL	1,00	%peso del C.A.
ADITIVO MEJORADOR ADHERENCIA	0,5	

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDONEZ RIVERA
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS

INGENIERO CIVIL
REG. CIP° 191410

**DISEÑO DE MEZCLA
ASFALTICA EN CALIENTE**

ASFALTO CONVENCIONAL



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO DEL AGREGADO GRUESO

NORMAS TECNICAS: MTC E 209, ASTM C 88, AASHTO T 104

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
 TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
 CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/8" TECNICO: V.O.R.
 FECHA: 14-06-21
 MUESTA: 01

TAMIZ		PESO REQUERIDO (gr.)	RECIPIENTE Nro.	PESO INICIAL (gr.)	PESO FINAL (gr.)	PERDIDA		ESCALONAD O ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
PASA	RETIENE					PESO	%		
2"	1 1/2"	1000,0							
1 1/2"	1"	1000,0							
1"	3/4"	500,0							
3/4"	1/2"	670,0	1,0	733,0	688,6	44,4	6,6	15,4	1,0
1/2"	3/8"	330,0	2,0	330,0	315,6	14,4	4,4	32,6	1,4
3/8"	Nro.4	300,0	3,0	300,0	260,5	39,5	13,2	52,0	6,9
TOTAL				1.363,00				100,00	9,3

PORCENTAJE DEL ENSAYO DEL AGREGADO GRUESO (%)	9,3
ESPECIFICACION TECNICA DE OBRA (%)	15
EVALUACION	CUMPLE

ESPECIFICACION : Max.18%

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta de Chancadora
- 3.- La especificación es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

 TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMOS
 JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
 ESPECIALISTA GEOTECNA CONCRETO Y PAVIMENTOS

A. BESSY ORDÓÑEZ LUJANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP- 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

ABRASION LOS ANGELES

NORMAS TECNICAS: MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/8"
TECNICO V.O.R
FECHA 15-06-21
MUESTA: 02

TAMIZ		GRADACIONES			
PASA	RETIENE	A	B	C	D
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"	2501,0			
1/2"	3/8"	2501,0			
3/8"	1/4"				
1/4"	Nro.4				
PESO TOTAL		5002,0			
PESO OBTENIDO		3812,0			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO		1190,0			
NRO. ESFERAS		12			
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		23,8			

PORCENTAJE DE DESGASTE (%)	23,8
PORCENTAJE DE DESGASTE DE ESPECIFICACION (Max. Especific.) (%)	40,0
EVALUACION	CUMPLE

ESPECIFICACION : Max. 40%

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta de producción
- 3.- La especificación es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDONEZ RAIJOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERO CIVIL
REG. CIP 141410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS
MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA
CIUDAD DE PUNO

ABRASION LOS ANGELES

NORMAS TECNICAS: MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/8"
MUESTRA : PROMEDIO

TECNICO : V.O.R.
FECHA 15-06-21
MUESTRA: PROMEDIO

TAMIZ		GRADACIONES			
PASA	RETIENE	A	B	C	D
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"	2503,0			
1/2"	3/8"	2501,0			
3/8"	1/4"				
1/4"	Nro.4				
PESO TOTAL		5004,0			
PESO OBTENIDO		3797,0			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO		1207,0			
NRO. ESFERAS		12			
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		24,1			

PORCENTAJE DE DESGASTE (%)	24,1
PORCENTAJE DE DESGASTE DE ESPECIFICACION (Max. Especif.) (%)	40,0
EVALUACION	CUMPLE

ESPECIFICACION : Max. 40%

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta de producción
- 3.- La especificacion es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDONEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS
MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA
CIUDAD DE PUNO

ABRASION LOS ANGELES

NORMAS TECNICAS: MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS) TECNICO : V.O.R.
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/8" FECHA : 15/06/2021
MUESTRA : 01

TAMIZ		GRADACIONES			
PASA	RETIENE	A	B	C	D
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"	2504,0			
1/2"	3/8"	2500,0			
3/8"	1/4"				
1/4"	Nro.4				
PESO TOTAL		5004,0			
PESO OBTENIDO		3783,0			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO		1221,0			
NRO. ESFERAS		12			
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		24,4			

PORCENTAJE DE DESGASTE (%)	24,4
PORCENTAJE DE DESGASTE DE ESPECIFICACION (Max. Especific.) (%)	40,0
EVALUACION	CUMPLE

ESPECIFICACION : Max. 40%

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificacion es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDONEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



A. BESSY ORDONEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 181410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

ADHERENCIA AGREGADO - BITUMEN

NORMAS TECNICAS: MTC E 517 519, AASHTO T 182 84

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/8"

TECNICO: V.O.R.
FECHA: 05-06-21
MUESTA: 01

ITEM	MUESTRA	ADITIVO	DOSIS	% DE RECUBRIMIENTO	CONDICION DE PRUEBA
	GRAVA CHANCADA + PEN 120/150	SIN ADITIVO	0,00%	-75	INMERSION EN AGUA 100 GRADOS CELCIUS POR 10 MIN
	GRAVA CHANCADA + PEN 120/150	MORLIFE 5000	0,50%	+95	
	GRAVA CHANCADA + PEN 120/150	MORLIFE 5000	0,75%	+95	
	GRAVA CHANCADA + PEN 120/150	MORLIFE 5000	1,00%	+95	

ADHERENCIA AGREGADO GRUESO - BITUMEN	%	+95
ESPECIFICACION TECNICA DE OBRA	%	+95
EVALUACION		CUMPLE

ESPECIFICACION : +95

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificación es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

TEC. VICTOR ORDÓÑEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA JEOPRONA CONCRETO Y PAVIMENTOS



ING. VICTOR ORDÓÑEZ RAMOS
INGENIERO CIVIL
REG. O.P. 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

INDICE DE DURABILIDAD DE AGREGADOS

NORMAS TECNICAS: MTC E 214

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/8" TECNICO : V.O.R.
FECHA : 16-06-21
MUESTRA: 01

ANALISIS DE:	INDICE DE DURABILIDAD MTC E 214 %	CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO	
		TEMPERATURA °C	HUMEDAD RELATIVA %
PIEDRA CHANCADA TNM 1/2"	47	16	72

INDICE DE DURABILIDAD	%	45,0
ESPECIFICACION TECNICA DE OBRA	%	35,0
EVALUACION		CUMPLE

ESPECIFICACION : 35% Min.

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificacion realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificacion es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERO CIVIL
REG. CIP 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

(NORMA: MTC E. 221 / ASTM D. 4791)

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA

TRAMO : AV. SIMÓN BOLÍVAR - PUNO

CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)

MATERIAL : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/8"

TECNICO: V.O.R.
FECHA: 17-06-21
MUESTA: 01

MATERIAL	AGREGADO GRUESO		CHATAS		ALARGADAS			NI CHATAS, NI ALARGADAS					
	TAMIZ (pulg.)	ABERTURA (mm)	PESO RET. (gr.)	% RET.	PESO (gr.)	% RET.	PESO (gr.)	% CORREG.	PESO (gr.)	% RET.	% CORREG.		
	2"	50.800											
	1 1/2"	38.100											
	1"	25.400											
	3/4"	19.050											
	1/2"	12.700	1.652,00	49,0	72,00	4,4	2,1	72,00	4,4	2,1	1.508,00	91,3	44,7
	3/8"	8.750	1.719,00	51,0	131,00	7,6	3,9	131,00	7,6	3,9	1.457,00	84,8	43,2
TOTAL			3.371,00	100,00	203,00		6,0	203,00		6,0	2.965,00		87,9

1.- RESULTADOS

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	(gr.)	3.371,0
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS DE ENSAYO	(%)	12,0
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (Especificacion Max. De Proyecto)	(%)	10,0
CUMPLIMIENTO		NO CUMPLE

2.- OBSERVACIONES:

SVT CONSTRUCTORES

 ING. VICTOR ORDOÑEZ RAMOS
 JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
 ESPECIALISTA EN CALIDAD DE MATERIALES



A. BETSIYARDÓNEZ LUJANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 191110



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS
CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

ENSAYO DE SALES SOLUBLES TOTALES AGREGADO GRUESO

NORMAS TECNICAS: MTC E 219/1999

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA

TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO

CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)

MATERIAL : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/8"

TECNICO: V.O.R.

FECHA: 19-06-21

MUESTA: 01

ITEM	DATOS	UND	1	2	3	
1	PESO TARRO (BIKER 500ML.)	gr.	165,00	169,00		
2	PESO TARRO + AGUA + SAL	gr.	242,00	242,50		
3	PESO TARRO SECO + SAL	gr.	165,30	169,28		
4=3-1	PESO DE SAL	gr.	0,30	0,28		
5=2-3	PESO DE AGUA	gr.	76,70	73,22		
6=4/5	PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES TOTALES	%	0,391	0,382		
	PROMEDIO SALES SOLUBLES TOTALES	%				0,387

SALES SOLUBLES TOTALES AGREGADO GRUESO ENSAYO	%	0,387
ESPECIFICACION TECNICA DE OBRA	%	0,50
EVALUACION		CUMPLE

ESPECIFICACION : Max.0.5%

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificación es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDONEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALIDAD: GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS

A. VICTOR ORDONEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

NORMAS TECNICAS: MTC E 206, ASTM C 127, AASHTO T 85

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
 TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
 CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/8" TECNICO: V.O.R.
 FECHA: 21-06-21
 MUESTA: 01

ITEM	DATOS	UND	1	2	3	
A	PESO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (EN EL AIRE)	gr.	1232,0	1121,7		
B	PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (EN	gr.	763,2	690,6		
C=A-B	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS	cc	468,8	431,1		
D	PESO DE MATERIAL SECO	gr.	1218,0	1108,8		
E=(C-(A-D))	VOLUMEN DE MASA	cc	454,8	418,2		

