



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES  
MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFALTICA  
ADICIONANDO FIBRAS DE BAGAZO,  
LAMBAYEQUE 2020”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**Autor**

Bach. Carrasco Collantes Franco Stefano

<https://orcid.org/0000-0001-7176-2131>

**Asesor**

Dr. Muñoz Perez, Socrates Pedro

<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

**Línea de investigación**

Tecnología e innovación en desarrollo de la Construcción y la  
Industria en un contexto de sostenibilidad

**Sublínea de investigación**

Innovación y tecnificación en ciencia de los materiales, diseño e  
infraestructura

**Pimentel – Perú**

**2024**




## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, soy egresado del Programa de Estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

### **“Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque 2020”**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y auténtico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

Carrasco Collantes Franco Stefano	DNI: 70285097	
-----------------------------------	------------------	---

Pimentel, 30 de marzo de 2024.

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS RECORTADA.pdf**

AUTOR

**CARRASCO COLLANTES FRANCO STEF**

RECUENTO DE PALABRAS

**7195 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**38813 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**38 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**556.1KB**

FECHA DE ENTREGA

**Nov 7, 2024 2:23 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Nov 7, 2024 2:24 PM GMT-5**

### ● 20% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UNA MEZCLA  
ASFALTICA ADICIONANDO FIBRAS DE BAGAZO, LAMBAYEQUE 2020”**

**Aprobación del jurado**

---

DR. CORONADO ZULOETA OMAR  
**Presidente del Jurado de tesis**

---

DR. SALINAS VÁSQUEZ NÉSTOR RAÚL  
**Secretario del Jurado de tesis**

---

MG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO  
**Vocal del Jurado de tesis**

## **Dedicatoria**

Este trabajo se lo dedico a mi familia, a mi madre, mi abuela, esposa e hijos, quienes han remado conmigo para lograr llegar a este momento.

Es preciso mencionar también a los docentes, amistades y compañeros que estuvieron apoyándome durante mi etapa de carrera universitaria.

Y, en especial, a mi abuelo, que no está físicamente conmigo, pero me guía y acompaña espiritualmente.

***Carrasco Collantes Franco Stefano.***

## **Agradecimiento**

A mi familia, que, con su apoyo constante, me ha motivado para no desfallecer a lo largo de la carrera universitaria.

A mi asesor de tesis, Dr. Sócrates Pedro Muñoz Pérez, por las facilidades en la elección del tema de tesis, y así desarrollarla de la mejor manera posible.

A mis docentes universitarios, quienes con sus conocimientos académicos y formación profesional han contribuido y preparado para poder afrontar la vida profesional de una manera apropiada.

***Carrasco Collantes Franco Stefano***

# MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE BAGAZO LAMBAYEQUE 2020

## Resumen

A lo largo de los últimos años, se han evidenciado que la utilización de recursos naturales desechables ha venido proporcionando grandes frutos en la industria de los pavimentos y el sector construcción en general; por lo que el objetivo de esta investigación es elaborar un diseño de mezcla asfáltica en caliente con cemento asfáltico PEN 60/70 agregando diferentes porcentajes de fibra de bagazo de caña de azúcar en su composición, con la finalidad de conseguir resultados experimentales que permitan analizar y mejorar su comportamiento mecánico.

En esta investigación cuasi experimental – aplicada tecnológica, se elaboraron 30 briquetas de asfalto teniendo en cuenta los criterios establecidos en el Manual de Carreteras EG- 2013. Del total, 15 muestras fueron de asfalto convencional y a las otras 15 se les añadió 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5% de fibra de bagazo de caña de azúcar, proveniente de la empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A.; las cuales fueron ensayadas según Normas Técnicas Peruanas y del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el Laboratorio de Suelos y Pavimentos - EMP Asfaltos.

Tras haber realizado los ensayos respectivos, se concluye que al adherir 0.5 % de fibras de bagazo a la mezcla asfáltica convencional, ésta cumple con estabilidad, porcentaje de vacíos y flujo.