ITEM	RESULTADOS	UND	1	2	3	PROMEDIO
F=D/C	PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA)	gr/cc	2,598	2,572		2,585
G=A/C	PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA)	gr/cc	2,628	2,602		2,615
H=D/E	PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA)	gr/cc	2,678	2,651		2,665
(A-D)*100/D	PORCENTAJE ABSORCION	%	1,314	1,335		1,327

ABSORCION ENSAYO DEL AGREGADO GRUESO	%	1,327
ESPECIFICACION TECNICA DE OBRA	%	1,00
EVALUACION	NO CUMPLE	

ESPECIFICACION : Max.1.0%

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificación es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

 TEC VICTOR ORDONEZ RAMOS
 JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
 ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS

A. BETSSY ORDONEZ LUJANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP: 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS

NORMA: ASTM D 5821 / MTC E 210

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
 TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
 CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/8" TECNICO: V.O.R.
 FECHA: 18-06-21
 MUESTA: 01

A.- CON UNA CARA FRACTURADA

TAMIZ		PESO MUESTRA (gr.)	PESO MAT. UNA CARA FRACTURADA	PORCENT. DE CARAS FRACTURADAS	PORCENT. RET. GRADACION ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA	RETIENE	A	B	$C=(B/A)*100$	D	$E=C*D$
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1.652,00	1.381,0	83,6	49,0	4.096,4
1/2"	3/8"	1.719,00	1.467,0	85,3	51,0	4.350,3
TOTAL		3.371,00	2.848,00		100,00	8.446,7

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA DE ENSAYO (%)	84,5
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA DE ESP. (Min. Especific.) (%)	90,0
EVALUACION	NO CUMPLE

B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS

TAMIZ		PESO MUESTRA (gr.)	PESO MAT. UNA CARA FRACTURADA	PORCENT. DE CARAS FRACTURADAS	PORCENT. RET. GRADACION ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA	RETIENE	A	B	$C=(B/A)*100$	D	$E=C*D$
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1.652,00	1.249,0	75,6	49,0	3.704,4
1/2"	3/8"	1.719,00	1.380,0	80,3	51,0	4.095,3
TOTAL		3.371,00	2.629,00		100,00	7.799,7

PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS DE ENSAYO (%)	78,00
PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS DE ESP. (Min. Especific.) (%)	70,0
EVALUACION	CUMPLE

ESPECIFICACION MIN. CON UNA CARA : Min. 90%
 ESPECIFICACION MIN. CON DOS O MAS : Min. 70%

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificacion realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificacion es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

V. Ordoñez Ramos
 VICTOR ORDOÑEZ RAMOS
 JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
 ESPECIALISTA GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



B. Ordoñez Lujano
 BESSY ORDOÑEZ LUJANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

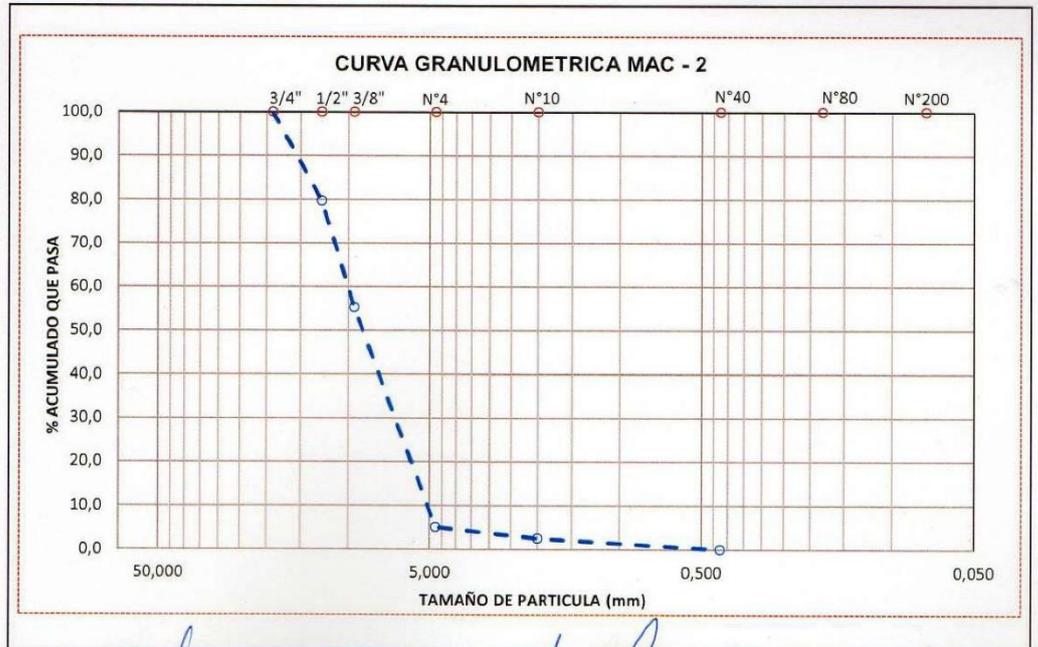
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
 TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
 CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/8"
 MUESTRA : N°- 01

REALIZADO POR: V.O.R.
 FECHA: 22-06-21
 PESO TOTAL SECO LAVADO: 8.332,00 gr.

ABERTURA MALLA	AASHTO	PESO RETENIDO PARCIAL	% PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	T-27(mm)						
1"	25,000	0,0	0,0	0,0	100,0		Tamaño Maximo 3/4"
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	100,0		Peso Total Agr. 8.332,00 gr.
1/2"	12,500	1691,0	20,3	20,3	79,7		Peso de Grava gr.
3/8"	9,500	2031,0	24,4	44,7	55,3		Peso de Arena gr.
N° 4	4,750	4191,0	50,3	95,0	5,0		Fracc. < N°4 gr.
N°10	2,000	208,0	2,5	97,5	2,5		
N° 40	0,425	210,0	2,5	100,0	0,0		
N°80	0,180						
N° 200	0,075						
< N° 200	FONDO						



SVT CONSTRUCTORES
 TEL. VICTOR ORDÓÑEZ RAMOS
 JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
 ESPECIALISTA GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

A. BETSY ORDÓÑEZ LUJANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP: 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

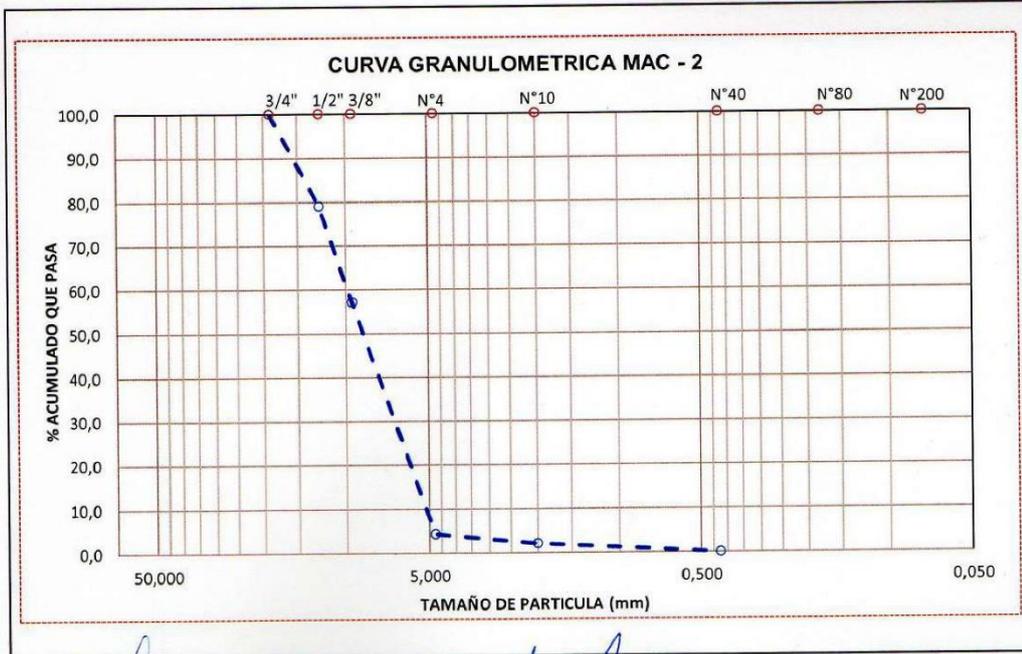
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
 TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
 CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
 UBICACIÓN : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/8"
 MUESTRA : N°-02

REALIZADO POR: V.O.R.
 FECHA: 22-06-21
 PESO TOTAL SECO LAVADO: 7.850,00 gr.

ABERTURA MALLA	AASHTO	PESO RETENIDO PARCIAL	% PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	T-27(mm)						
1"	25.000	0,0	0,0	0,0	100,0		Tamaño Maximo 3/4"
3/4"	19.000	0,0	0,0	0,0	100,0		Peso Total Agr. 7.850,00 gr.
1/2"	12.500	1652,0	21,0	21,0	79,0		Peso de Grava gr.
3/8"	9.500	1719,0	21,9	42,9	57,1		Peso de Arena gr.
N° 4	4.750	4142,0	52,8	95,7	4,3		Fracc. < N°4 gr.
N°10	2.000	173,0	2,2	97,9	2,1		
N° 40	0,425	165,0	2,1	100,0	0,0		
N°80	0,180						
N° 200	0,075						
< N° 200	FONDO						



SVT CONSTRUCTORES

TEC. VICTOR ORDONEZ RAMOS
 JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
 ESPECIALISTA GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



A. BESSY ORDONEZ LUJANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP- 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

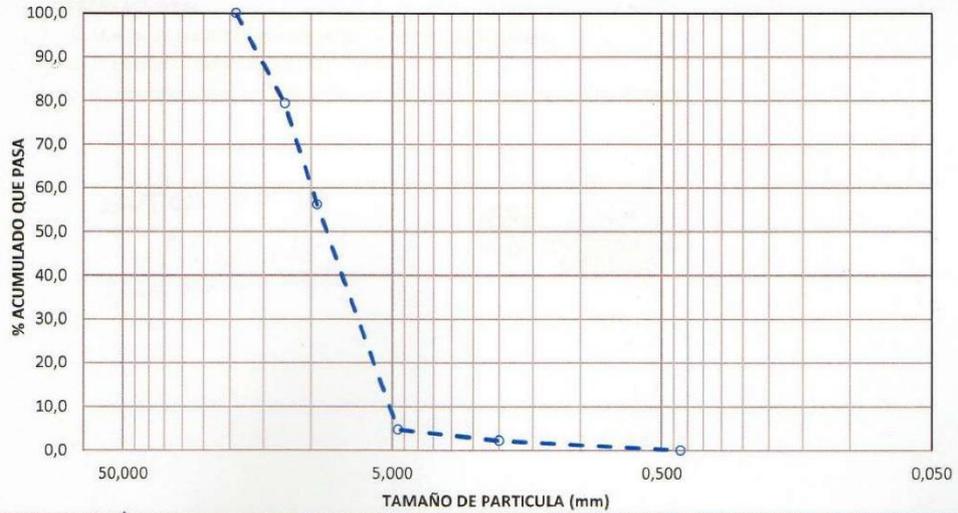
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/8"
MUESTRA : PROMEDIO

REALIZADO POR: V.O.R.
FECHA: 22-06-21
PESO TOTAL SECO LAVADO: 8.091,00 gr.