**Palabras clave:** Mezcla asfáltica, fibra, bagazo de caña de azúcar, polímero natural, propiedades mecánicas.

# IMPROVEMENT OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF AN ASPHALT MIXTURE BY ADDING BAGASSE FIBERS

## Abstract

Over the last few years, it has become evident that the use of disposable natural resources has been bearing great fruit in the pavement industry and the construction sector in general; Therefore, the objective of this research is to develop a hot mix asphalt design with PEN 60/70 asphalt cement by adding different percentages of sugarcane bagasse fiber in its composition, in order to achieve experimental results that allow analyzing and improving its mechanical behavior.

In this quasi-experimental – applied technological research, 30 asphalt briquettes were made taking into account the criteria established in the EG-2013 Road Manual. Of the total, 15 samples were conventional asphalt and the other 15 were added 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5% sugarcane bagasse fiber, from the company Agroindustrial Pomalca S.A.A.; which were tested according to Peruvian Technical Standards and the Ministry of Transport and Communications in the Soil and Pavement Laboratory - EMP Asfaltos.

After having carried out the respective tests, it is concluded that by adhering 0.5% of bagasse fibers to the conventional asphalt mixture, it complies with stability, percentage of voids and flow.

**Keywords:** Asphalt mixture, fiber, sugarcane bagasse, natural polymer, mechanical properties



## Índice

Aprobación del jurado .....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
Índice .....	ix
Índice de Tablas.....	x
Índice de Figuras .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Realidad problemática .....	1
1.2. Antecedentes de estudio.....	7
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	11
1.4. Formulación del problema.....	20
1.5. Justificación e importancia del estudio .....	20
1.6. Hipótesis.....	20
1.7. Objetivos.....	20
II. MATERIALES Y MÉTODO .....	21
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	21
2.2. Población y muestra .....	21
2.3. Variables y operacionalización.....	22
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	24
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	24
2.6. Criterios éticos .....	25
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	26
3.1. Resultados en tablas y figuras .....	26
3.2. Discusión de resultados .....	34
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	38
4.1. Conclusiones .....	38
4.2. Recomendaciones .....	38
REFERENCIAS .....	40
ANEXOS.....	45

## Índice de Tablas

<b>Tabla I</b> Selección del tipo de cemento asfáltico .....	12
<b>Tabla II</b> Clasificación de las mezclas asfálticas respecto a su temperatura. ....	13
<b>Tabla III</b> Clasificación de las mezclas asfálticas respecto a su gradación .....	13
<b>Tabla IV</b> Requerimientos de calidad del agregado grueso.....	14
<b>Tabla V</b> Requerimientos de calidad del agregado fino.....	15
<b>Tabla VI</b> Gradación de los agregados para mezclas asfálticas en caliente .....	16
<b>Tabla VII</b> Requisitos para las Mezclas Asfáltica según Método Marshall .....	17
<b>Tabla VIII</b> Normativa empleada para ensayos al agregado grueso.....	18
<b>Tabla IX</b> Normativa empleada para ensayos al agregado fino .....	18
<b>Tabla X</b> Número de briquetas de asfalto a elaborar .....	21
<b>Tabla XI</b> Operacionalización de variable independiente.....	22
<b>Tabla XII</b> .....	23
<b>Tabla XIII</b> Resumen de las Propiedades del Agregado Fino .....	27
<b>Tabla XIV</b> Resumen de las Propiedades del Agregado Grueso .....	28
<b>Tabla XV</b> Resumen de las Propiedades del Agregado Global.....	30
<b>Tabla XVI</b> Porcentajes de agregados para la mezcla asfáltica .....	30
<b>Tabla XVII</b> Resumen de las propiedades de la Mezcla Asfáltica Convencional.....	31
<b>Tabla XVIII</b> Resumen de las propiedades de la Mezcla Asfáltica con Fibras de Bagazo con 0.5 % .....	31
<b>Tabla XIX</b> Resumen de las propiedades de la Mezcla Asfáltica con Fibras de Bagazo con 1.0 % .....	32
<b>Tabla XX</b> Resumen de las propiedades de la Mezcla Asfáltica con Fibras de Bagazo con 1.5 % .....	32
<b>Tabla XXI</b> Resumen de las propiedades de la Mezcla Asfáltica con Fibras de Bagazo con 2.0 % .....	33
<b>Tabla XXII</b> Resumen de las propiedades de la Mezcla Asfáltica con Fibras de Bagazo con 2.5 % .....	33
<b>Tabla XXIII</b> Comparación de resultados y requerimiento de Propiedades del Agregado Fino según EG-2013.....	34
<b>Tabla XXIV</b> Comparación de resultados y requerimiento de Propiedades del Agregado Grueso según EG-2013 .....	35
<b>Tabla XXV</b> Comparación de resultados de las propiedades de la Mezcla Asfáltica Convencional, de acuerdo a los parámetros de Marshall MTC E 504 .....	36