ABERTURA MALLA	AASHTO	PESO RETENIDO PARCIAL	% PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	T-27(mm)						
1"	25,000	0,0	0,0	0,0	100,0		Tamaño Maximo 3/4"
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	100,0		Peso Total Agr. 8.091,00 gr.
1/2"	12,500	1667,0	20,6	20,6	79,4		Peso de Grava gr.
3/8"	9,500	1877,0	23,2	43,8	56,2		Peso de Arena gr.
Nº 4	4,750	4167,0	51,5	95,3	4,7		Fracc. < Nº4 gr.
Nº10	2,000	202,0	2,5	97,8	2,2		
Nº 40	0,425	178,0	2,2	100,0	0,0		
Nº80	0,180						
Nº 200	0,075						
< Nº 200	FONDO						

CURVA GRANULOMETRICA MAC - 2



SVT CONSTRUCTORES

TEC. VICTOR ORDÓÑEZ RAMÍOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



ING. DEBESY ORDÓÑEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPRORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

EQUIVALENTE DE ARENA

NORMAS TECNICAS: MTC E 114, ASTM D 2419, AASHTO T 176

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
MATERIAL ARENA NATURAL N° 1

TECNICO: V.O.R.
FECHA: 31-05-21
MUESTA: 01

ITEM	DATOS	UND	1	2	3	4
1	TAMAÑO MAXIMO (PASA MALLA Nro.4)		5,52	5,54	5,56	
2	HORA DE ENTRADA A SATURACION	Hr.	10 .00	10 .02	10 .04	
3	HORA DE SALIDA DE SATURACION (MAS 10")	Hr.	10 .10	10 .12	10,14	
4	HORA DE ENTRADA A DECANTACION	Hr.	10 .12	10 .14	10 .16	
5	HORA DE SALIDA DE DECANTACION (MAS 20")	Hr.	10 .32	10 .34	10 .36	
6	ALTURA MAXIMA DE MATERIAL FINO	cm	4,6	4,7	4,8	
7	ALTURA MAXIMA DE LA ARENA	cm	3,8	3,9	4,0	
8	EQUIVALENTE DE ARENA	%	82,6	83,0	83,3	
9	PROMEDIO EQUIVALENTE DE ARENA	%	83,0			

EQUIVALENTE DE ARENA DEL ENSAYO	%	83,0
ESPECIFICACION TECNICA DE OBRA	%	70,00
EVALUACION		CUMPLE

ESPECIFICACION Min.70%

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificacion realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificacion es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDÓNEZ RAMÍOS
JEFE DE ESTADOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALIDAD: GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



A. BESSY ORDÓNEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP- 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPRORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

EQUIVALENTE DE ARENA

NORMAS TECNICAS: MTC E 114, ASTM D 2419, AASHTO T 176

CLIENTE	: WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA	TECNICO:	V.O.R.
TRAMO	: AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO	FECHA:	31-05-21
CANTERA	: CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)	MUESTA:	01
MATERIAL	: ARENA CHANCADA N° 2		

ITEM	DATOS	UND	1	2	3	4
1	TAMAÑO MAXIMO (PASA MALLA Nro.4)		5,52	5,54	5,56	
2	HORA DE ENTRADA A SATURACION	Hr.	11 .00	11 .02	11 .04	
3	HORA DE SALIDA DE SATURACION (MAS 10")	Hr.	11 .10	11 .12	11 .14	
4	HORA DE ENTRADA A DECANTACION	Hr.	11 .12	11 .14	11 .16	
5	HORA DE SALIDA DE DECANTACION (MAS 20")	Hr.	11 .32	11,34	11,36	
6	ALTURA MAXIMA DE MATERIAL FINO	cm	5,7	5,5	5,6	
7	ALTURA MAXIMA DE LA ARENA	cm	3,8	3,7	3,7	
8	EQUIVALENTE DE ARENA	%	66,7	67,3	66,1	
9	PROMEDIO EQUIVALENTE DE ARENA	%	66,7			

EQUIVALENTE DE ARENA DEL ENSAYO	%	66,7
ESPECIFICACION TECNICA DE OBRA	%	70,00
EVALUACION	NO CUMPLE	

ESPECIFICACION Min.70%

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificacion realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora Movil KM 6+000 LD (RUTA JULIACA - PUNO)
- 3.- La especificacion es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto, CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE.
- 4.- el muestreo y el ensayo se realizo conjuntamente con la Supervision.

SVT CONSTRUCTORES

 TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMOS
 JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
 ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS

B. BETSY ORDÓÑEZ LUJANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES REICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

EQUIVALENTE DE ARENA

NORMAS TECNICAS: MTC E 114, ASTM D 2419, AASHTO T 176

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
 TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
 CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
 MATERIAL ARENA CHANCADA 35% ARENA NATURAL 23%

TECNICO: V.O.R.
 FECHA: 31-05-21
 MUESTA: MEZCLA

ITEM	DATOS	UND	1	2	3	4
1	TAMAÑO MAXIMO (PASA MALLA Nro.4)		5,52	5,54	5,56	
2	HORA DE ENTRADA A SATURACION	Hr.	14 .30	14 .32	14 .36	
3	HORA DE SALIDA DE SATURACION (MAS 10")	Hr.	14 .40	14 .42	14 .44	
4	HORA DE ENTRADA A DECANTACION	Hr.	14 .42	14 .44	14 .46	
5	HORA DE SALIDA DE DECANTACION (MAS 20")	Hr.	15 .02	15 .04	15 .06	
6	ALTURA MAXIMA DE MATERIAL FINO	cm	5,3	5,2	5,4	
7	ALTURA MAXIMA DE LA ARENA	cm	3,9	4,0	3,9	
8	EQUIVALENTE DE ARENA	%	73,6	76,9	72,2	
9	PROMEDIO EQUIVALENTE DE ARENA	%	74,2			

EQUIVALENTE DE ARENA DEL ENSAYO	%	74,2
ESPECIFICACION TECNICA DE OBRA	%	70,00
EVALUACION		CUMPLE

ESPECIFICACION Min.70%

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificacion es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

 TEC VICTOR ORDONEZ RAMOS
 JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
 ESPECIALIDAD: GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

B. BETSY ORDONEZ LUJANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

PESOS UNITARIOS DEL AGREGADO GRUESO

NORMAS TECNICAS: MTC E 203, ASTM C 29

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/8"

TECNICO: V.O.R.
FECHA: 23-06-21
MUESTA: 01

A.- PESO UNITARIO SUELTO SECO

ITEM	Nro. DE ENSAYO	UND	1	2	3	
1	PESO MATERIAL + MOLDE	gr.	6710,0	6740,0	6726,0	
2	PESO DE MOLDE	gr.	2742,0	2742,0	2742,0	
3	PESO NETO DE MATERIAL	gr.	3968,0	3998,0	3984,0	
4	VOLUMEN DEL MOLDE	cc	2740,0	2740,0	2740,0	
5	PESO UNITARIO SUELTO	gr/cc	1,448	1,459	1,454	
6	PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO	gr/cc	1,454			

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO SECO

ITEM	Nro. DE ENSAYO	UND	1	2	3	
1	PESO MATERIAL + MOLDE	gr.	7060,0	7045,0	7052,0	
2	PESO DE MOLDE	gr.	2742,0	2742,0	2742,0	
3	PESO NETO DE MATERIAL	gr.	4318,0	4303,0	4310,0	
4	VOLUMEN DEL MOLDE	cc	2740,0	2740,0	2740,0	
5	PESO UNITARIO SUELTO	gr/cc	1,576	1,570	1,573	
6	PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO	gr/cc	1,573			

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificación es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

[Firma]
TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMÍOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



[Firma]
A. BETSY ORDÓÑEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP- 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LIMITES DE CONSISTENCIA

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
 TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
 CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
 MATERIAL : ARENA CHANCADA 35% ARENA NATURAL 23%

FECHA : 03/06/2021
 HECHO POR : V. O. R.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

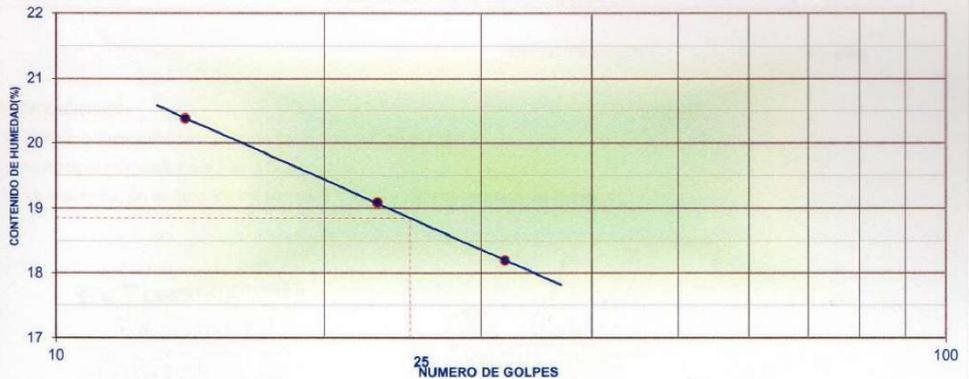
Nº TARA		T-05	T-08	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	63,34	64,02	63,23
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	56,40	57,35	56,94
PESO DE AGUA	(gr.)	6,94	6,67	6,29
PESO DE LA TARA	(gr.)	22,35	22,40	22,37
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	34,05	34,95	34,57
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20,38	19,08	18,19
NUMERO DE GOLPES		14	23	32

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

Nº TARA				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)			
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)			
PESO DE AGUA	(gr.)			
PESO DE LA TARA	(gr.)			
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			

N.P.

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	18,85
LIMITE PLASTICO (%)	N.P
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	N.P

OBSERVACIONES

Límite Pasante el Tamiz N° 40

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMOS
 JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
 ESPECIALISTA GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



A. BETSY ORDÓÑEZ LUJANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP: 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO DEL AGREGADO FINO

NORMAS TECNICAS: MTC E 209, ASTM C 88, AASHTO T 104

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
 TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
 CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
 MATERIAL : ARENA CHANCADA 35% ARENA NATURAL 23%

TECNICO: V.O.R.
 FECHA: 04-06-21
 MUESTA: 01

TAMIZ		PESO REQUERIDO	RECIPIENTE	PESO INICIAL	PESO FINAL	PERDIDA		ESCALONAD O ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
PASA	RETIENE	(gr.)	Nro.	(gr.)	(gr.)	PESO	%		
3/8"	N° 4	100,0							
N° 4	N° 8	100,0	1,0	100,0	77,7	22,3	22,3	17,4	3,9
N° 8	N° 16	100,0	2,0	100,0	84,5	15,5	15,5	23,3	3,6
N° 16	N° 30	100,0	3,0	100,0	88,8	11,2	11,2	9,4	1,1
N° 30	N° 50	100,0	4,0	100,0	87,3	12,7	12,7	4,3	0,5
N° 50	N° 100	100,0	5,0	100,0	82,2	17,8	17,8	5,5	1,0
TOTAL				500,00				59,90	10,1

PORCENTAJE DEL ENSAYO DEL AGREGADO FINO (%)	10,1
ESPECIFICACION TECNICA DE OBRA (%)	18
EVALUACION	CUMPLE

ESPECIFICACION : 18% Max.

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificacion realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificacion es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

 TEC. VICTOR ORDONEZ RAMOS
 JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
 ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS

A. BETSY ORDONEZ LUJANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO
NORMAS TECNICAS: MTC E 222

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
MATERIAL : ARENA CHANCADA 35% ARENA NATURAL 23%

TECNICO: V.O.R.
FECHA: 01-06-21
MUESTA: 01

ITEM	DATOS	UND	1	2	3	4
1	GRAVEDAD ESPECIFICA SOLIDOS (SECO)	gr/cc	2,569	2,569		
2	PESO DEL AGREGADO FINO + MOLDE	gr.	2954,0	3026,2		
3	PESO DEL MOLDE	gr.	515,1	515,1		
3	PESO DEL AGREGADO FINO	gr.	2438,9	2511,1		
3	VOLUMEN DEL CILINDRO	cc.	2112,0	2120,0		
8	ANGULARIDAD	%	45,0	46,1		
9	PROMEDIO ANGULARIDAD	%	45,6			

ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO ENSAYO	%	45,6
ESPECIFICACION TECNICA DE OBRA	%	40,00
EVALUACION		CUMPLE

ESPECIFICACION Min.40%

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificacion realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificacion es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

Victor R.
TEC. VICTOR ORDONEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



Betsy
INGENIERO CIVIL
REG. CIP- 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

ENSAYO DE AZUL DE METILENO
NORMAS TECNICAS: AASTHO TP 57

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
MATERIAL ARENA CHANCADA 35% ARENA NATURAL 23%

TECNICO : V.O.R.
FECHA : 02-06-21
MUESTA: 01

ANALISIS DE:	RESULTADO DE AZUL DE METILENO
35.0%ARENA CHANCADA N°1/4" + 23.0%ARENA NATURAL N°1/4"	5,1

AZUL DE METILENO	%	5,1
ESPECIFICACION TECNICA DE OBRA	%	8,0
EVALUACION		CUMPLE

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificacion es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

Victor R.
TEC. VICTOR ORDONEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD Y PAVIMENTOS



Betsy O.
A. BETSY ORDONEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LIMITES DE CONSISTENCIA

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
 TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
 CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
 MATERIAL : ARENA CHANCADA 35% ARENA NATURAL 23%

FECHA : 05/06/2021
 HECHO POR : V. O. R.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

Nº TARA		T-10	T-09	T-12
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	51,51	55,46	53,06
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	45,90	49,44	47,66
PESO DE AGUA	(gr.)	5,61	6,02	5,40
PESO DE LA TARA	(gr.)	22,39	22,43	22,28
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	23,51	27,01	25,38
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23,86	22,29	21,28
NUMERO DE GOLPES		13	22	31

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

Nº TARA			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)		
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)		
PESO DE AGUA	(gr.)		
PESO DE LA TARA	(gr.)		
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		

N.P

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	21,90
LIMITE PLASTICO (%)	N.P
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	N.P

OBSERVACIONES

Limite Pasante el Tamiz Nº 200

SVT CONSTRUCTORES
Victor R.
 TEC VÍCTOR ORDÓÑEZ RAMÍOS
 JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
 ESPECIALISTA GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Betsy O.

 Betsy Ordóñez Lujano
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 191110



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

ENSAYO DE SALES SOLUBLES TOTALES AGREGADO FINO

NORMAS TECNICAS: MTC E 219/1999

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA

TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO

CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)

MATERIAL : ARENA CHANCADA 35% ARENA NATURAL 23%

TECNICO: V.O.R.

FECHA: 07/06/2021

MUESTA: 01

ITEM	DATOS	UND	1	2	3	
1	PESO TARRO (BIKER 500ML.)	gr.	104,52	105,11		
2	PESO TARRO + AGUA + SAL	gr.	250,10	257,20		
3	PESO TARRO SECO + SAL	gr.	104,95	105,62		
4=3-1	PESO DE SAL	gr.	0,43	0,51		
5=2-3	PESO DE AGUA	gr.	145,15	151,58		
6=4/5	PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES TOTALES	%	0,296	0,336		
	PROMEDIO SALES SOLUBLES TOTALES	%				0,316

SALES SOLUBLES TOTALES AGREGADO GRUESO ENSAYO	%	0,316
ESPECIFICACION TECNICA DE OBRA	%	0,50
EVALUACION		CUMPLE

ESPECIFICACION : Max.0.5%

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificación es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDONEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



A. BESSY ORDONEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP- 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS

NORMAS TECNICAS: MTC E 205, ASTM C 128, AASHTO T 84

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA

TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO

CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)

MATERIAL : ARENA CHANCADA 35% ARENA NATURAL 23%

TECNICO: V.O.R.

FECHA: 08-06-21

MUESTA: 01

ITEM	DATOS	UND	1	2	3	
A	PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (EN	gr.	300,0	300,0	300,0	
B	PESO DE FRASCO + AGUA	gr.	804,4	802,9	803,2	
C=A+B	PESO DE FRASCO + AGUA + A	gr.	1104,4	1102,9	1103,2	
D	PESO DE MATERIAL + AGUA EN EL FRASCO	gr.	990,3	987,4	988,7	
E=C-D	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS	cc	114,1	115,5	114,5	
F	PESO DE MATERIAL SECO	gr.	296,0	296,4	296,4	
G=(E-(A-F))	VOLUMEN DE MASA	cc	110,1	111,9	110,9	

ITEM	RESULTADOS	UND	1	2	3	PROMEDIO
H=F/E	PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA)	gr/cc	2,594	2,566	2,589	2,583
I=A/E	PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA)	gr/cc	2,629	2,597	2,620	2,615
J=F/G	PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA)	gr/cc	2,688	2,649	2,673	2,670
(A-F)*100/F	PORCENTAJE ABSORCION	%	1,350	1,210	1,210	1,257

ABSORCION ENSAYO DEL AGREGADO GRUESO	%	1,257
ESPECIFICACION TECNICA DE OBRA	%	1,00
EVALUACION		NO CUMPLE

ESPECIFICACION : Max.1.00%

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificacion realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificacion es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

TEG VICTOR ORDÓNEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS

A. BETSY ORDÓNEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

INDICE DE DURABILIDAD DE AGREGADOS

NORMAS TECNICAS: MTC E 214

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
MATERIAL : ARENA CHANCADA 35% ARENA NATURAL 23%
TECNICO: V.O.R.
FECHA: 04-06-21
MUESTA: 01

ANALISIS DE:	INDICE DE DURABILIDAD MTC E 214 %	CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO	
		TEMPERATURA °C	HUMEDAD RELATIVA %
56.5%ARENA CHANCADA N°1/4" + 43.5%ARENA NATURAL N°1/4"	48	16	70

INDICE DE DURABILIDAD	%	44,2
ESPECIFICACION TECNICA DE OBRA	%	35,0
EVALUACION		CUMPLE

ESPECIFICACION : 35% Min.