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Diagrama de flujo de procesos.....	25
--	----

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad problemática

### *A nivel internacional*

Actualmente, se conoce un sinnúmero de problemas en los pavimentos flexibles, entre ellos fallas mecánicas en las mezclas de asfalto en pavimento tradicional que reduce el tiempo útil estructural, cuya función es fundamental en el mundo como el transporte, movilización y comunicación a través de las redes viales.

Según Chaves y Castellanos [1], los pavimentos pueden verse afectados durante su ciclo de vida, especialmente debido al envejecimiento a largo plazo e influencia de sus componentes, manifestando fallas como forados, baches, grietas, entre otras; a las que se les atribuye variables internas, como los materiales, aditivos y aglomerantes en su composición y externas, como la temperatura, radiación solar y humedad.

Figuroa & Fonseca [2] informan que Colombia es considerado el país latinoamericano con mayor índice de deficiencia en infraestructura vial, exhibiendo deslizamientos y deformaciones constantes en las superficies asfálticas al recibir cargas de tránsito; fisuras producidas por la inadecuada aplicación de la dosificación de materiales y bajo rendimiento frente a los cambios climáticos.

En términos de Mardones et al., [3] Las vías terrestres suelen sufrir mucho a la exposición solar, lluvia, transitabilidad y más, que conllevan a producir desperfectos en las vías pavimentadas. Es por ello que la implementación del caucho natural y fibra de bagazo en los pavimentos flexibles han ayudado a combatir la formación de surcos y agrietamientos. No obstante, esto no resulta suficiente, puesto que los problemas aún persisten; por lo que se considera necesario implementar tecnologías que mejoren la vida útil al aumentar la resistencia al agrietamiento y deformación.

Por otro lado, Kocak & Kutay [4] afirman que en Estados Unidos existen diversos métodos para mejorar las características de la resistencia al agrietarse por fatiga de los

pavimentos asfálticos, como el método de modificación de polímeros reciclados.

Vila & Jaramillo [5] menciona que la aplicación de asfaltos modificados por polímeros en la construcción de caminos es común en todo el mundo, sin embargo, es poco común en Ecuador.

Históricamente, las fibras naturales se utilizaban para fortalecer los materiales constructivos. Sin embargo, en la última década, han sido empleadas para el mejoramiento de los pavimentos flexibles, obteniendo resultados favorables en cuanto a sus propiedades mecánicas.

Para Martínez et al., [6] “Las mezclas poliméricas de fibra natural tiene muchas aplicaciones como clase de materiales estructurales debido a su facilidad de fabricación, costo relativamente bajo, alta resistencia, ligereza, baja peligrosidad y propiedades mecánicas superiores en comparación con las resinas poliméricas, además de ser son renovables y biodegradables”

De acuerdo a García et al., [7] ciertos recursos naturales, tenidos por desechos, pueden ser utilizados para fabricar numerosos productos con propiedades sostenibles perfeccionadas, como el residuo de celulosa.

Kim et al., [8] Se afirma que, aunque se hallan realizado diferentes estudios con la meta de mejorar las características mecánicas del asfalto mediante el uso de fibras, todavía existen limitaciones en cuanto a la determinación de la proporción y el tipo de fibra que se debe utilizar.

Shanbara et al., [9] Existe la posibilidad de mejorar la cohesión y tracción del asfalto en mezcla gracias a la utilización de fibras, ya que tienen una alta resistencia a la tracción siendo comparadas con los diseños asfálticos comunes, así nos dicen indicando que La función principal de estas fibras como materiales de refuerzo es aumentar la eficacia a la tracción de las mezclas resultantes y proporcionar más eficacia a la fatiga por tensión, agrietamiento y deformación permanente..