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificacion es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDONEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INGENIERO CIVIL
REG. CIP 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

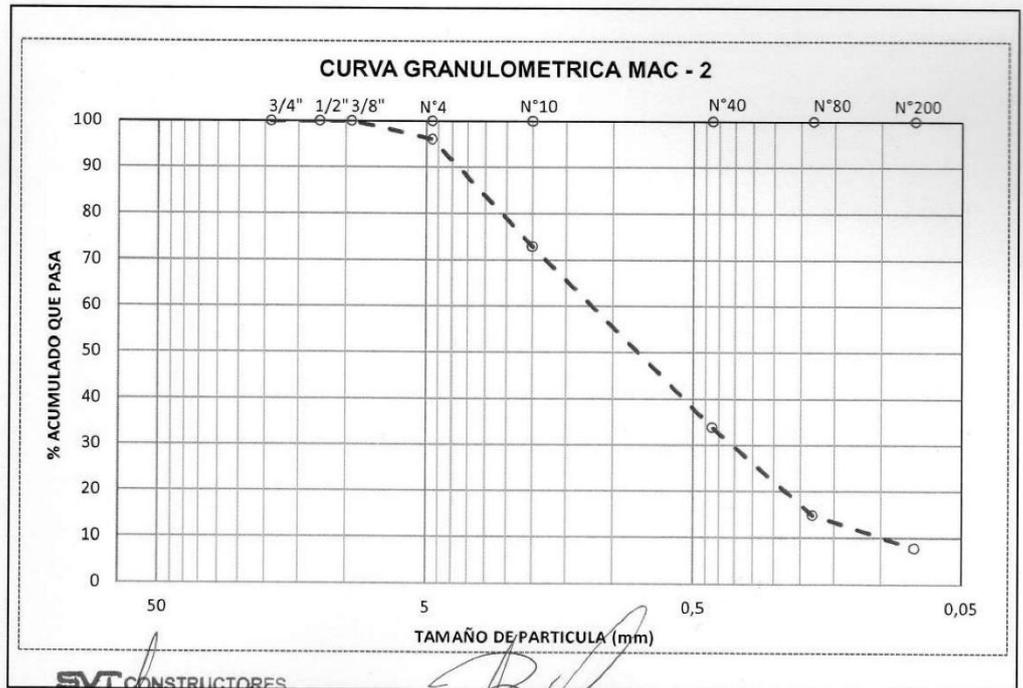
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
MATERIAL : ARENA CHANCADA DE 1/4"
MUESTRA : N°- 01

TECNICO: V.O.R.
FECHA: 11-06-21
PESO TOTAL SECO: 1.116,70 gr.

ABERTURA MALLA	AASHTO T-27(mm)	PESO RETENIDO PARCIAL	% PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
1"	25,000	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,500	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,0	0,0	0,0	100,0
N° 4	4,750	43,4	3,9	3,9	96,1
N°10	2,000	259,0	23,2	27,1	72,9
N° 40	0,425	435,9	39,0	66,1	33,9
N°80	0,180	212,9	19,1	85,2	14,8
N° 200	0,075	77,9	7,0	92,2	7,8
> N° 200	FONDO	87,6	7,8	100,0	0,0



SVT CONSTRUCTORES

TEL: VÍCTOR ORDÓÑEZ RAMÍJOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



A. BETSSY ORDÓÑEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

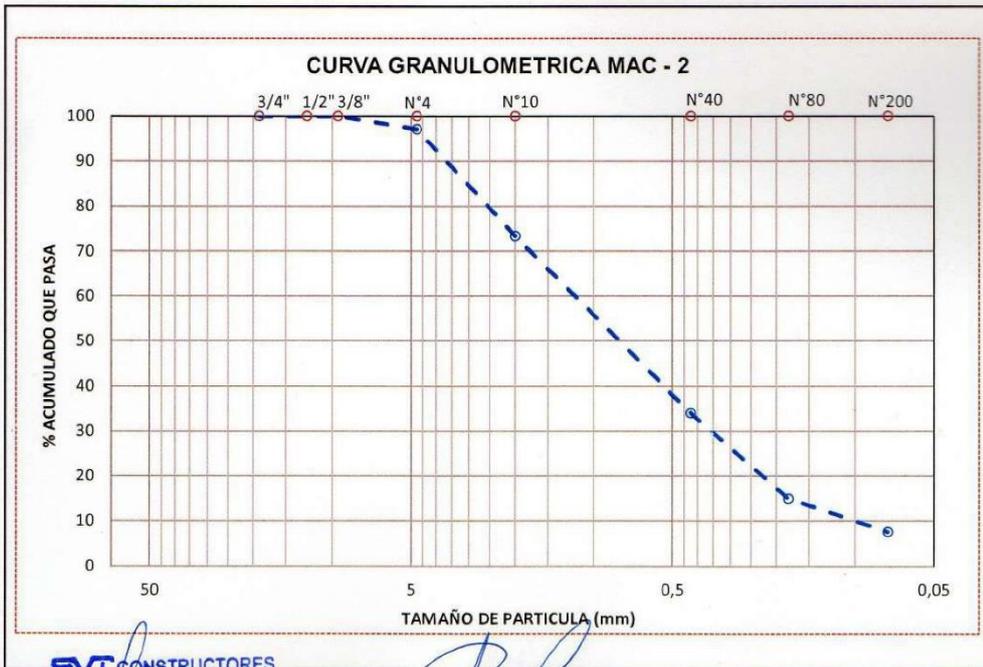
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
MATERIAL : ARENA CHANCADA DE 1/4"
MUESTRA : N°- 02

TECNICO: V.O.R.
FECHA: 11-06-21
PESO TOTAL SECO: 1.007,50 gr.

ABERTURA MALLA	AASHTO T-27(mm)	PESO RETENIDO PARCIAL	% PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
1"	25,000	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,500	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,0	0,0	0,0	100,0
N° 4	4,750	29,0	2,9	2,9	97,1
N°10	2,000	239,2	23,7	26,6	73,4
N° 40	0,425	397,0	39,4	66,0	34,0
N°80	0,180	192,6	19,1	85,1	14,9
N° 200	0,075	73,2	7,3	92,4	7,6
> N° 200	FONDO	76,5	7,6	100,0	0,0



SVT CONSTRUCTORES
TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAWLOS
INGENIERO EN CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALIDAD: GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

PESOS UNITARIOS DEL AGREGADO FINO

NORMAS TECNICAS: MTC E 203, ASTM C 29

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA

TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO

CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)

MATERIAL : ARENA CHANCADA 35% ARENA NATURAL 23%

TECNICO : V.O.R.

FECHA : 08-06-21

MUESTA: 01

A.- PESO UNITARIO SUELTO SECO

ITEM	Nro. DE ENSAYO	UND	1	2	3	
1	PESO MATERIAL + MOLDE	gr.	7115,0	7125,0	7118,0	
2	PESO DE MOLDE	gr.	2742,0	2742,0	2742,0	
3	PESO NETO DE MATERIAL	gr.	4373,0	4383,0	4376,0	
4	VOLUMEN DEL MOLDE	cc	2740,0	2740,0	2740,0	
5	PESO UNITARIO SUELTO	gr/cc	1,596	1,600	1,597	
6	PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO	gr/cc	1,598			

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO SECO

ITEM	Nro. DE ENSAYO	UND	1	2	3	
1	PESO MATERIAL + MOLDE	gr.	7708,0	7747,0	7725,0	
2	PESO DE MOLDE	gr.	2742,0	2742,0	2742,0	
3	PESO NETO DE MATERIAL	gr.	4966,0	5005,0	4983,0	
4	VOLUMEN DEL MOLDE	cc	2740,0	2740,0	2740,0	
5	PESO UNITARIO SUELTO	gr/cc	1,812	1,827	1,819	
6	PESO UNITARIO COMPACTADO PRO	gr/cc	1,819			

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificación es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



BETSY ORDÓÑEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP- 131-110



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

PESOS UNITARIOS DEL AGREGADO INTEGRAL

NORMAS TECNICAS: MTC E 203, ASTM C 29

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
MATERIAL : ARENA CHANCADA 35% ARENA NATURAL 23%

TECNICO : V.O.R.
FECHA : 09-06-21
MUESTA: 01

A.- PESO UNITARIO SUELTO SECO

ITEM	Nro. DE ENSAYO	UND	1	2	3	
1	PESO MATERIAL + MOLDE	gr.	7095,0	7195,0	7145,0	
2	PESO DE MOLDE	gr.	2742,0	2742,0	2742,0	
3	PESO NETO DE MATERIAL	gr.	4353,0	4453,0	4403,0	
4	VOLUMEN DEL MOLDE	cc	2740,0	2740,0	2740,0	
5	PESO UNITARIO SUELTO	gr/cc	1,589	1,625	1,607	
6	PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO	gr/cc	1,607			

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO SECO

ITEM	Nro. DE ENSAYO	UND	1	2	3	
1	PESO MATERIAL + MOLDE	gr.	7715,0	7735,0	7732,0	
2	PESO DE MOLDE	gr.	2742,0	2742,0	2742,0	
3	PESO NETO DE MATERIAL	gr.	4973,0	4993,0	4990,0	
4	VOLUMEN DEL MOLDE	cc	2740,0	2740,0	2740,0	
5	PESO UNITARIO SUELTO	gr/cc	1,815	1,822	1,821	
6	PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO	gr/cc	1,819			

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- El material se extrajo de la Planta Chancadora
- 3.- La especificación es obtenida del Manual EG-2013 y Especificaciones del Proyecto

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMÍREZ
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA EN PREDICCIÓN DE CONCRETO Y PAVIMENTOS



A. BETSSY ORDÓÑEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES REICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