En ese sentido, Souza [10] señala que la producción de azucarera conlleva una cantidad significativa desechable de fibra de bagazo, lo que la convierte en una oportunidad prometedora para reemplazar sistemas de construcción intensivos en energía ofreciendo materiales de construcción que combinan sostenibilidad y eficiencia estructural.

Así mismo, Li et al., [11] Afirman que el desecho azucarero utilizado en la combinación asfáltica en caliente para el pavimento de asfalto ha sido una excelente opción para la construcción de vías en China. Esto se debe a que mejora las propiedades de flexión y tracción, tiene alta resistencia y tiene un peso ligero.

De igual manera, Bejarano & Caicedo [12] afirman que la fibra del residuo azucarero “mejora las características generales de la mezcla, siendo viable su uso, generando ventajas económicas, especializadas y ecológicas fundamentales en la actividad de construcción de carreteras en Colombia”.

En efecto, para Apaza & Landivar [13] el uso del material fibroso del residuo azucarero en asfaltos convencionales podría ser considerada esencial en la comercialización en la industria de ejecución de carreteras, debido a que proporcionara una combinación de asfalto consistente para un pavimento más duradero y de mejor calidad, generando también un impacto económico y ambiental favorable.

En efecto, Ferrotti, et al. [14] consideran que el mantenimiento de los pavimentos de carreteras existentes supone un interés creciente a medida que el crecimiento del tráfico produce un deterioro más rápido de las infraestructuras de carreteras que comprometen la seguridad y la capacidad de servicio del pavimento.

En síntesis, los polímeros y fibras son alternativas para el mejoramiento asfáltico, funcionando favorablemente frente a deterioros, deformaciones u otros perjuicios y adhiriendo mayor rendimiento al pavimento, elevada resistencia al tránsito y comodidad vehicular.

### ***A nivel nacional***

Gelí [15] El problema vial en nuestro país debería ser tema de interés general para el

Estado, esto es debido a que, además de la ausencia de infraestructura, debilidad institucional, deficiente innovación en tecnología y desinterés por proteger la naturaleza, proteger la excelencia de bienestar y estabilidad del ciudadano al no brindar un servicio de alta calidad, lo que afecta la comodidad y el acceso de la población.

Según Gonzales [16] en Cajamarca, debido al aumento del crecimiento automotor, se realizó la construcción de vías asfálticas para el principal objeto de brindar el mayor confort a los transportistas que la utilizan; no obstante, dichos pavimentos exhiben desperfectos y/o desgastes, ocasionando incomodidad por parte de los transportistas que conducen sus unidades vehiculares por dichas vías en malas condiciones e inseguridad en la población debido a la incertidumbre de sufrir algún accidente.

En la actualidad Gamboa et al., [17] señalan que el deterioro de las calzadas de la ciudad de Trujillana se debe a diversas razones causadas por el medio ambiente, tales como alteraciones climáticas, lluvias, temperatura, sismos; o por los mismos ciudadanos, como la inadecuada utilización de los materiales al momento de pavimentar o la carencia de control de calidad, el mal tráfico de unidades vehiculares de gran volumen y la mala práctica del mantenimiento del riego de los jardines, arrojando agua sobre el pavimento, provocando desperfectos, ya que el asfalto es adverso al agua.

Por otro lado, Quevedo [18] hace énfasis que en la ciudad de Ica el deterioro de las pistas constituye un grave y frecuente inconveniente, que viene siendo arraigado por desastres naturales conocidos, como el huayco del año 1998 y el terremoto del año 2007, dejando como evidencia presencia de baches, hundimientos, forados, gibas destrozadas, buzones abiertos, etc. Por lo que también el autor llama a la reflexión por parte de las autoridades, que poco o nada han hecho por mejorar, mitigar y/o eliminar este gran problema por lo menos en el cercado de la ciudad.