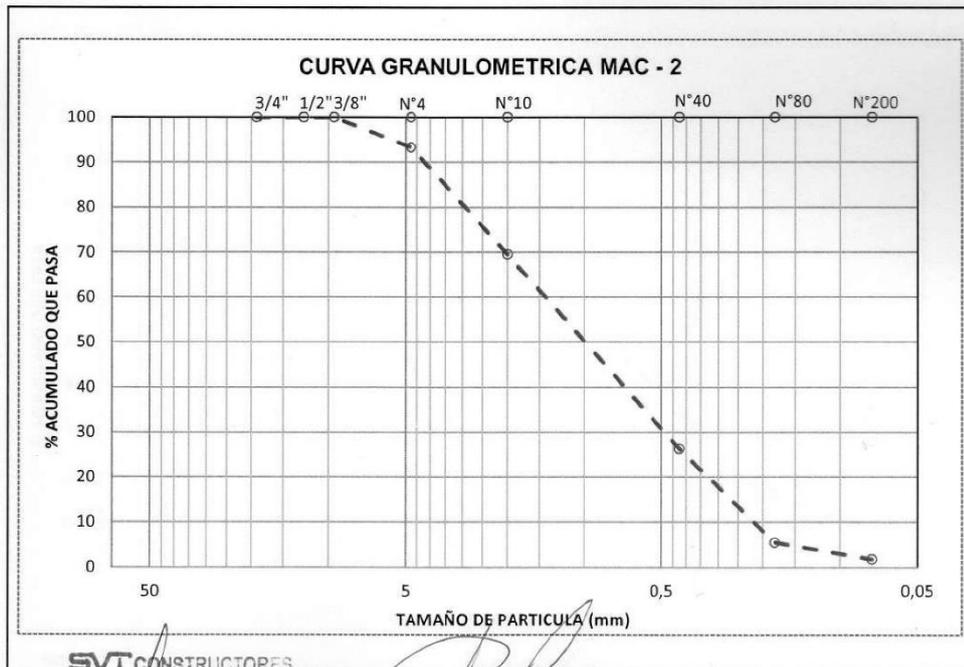
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
 TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
 CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
 MATERIAL : ARENA NATURAL DE 1/4"
 MUESTRA : N°- 01

REALIZADO POR: V.O.R.
 FECHA: 10-06-21
 PESO TOTAL SECO: 1.192,00 gr.

ABERTURA MALLA	AASHTO T-27(mm)	PESO RETENIDO PARCIAL	% PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
1"	25,000	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,500	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,0	0,0	0,0	100,0
N° 4	4,750	80,1	6,7	6,7	93,3
N°10	2,000	282,8	23,7	30,4	69,6
N° 40	0,425	515,5	43,2	73,7	26,3
N°80	0,180	247,7	20,8	94,5	5,5
N° 200	0,075	44,5	3,7	98,2	1,8
> N° 200	FONDO	21,4	1,8	100,0	0,0



SVT CONSTRUCTORES

WILLY ESCALANTE ALVAREZ
 JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
 ESPECIALISTA GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



WILLY ESCALANTE ALVAREZ
 INGENIERO CIVIL
 REG. CP: 191410

	0					100.00
	0					% PIEDRA EN LA CURVA 41.3
						% ARENA EN LA CURVA 58.7
17/05/2021						
PIEDRA CHANCADA 38% ARENA CHANCADA 25% ARENA NATURAL 35% FILLER 2%						
DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS EN EL MARSHALL						FACTOR 100
COMBINACIÓN	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	
TOTAL (%)	100	100	100	100	100	
ASFALTO (%)	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	
CAL (%)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
%TOTAL (PIEDRA + ARENA) EN EL MARSHALL	94.5	94.0	93.5	93.0	92.5	
(%) PIEDRA EN EL MARSHALL	39.0	38.8	38.6	38.4	38.2	
(%) ARENA EN EL MARSHALL	53.5	53.2	52.9	52.6	52.3	

SVT CONSTRUCTORES

TEC. VICTOR ORDÓÑEZ RAMÍREZ
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERO CIVIL
REG. CIP- 191410



PROYECTO:
"ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 2
CANTERA : RIO ILAVE
UBICACIÓN : PLANTA ASFALTO ILAVE
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 38 % ARENA NATURAL 35 % ARENA CHANCADA 25 % FILLER 2

FECHA : 20/05/2021
HECHO POR : V.ORDÓÑEZ R.
TIPO DE C.A : 120 - 150
% DE C.A : 5.5

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5.50	5.50	5.50		5.50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	39.03	39.03	39.03		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	53.47	53.47	53.47		
4	% de agregado filler en peso de la mezcla	2.00	2.00	2.00	100.00	
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.615	2.615	2.615		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.615	2.615	2.615		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1201.4	1198.8	1199.7		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1203.7	1201.0	1202.0		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	662.0	661.0	661.4		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	541.7	540.0	540.6		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.218	2.220	2.219		2.219
14	Peso específico máximo ASTM D-2041 (RICE)	2.333	2.333	2.333		
15	% de vacíos	4.9	4.8	4.9		4.9
16	Peso específico bulk del agregado total	2.608	2.608	2.608		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	19.63	19.55	19.58		19.6
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	74.85	75.23	75.09		75.1
19	Peso específico del agregado total	2.524	2.524	2.524		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	-1.29	-1.29	-1.29		
21	% de asfalto efectivo	6.72	6.72	6.72		
22	Flujo (mm)	2.60	2.50	2.80		2.63
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1622	1590	1612		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1654	1621	1644		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	0.93	0.93	0.93		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1538	1508	1529		1525
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	5916	6031	5460		5802
28	Relación Polvo Asfalto	0.78	0.78	0.78		0.78

OBSERVACIONES :

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



V. ORDÓÑEZ R.
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 191410



PROYECTO: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 2
CANTERA : RIO ILAVE
UBICACIÓN : PLANTA ASFALTO ILAVE
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 38 % ARENA NATURAL 35 % ARENA CHANCADA 25 % FILLER 2 %

FECHA : 20-05-21
TEC. LAB. : V.O.R
TIPO DE C.A. : 120 - 150
% DE C.A. : 6.0

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6.00	6.00	6.00		6.00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	38.82	38.82	38.82		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	53.18	53.18	53.18		
4	% de agregado filler en peso de la mezcla	2.00	2.00	2.00	100.00	
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.615	2.615	2.615		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.615	2.615	2.615		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1200.4	1198.6	1199.3		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1201.9	1200.3	1200.9		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	662.9	661.6	662.2		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	538.0	538.7	538.7		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.227	2.225	2.226		2.226
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.334	2.334	2.334		
15	% de vacíos	4.6	4.7	4.6		4.6
16	Peso específico bulk del agregado total	2.608	2.608	2.608		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	19.72	19.79	19.75		19.8
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	76.77	76.40	76.63		76.6
19	Peso específico del agregado total	2.546	2.546	2.546		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	-0.95	-0.95	-0.95		
21	% de asfalto efectivo	6.89	6.89	6.89		
22	Flujo (mm)	3.00	2.90	3.10		3.00
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1569	1548	1576		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1600	1576	1607		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	0.93	0.93	0.93		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1488	1468	1495		1483
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	4960	5062	4821		4948
28	Relación Polvo Asfalto	0.76	0.76	0.76		0.76

OBSERVACIONES .:

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERO CIVIL
REG. CIP 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

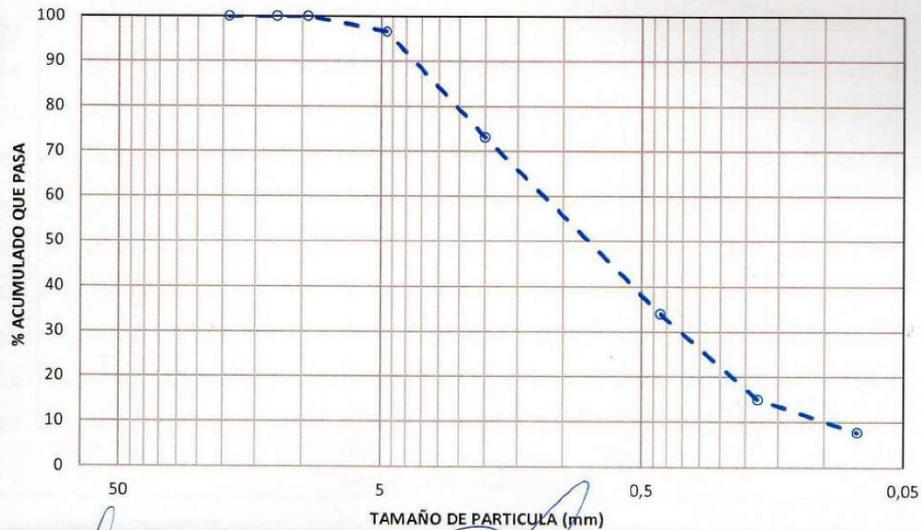
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)
MATERIAL : ARENA CHANCADA DE 1/4"
MUESTRA : PROMEDIO

TECNICO: V.O.R.
FECHA: 11-06-21
PESO TOTAL SECO: 1.062,10 gr.

ABERTURA MALLA	AASHTO T-27(mm)	PESO RETENIDO PARCIAL	% PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
1"	25,000	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,500	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,0	0,0	0,0	100,0
Nº 4	4,750	36,1	3,4	3,4	96,6
Nº10	2,000	248,5	23,4	26,8	73,2
Nº 40	0,425	416,3	39,2	66,0	34,0
Nº80	0,180	202,9	19,1	85,1	14,9
Nº 200	0,075	76,5	7,2	92,3	7,7
> Nº 200	FONDO	81,8	7,7	100,0	0,0

CURVA GRANULOMETRICA MAC - 2



SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMÍREZ
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



A. BETSY ORDÓÑEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 191410



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTAS Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO

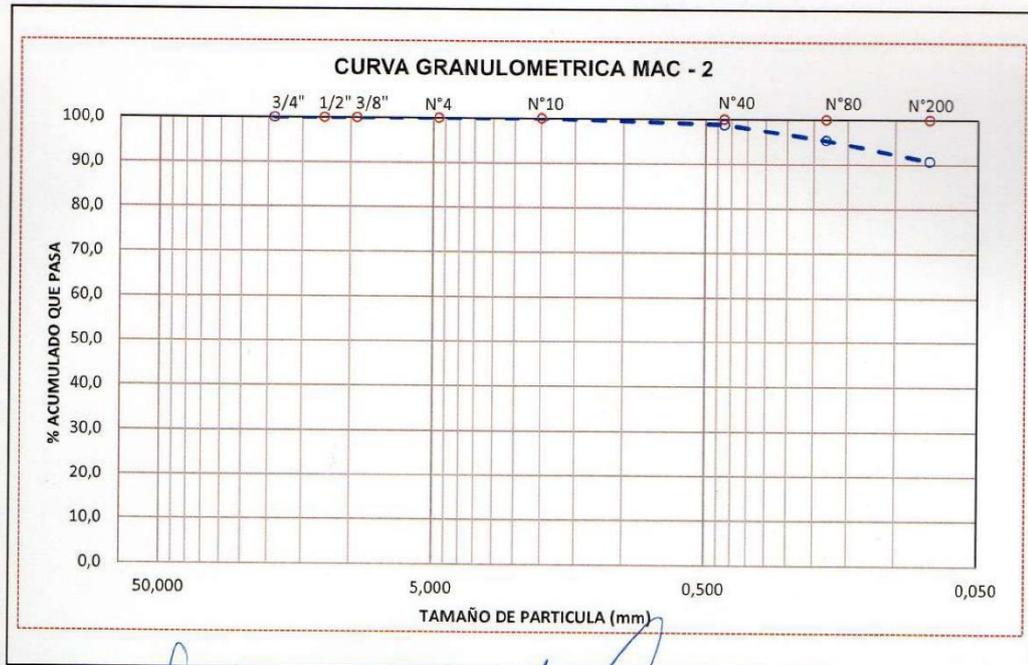
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

CLIENTE : WILLY ESCALANTE ALVAREZ / ELAR ROLANDO MAMANI VISA
TRAMO : AV. SIMÓN BOLIVAR - PUNO
MATERIAL : FILLER MINERAL
CANTERA : CABANILLAS (GRAVA), PICHACANI (FINOS)

TECNICO: V.O.R.
FECHA: 12-06-21
PESO TOTAL SECO: 422,30 gr.

ABERTURA MALLA	AASHTO T-27(mm)	PESO RETENIDO PARCIAL	% PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,500	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,0	0,0	0,0	100,0
N° 4	4,750	0,0	0,0	0,0	100,0
N°10	2,000	0,0	0,0	0,0	100,0
N° 40	0,425	5,1	1,2	1,2	98,8
N°80	0,180	14,2	3,4	4,6	95,4
N° 200	0,075	20,1	4,8	9,3	90,7
> N° 200	FONDO	383,0	90,7	100,0	0,0



SVT CONSTRUCTORES

TEC. VICTOR ORDOÑEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



TEC. VICTOR ORDOÑEZ RAMOS
INGENIERO CIVIL
REG. N° P-131412



PROYECTO: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO"

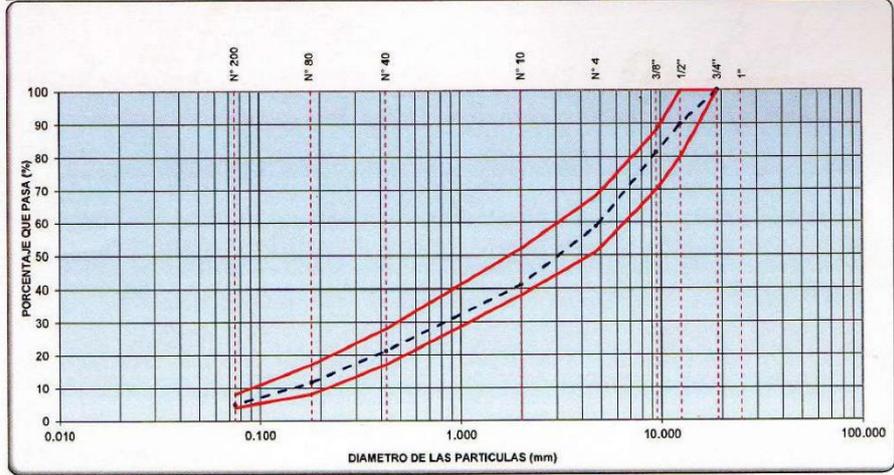
COMBINACION DE AGREGADOS - MATERIALES PROCESADOS

CONCEPTO : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 2
 CANTERA : RIO ILAVE
 UBICACIÓN : PLANTA ASFALTO ILAVE
 MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 38 % ARENA NATURAL 35 % ARENA CHANCADA 25 % FILLER 2 %

FECHA : 17/05/2021
 TEC. LAB. : V. O. R.
 DISEÑO : N° 01

Abertura Malla	AASHTO T-27(mm)	Granulometría de los Agregados					% Combinado que pasa	MAC - 2	
		Agregado (titilares)	Agregado (zarandeado)	Agregado	Agregado	Agregado		MIN	MAX
		# 1 ARENA CHANCADA	# 2 ARENA NATURAL	# 3 GRAVA 1/2"	# 4 GRAVA 3/4"	# 5 FILLER			
1"	25.000				100.0		100.0	100	100
3/4"	19.050				73.2		88.8	80	100
1/2"	12.500			0.0	51.0		81.4	70	88
3/8"	9.500	100.0	100.0	0.0	14.9		58.7	61	68
N° 4	4.750	98.0	75.9	0.0	6.7	100.0	41.1	38	52
N° 10	2.000	72.9	52.5	0.0	3.7	99.9	21.3	17	28
N° 40	0.425	29.7	17.4	0.0	2.1	99.0	11.6	8	17
N° 80	0.180	11.0	4.0	0.0	1.1	97.8	4.9	4	8
N° 200	0.075	4.6							

COMBINACION						
ARENA	%	GRAVA	%	FILLER	%	TOTAL
# 1 Arena Chancada (Terc.)	25.00	# 3 Grava Trít. 1/2"	0.00	# 5 Filler	2.00	
# 2 Arena Natural (zar y lav)	35.00	# 4 Grava Trít. 3/4"	38.00			
Sub Total	60.00		38.00		2.00	100.00



OBSERVACIONES :

Elaborado por:
 Nombre / Función: Víctor Ordoñez Ramos
 Terc. Jefe de Laboratorio
 Firma: SVT CONSTRUCTORES
 TEC VICTOR ORDONEZ RAMOS
 JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
 ESPECIALISTA GEOTECNIA, CARRETERO Y PAVIMENTOS

Aprobado por:
 Nombre / Función: Adelaida Betsy Ordoñez Lujano
 Jefe Responsable
 Firma: A. Betsy Ordoñez Lujano
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP° 191410



PROYECTO: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNDO"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 2
CANTERA : RIO ILAVE
UBICACIÓN : PLANTA ASFALTO ILAVE
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 38 % ARENA NATURAL 35 % ARENA CHANCADA 25 % FILLER 2 %

FECHA : 20-05-21
TEC. LAB. : V.O.R.
TIPO DE C.A : 120 - 150
% DE C.A : 7.0

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	7.00	7.00	7.00		7.00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	38.41	38.41	38.41		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	52.59	52.59	52.59		
4	% de agregado filler en peso de la mezcla	2.00	2.00	2.00	100.00	
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.615	2.615	2.615		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.615	2.615	2.615		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1198.0	1196.6	1197.7		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1198.9	1197.5	1198.5		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	665.7	664.6	665.2		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	533.2	532.9	533.3		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.247	2.245	2.246		2.246
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.333	2.333	2.333		
15	% de vacíos	3.7	3.8	3.7		3.7
16	Peso específico bulk del agregado total	2.608	2.608	2.608		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	19.87	19.92	19.90		19.9
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	81.41	81.16	81.23		81.3
19	Peso específico del agregado total	2.586	2.586	2.586		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	-0.32	-0.32	-0.32		
21	% de asfalto efectivo	7.30	7.30	7.30		
22	Flujo (mm)	3.60	3.50	3.60		3.57
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1146	1136	1155		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1169	1158	1178		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	0.93	0.93	0.93		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1087	1077	1095		1086
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	3019	3078	3043		3046
28	Relación Polvo Asfalto	0.72	0.72	0.72		0.72

OBSERVACIONES :

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMÍJOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA EN TECNICAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS

INGENIERO CIVIL
REG. CIP 191410



PROYECTO: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 2
CANTERA : RIO ILAVE
UBICACIÓN : PLANTA ASFALTO ILAVE
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 38 % ARENA NATURAL 35 % ARENA CHANCADA 25 % FILLER 2 %

FECHA : 20-05-21
TEC. LAB. : V.O.R.
TIPO DE C.A. : 120 - 150
% DE C.A. : 7.5

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	7.50	7.50	7.50		7.50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	38.20	38.20	38.20		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	52.30	52.30	52.30		
4	% de agregado filler en peso de la mezcla	2.00	2.00	2.00	100.00	
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2.615	2.615	2.615		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2.615	2.615	2.615		
8	Peso específico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1198.1	1197.9	1196.5		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1198.7	1198.7	1197.2		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	664.8	665.3	663.5		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	533.9	533.4	533.7		
13	Peso específico bulk de la briqueta	2.244	2.246	2.242		2.244
14	Peso específico máximo ASTM D-2041(RICE)	2.310	2.310	2.310		
15	% de vacíos	2.9	2.8	2.9		2.9
16	Peso específico bulk del agregado total	2.608	2.608	2.608		
17	% vacíos en el agregado mineral (VMA)	20.39	20.33	20.47		20.4
18	% de vacíos llenos con asfalto (VFA)	86.00	86.33	85.60		86.0
19	Peso específico del agregado total	2.577	2.577	2.577		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	-0.46	-0.46	-0.46		
21	% de asfalto efectivo	7.93	7.93	7.93		
22	Flujo (mm)	4.40	4.30	4.40		4.37
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	954.0	966.0	943.0		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	973	985	962		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	0.93	0.93	0.93		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	905	916	894		905
27	Índice de rigidez: (kgs/cm)	2056	2130	2032		2073
28	Relación Polvo Asfalto	0.66	0.66	0.66		0.66

OBSERVACIONES .:

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMÍOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERO CIVIL
REG. CIP 191410



PROYECTO: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES REICLADOS DE LLANTA Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO"