El crecimiento poblacional en la Región de Ancash, ha forzado la ejecución de vías en lugares donde los suelos son inestables y poco resistentes, generando daños prematuros,

presencia de deformaciones y graves deterioros en las obras viales, Lujerio [19]. Ello implica buscar variantes de solución para el realce de la trabajabilidad y resistencia del suelo, siendo una de ellas la reutilización de las cenizas del residuo azucarero, debido a que este material se desecha de manera improductiva, desperdiciando sus propiedades e ignorando sus múltiples aplicaciones al desarrollo sostenible y vial.

En la ciudad de Nuevo Chimbote, el enigma existente deriva de la inestabilidad de suelos para la construcción, la elevada capa freática y la poca capacidad de soporte, ya que el terreno existente consta de arenas limosas y arcillosas con un CBR de 5% - 10%, convirtiéndose en no aptos para la realización de sub rasante con resistencia baja. Frente a estas desventajas, Salas & Pinedo [20] proponen la utilización tecnológica moderna buscando el mejoramiento, o, en todo caso estabilizar el suelo para posteriores construcciones viales, y planean utilizar la ceniza del residuo azucarero para así subsanar y mejorar la construcción vial y mejorar el CBR del suelo mediante el análisis de la mecánica del suelo y las rocas.

Así pues, Farfán & Pastor [21] exponen que el empleo de las cenizas del residuo de caña en el sector construcción está recibiendo cada vez más ímpetu, ya que puede hacer un producto natural industrializado capaz de competir y reemplazar al cemento, atribuyendo con la menoración de CO<sub>2</sub> en el ambiente, proporcionando beneficios económicos y ambientales

### ***A nivel local***

Los grandes problemas en el casco urbano de Chiclayo son el colapso de desagües y hundimiento de las pistas. Tras las últimas lluvias registradas en la región Lambayeque en el 2017, se vieron afectadas muchas viviendas en los diversos distritos y también la pavimentación del cercado de la Ciudad de La Amistad; visualizando hundimientos, humedad, forados y grietas en las pistas, bloquetas y veredas; generando molestias entre los transeúntes y transportistas que recorren estas vías diariamente; insinúa Fernández [22].

“Debido a las malas condiciones de los pavimentos en el centro de Chiclayo, la mayoría de conductores y usuarios se quejan constantemente, no solo porque las unidades



móviles sufren desperfectos en la carrocería (neumáticos, amortiguadores, dirección), sino también por el embotellamiento del tráfico en las principales horas punta de la ciudad, lo que además genera gastos adicionales tanto para los transportistas públicos como para los dueños de los vehículos”, manifiesta Serquén [23].

“Respecto a la infraestructura vial a nivel provincial, aproximadamente un 80 % de vías se encuentran inoperativas en Chiclayo”, manifestó Wilson Miñope, presidente de la Coordinadora Regional de Transporte, a través de Diario RPP [24] .Añade también que dicha problemática perjudica a conductores y peatones.

A medida que han avanzado los años, la cantidad de pistas deterioradas resulta incalculable en nuestra ciudad. León & Liza [25] recalcan que las deficiencias superficiales en numerosos pavimentos rígidos son los problemas principales que agobian a la población, ya que en muchas oportunidades causan problemas superficiales en la carpeta asfáltica, daños a los vehículos de transporte ligero y pesado, y lejos de que estos medios de transporte sirvan de manera positiva, se conviertan más bien en un pesar o fastidio para ellos.

Ante esta problemática, en diversos países del mundo, e incluso ciudades del Perú, el empleo de la innovación tecnológica ha permitido el avance de las carreteras, incluyendo en los diseños de combinaciones asfálticas componentes como polímeros, fibras naturales, etc. que aporten mayores propiedades respecto a las convencionales y reduzcan impactos ambientales.

De acuerdo con la relevancia informativa de comercio exterior de AREX-Lambayeque, Redacción RPP [26] añade que la actividad azucarera nacional tiene una obtención aproximada de 11 mil millones de kilogramos al año, teniendo en el norte del país a sus mayores productores con el 90% de la producción total anual.

Al presente, a nivel local, contamos con una de las regiones con mayor producción de materia prima para la realización de nuestro proyecto, debido a que Lambayeque es de los más importantes fabricantes encargados de la distribución azucarera en el país.