GRÁFICOS DEL ENSAYO MARSHALL

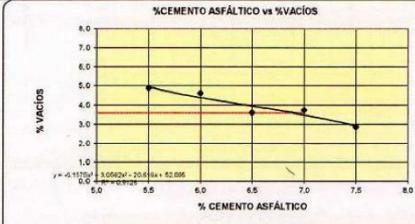
% ASFALTO	P.U. grs/cc
5.5	2.219
6.0	2.226
6.5	2.240
7.0	2.246
7.5	2.244

%CEMENTO ASFÁLTICO
7.0
PESO UNITARIO
(gr/cc) 2.246



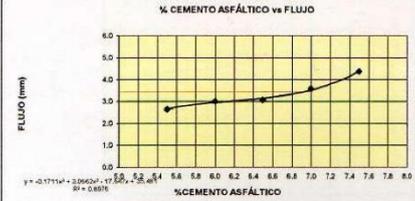
ASFALTO (%)	VACÍOS (%)
5.5	4.9
6.0	4.6
6.5	3.6
7.0	3.7
7.5	2.9

%PORCENTAJE DE VACÍOS
3.6



ASFALTO (%)	FLUJO (mm)
5.5	2.6
6.0	3.0
6.5	3.1
7.0	3.6
7.5	4.4

%FLUJO
3.4



ASFALTO (%)	ESTABILIDAD (kgs)
5.5	1524.9
6.0	1483.5
6.5	1269.5
7.0	1086.5
7.5	905.0

ESTABILIDAD (kgs)
1086



SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMÍUS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA SECCIÓN ACONCRETO Y PAVIMENTOS

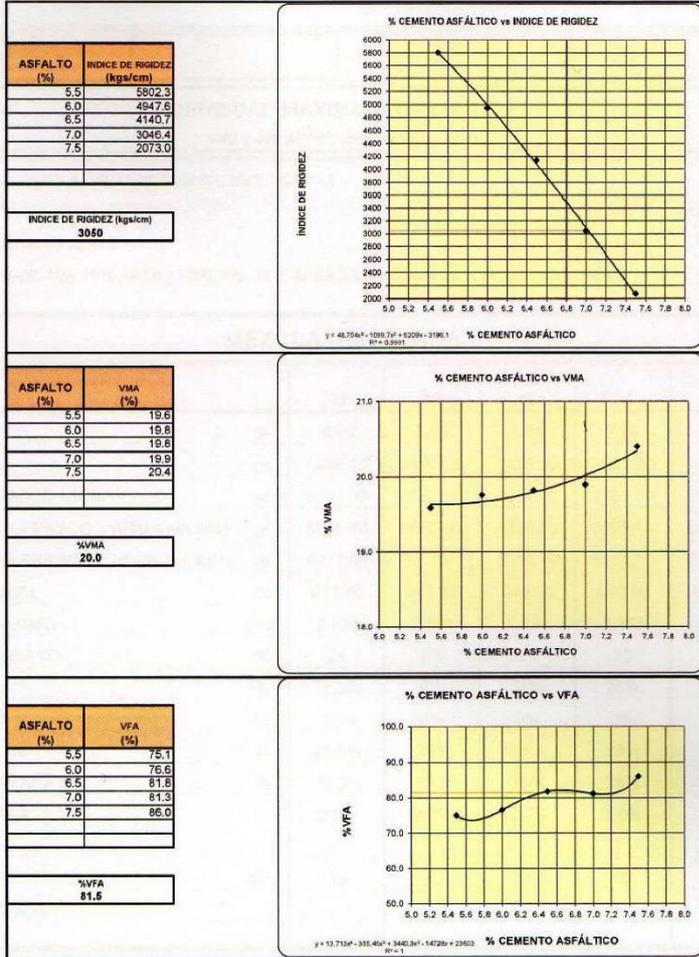


INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 191410



PROYECTO: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO"

GRÁFICOS DEL ENSAYO MARSHALL



SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO + PAVIMENTOS



INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 191410



PROYECTO: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 2
CANTERA : RIO ILAVE
UBICACIÓN : PLANTA ASFALTO ILAVE
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 38 % ARENA NATURAL 35 % ARENA CHANCADA 25 % FILLER 2 %

FECHA : 20-05-21
TEC. LAB. : V.O.R
TIPO DE C.A : 120 - 150
% DE C.A : 6.5

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfaltico en peso de la mezcla	6.50	6.50	6.50		6.50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	38.62	38.62	38.62		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	52.88	52.88	52.88		
4	% de agregado filler en peso de la mezcla	2.00	2.00	2.00	100.00	
5	Peso especifico del cemento asfaltico - aparente	1.014	1.014	1.014		
6	Peso especifico agregado grueso - bulk	2.615	2.615	2.615		
7	Peso especifico agregado fino - bulk	2.615	2.615	2.615		
8	Peso especifico filler - aparente	2.310	2.310	2.310		
9	Peso de la briqueta en el aire (grs)	1197.5	1196.0	1197.0		
10	Peso de la briqueta saturada (grs)	1198.6	1197.2	1198.3		
11	Peso de la briqueta en el agua (grs)	664.2	663.3	663.4		
12	Volumen de la briqueta por desplazamiento	534.4	533.9	534.9		
13	Peso especifico bulk de la briqueta	2.241	2.240	2.238		2.240
14	Peso especifico maximo ASTM D-2041(RICE)	2.334	2.334	2.334		
15	% de vacios	3.6	3.4	3.8		3.6
16	Peso especifico bulk del agregado total	19.5	19.4	19.4		
17	% vacios en el agregado mineral (VMA)	19.9	19.8	19.8		19.8
18	% de vacios llenos con asfalto (VFA)	81.90	82.81	80.79		81.8
19	Peso especifico del agregado total	2.566	2.566	2.566		
20	Asfalto absorbido por el agregado total	-34.31	-34.29	-34.29		
21	% de asfalto efectivo	38.58	38.56	38.56		
22	Flujo (mm)	3.00	3.10	3.10		3.07
23	Lectura del Dial Anillo Marshall	1340.0	1322.0	1354.0		
24	Estabilidad sin corregir (kgs)	1366	1348	1381		
25	Factor de estabilidad (Tabla)	0.93	0.93	0.93		
26	Estabilidad corregida: (kgs)	1271	1254	1284		1269
27	Indice de rigidez: (kgs/cm)	4236	4044	4142		4141
28	Relación Polvo Asfalto	0.14	0.14	0.14		0.14

OBSERVACIONES . :

SVT CONSTRUCTORES

TEC. VICTOR ORDÓÑEZ RAMÍRES
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



A. BETSY ORDÓÑEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP- 191410



PROYECTO:

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO"

DENSIDAD MAXIMA TEORICA RICE

MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

CONCEPTO : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 2

CANTERA : RIO ILAVE

FECHA : 21/05/2021

UBICACIÓN : PLANTA ASFALTO ILAVE

TEC. LAB. : V.O.R.

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 38 % ARENA NATURAL 35 % ARENA CHANCADA 25 % FILLER 2 % DISEÑO : N° 01

MEZCLA ASFALTICA

ENSAYO N°		01	02	03	04	05
CEMENTO ASFALTICO	%	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
PESO DEL MATERIAL	gr	1496.50	1497.10	1495.00	1493.20	1491.00
PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	gr	7361.90	7361.90	7361.90	7361.90	7361.90
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en aire)	gr	8858.40	8859.00	8856.90	8855.10	8852.90
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en agua)	gr	8217.00	8217.60	8216.40	8215.10	8207.40
VOLUMEN DEL MATERIAL	cc	641.40	641.40	640.50	640.00	645.50
PESO ESPECIFICO MAXIMO	gr/cc	2.333	2.334	2.334	2.333	2.310
TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	25	25	25	25	25
GRAVA 3/4"	%	38.0%	38%	38%	38%	38%
GRAVA TRITURADA 1/2"	%	0.0%	0%	0%	0%	0%
ARENA TRITURADA 1/4"	%	25.0%	25%	25%	25%	25%
ARENA NATRURAL LAVADA 3/8"	%	35.0%	35%	35%	35%	35%
FILLER CAL HIDRATADA		2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
TIEMPO DE ENSAYO	Min.	30	30	30	30	30
FACTOR DE CORRECCION						

SVT CONSTRUCTORES

TEC VICTOR ORDÓÑEZ RAMOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



A. BESSY ORDÓÑEZ LUJANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 191410



PROYECTO: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES RECICLADOS DE LLANTA Y PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE PUNO"

MEZCLA ASFÁLTICA			
ESPECIFICACIONES MARSHALL	OBTENIDO	ESPECIFICACION	EVALUACIÓN
OPTIMO CONTENIDO DE C.A.	7.0		PROPUESTA
PESO UNITARIO (grs/cc)	2.246		
VACÍOS (%)	3.6	2--4	APROBADO
V.M.A. (%)	20.0	MIN 14	APROBADO
VFA (%)	81.5		
FLUJO (mm)	3.4	2--4	APROBADO
ESTABILIDAD (kgs)	1080	MIN 815	APROBADO
INDICE DE RIGIDEZ (kgs/cm)	3050	1700--4000	APROBADO

DOSIFICACIÓN			
CEMENTO ASFÁLTICO	7.0		REFER SÓLO A CURVA GRANUL.
ARENA CHANCADA 1/4" CANTERA KM: 39+600	25.00	ARENAS	60.00
ARENA ZARANDEADA CANTERA "SIBAYO III"	35.00		
PIEDRA CHANCADA 3/4" CANTERA KM: 39+600	38.00	PIEDRAS	38.00
PIEDRA CHANCADA 1/2" CANTERA KM: 39+600	0.00		
FILLER MINERAL (CAL HIDRATADA)	2.00		2.00
ADITIVO MEJORADOR ADHERENCIA	0.5		%peso del C.A.

SVT CONSTRUCTORES

TEC. VÍCTOR ORDÓÑEZ RAMÍOS
JEFE DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD
ESPECIALISTA GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERO CIVIL
REG. CIP-191410