Según ANDINA [27] “Más de 5,000 toneladas de producto azucarero se muelen diariamente en la fábrica de Agrolmos, en el valle del proyecto Olmos, en el departamento de Lambayeque, que alcanzó un nuevo récord de elaboración y molienda azucarera propia, actualmente cubre la cuota de exportación de azúcar rubia de Perú hacia los Estados Unidos de Norteamérica con 43,000 toneladas métricas anuales.

## **1.2. Antecedentes de estudio**

### ***A nivel internacional***

Bejarano y Caicedo [12] en su investigación, El objetivo es diseñar y analizar las propiedades y el funcionamiento de una combinación de asfalto MDC-19 alterada con fibras de bagazo, siguiendo los estándares de Colombia. En primer lugar, describieron los materiales (arena, grava, cemento asfáltico y residuo del proceso de obtención del azúcar a partir de la caña); realizaron un ensayo de estabilidad y flujo para la combinación convencional utilizando el aparato Marshall; y finalmente, aplicaron cuatro dosificaciones (0,25 %, 0,50 %, 1 % y 3 %). Los autores concluyen que el porcentaje ideal de material fibroso de caña de azúcar es del 0,5%, lo que mejora la combinación asfáltica y hace que la incorporación de fibras de caña de azúcar sea una alternativa viable. Esta conclusión se basa en los resultados brindados del análisis de la briqueta.

Jiménez [28] a través de su investigación, El objetivo es mejorar el confort de las combinaciones asfálticas con fibras naturales en comparación con las combinaciones asfálticas tradicionales, creando un pavimento asfáltico modificado con características adecuadas para reducir fisuras. Tras haberse guiado de la normativa, procedió a realizar briquetas para ensayarlas mediante el Método Marshall; obteniendo resultados óptimos en la comparativa de estabilidad y deformación con porcentajes de fibras celulósicas llegando a la conclusión de que los pavimentos asfálticos tradicionales poseen en un 19.35% una mayor estabilidad que los pavimentos asfálticos con fibras celulósicas.

Rivera & Sosa [29] En su investigación Con el objetivo de desarrollar nuevas tecnologías que mejoren las propiedades de los componentes estructurales de las obras

viales, hablamos de fibras sintéticas basadas en polímeros y polipropilenos, que mejoran la resistencia en las propiedades mecánicas de los pavimentos rígidos, se deduce que la suma de la fibra Ruderil RXF54 en varias cantidades aumentó la resistencia en flexión y compresión de los materiales propuestos.

Mansor et al., [30] En su artículo de investigación cuyo objetivo se centra en el estudio del rendimiento de las combinaciones asfálticas SMA adicionando fibras de residuo azucarero como retenedor de aglutinante en el asfalto, acotado a las especificaciones estándar de Malasia, aplicando el método Marshall obteniendo como resultado el mejoramiento de la mezcla de asfalto añadiendo fibras de bagazo como agente estabilizante, capacidad de retener drenaje y aglutinante.

Shanbara et al. [9] en su investigación, cuyo objeto es estudiar el impacto que tienen las fibras naturales y sintéticas en las propiedades del asfalto en frío, obteniendo como resultados la mejora sustancial en rigidez, aumentando la resistencia a altas temperaturas significativamente en combinaciones asfálticas adicionando fibras naturales

Centofante et al. [31] en su artículo, cuyo objetivo es examinar las propiedades de mezclas de asfalto en caliente con materiales reciclados del pavimento molido en sustitución del agregado natural, obtienen un análisis completo de resultados podemos concluir que el agregado de material molido en mezclas de asfalto presentaron una mejoría en el comportamiento de estos diseños comparando con las mezclas convencionales.

Caro et al. [32] en su artículo científico, La finalidad era estudiar las cualidades, propiedades reológicas y químicas de los aglutinantes de asfalto modificado de desechos agroindustriales. Los resultados mostraron que el módulo de cizallamiento dinámico era mayor que el asfalto convencional. Estos hallazgos fueron positivos y sugieren el uso de estos biomateriales en la elaboración de combinaciones asfálticas de alta calidad.

### ***A nivel nacional***

Villanueva [33] en su investigación, cuyo objetivo era mejorar las capacidades del concreto añadiendo ciertos porcentajes de fibras de coco en un 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%, con

longitud de 25mm, incorporados al agregado fino, ensayados a flexión y compresión, de acuerdo a lo obtenido se concluye que adicionar fibras de coco disminuye la resistencia a compresión, pero aumenta en un 30% la resistencia a la flexión.

Borja [34] en su investigación, cuyo objeto fue evaluar y analizar las propiedades de los agregados del pavimento en mención (base, carpeta asfáltica), De conformidad con los resultados probados en el laboratorio, se finaliza que las cualidades de los agregados satisfacen los requerimientos fijados en el manual de diseño de carreteras pavimentadas con bajo volumen de tráfico vial.

Farfán y Flores [35] en su investigación, analiza y compara las propiedades de una combinación asfáltica S.M.A con fibras naturales en comparación con una mezcla de asfalto S.M.A con fibras comerciales. Los ensayos demostraron que las características generales de ambas combinaciones de asfalto son muy similares, y los resultados son muy similares.

Adauto [36] en su investigación, el objetivo es demostrar cómo funciona una combinación de asfalto en caliente al agregar ceniza de caña de maíz, lo que aumenta la resistencia del pavimento. Según los procedimientos establecidos, se descubrió que la ceniza de fibra natural investigada perfecciona las características del asfalto en mezcla en un 1,0%. La relación estabilidad-flujo demuestra resultados más estables que cumplen con las especificaciones AASHTO (1,700 a 4,000 kg/cm), lo que resulta en un comportamiento estable de la combinación de asfalto.

Landa y Torres [37] en su investigación, Se investigó la razón detrás de la utilización de ceniza de bagazo para mejorar las características de un suelo tipo arcilloso con una plasticidad baja, lo que resultó en mejores resultados en CBR y compactación del suelo.

Salas y Pinedo [20] en su tesis intenta determinar el impacto de la CBCA activada en la consolidación de la subrasante para pavimentos flexibles, en proporciones del 5%, 10% y 15% del peso del suelo, según el tipo de suelo clasificado según el sistema SUCS y AASHTO. Se utiliza el análisis térmico diferencial (ATD) para determinar los datos de activación de la CBCA. Esto se hace para ascender los valores de CBR del suelo a nivel de

Sub Rasante, que se obtienen mediante ensayos de suelo.

### ***A nivel local***

Infante y Vásquez [38] en su investigación, cuyo objetivo es analizar y comparar combinaciones asfálticas tradicionales y alteradas con polímeros EVA y SBS, obtienen como resultado un aumento de la estabilización del pavimento, conservando los parámetros permitidos por la Norma Técnica Peruana.

Ballena [39] en su investigación, El objetivo es investigar cómo las fibras de estos polímeros plásticos afectan las propiedades del asfalto mezclado en frío, cumple con los parámetros de flujo y es resistente al pavimento. En conclusión, la evaluación de resultados indica que el uso de fibras de polietileno hace que el asfalto sea extremadamente vulnerable y, por lo tanto, no se recomienda su uso.

Chunga [40] en su trabajo investigativo, El objeto es evaluar las consecuencias de adicionar fibras de bagazo parafinada en las características del hormigón. Se realizaron ensayos de control de calidad siguiendo los criterios establecidos en la NTP. Se evidenció que al añadir fibras de bagazo altera la resistencia a la compresión en un 3,72%, lo que significa que su adición es aceptable para reemplazar parte del árido grueso.

Idrogo [41] en su investigación, cuyo objeto es estudiar y evaluar la resistencia de 36 probetas de concreto adicionadas con ceniza de residuo azucarero de Pomalca – Chiclayo, obteniendo un alcance positivo al incrementar la resistencia a la compresión del concreto en un 8%.

Raffo [42] en su trabajo investigativo propuso como objetivo principal era desarrollar un diseño de combinación de asfalto que incorporara aceite automotriz reciclado. En el contexto de una investigación tecnológica experimental, se crearon dos grupos de briquetas de asfalto con una adición del 0,5%, 1,5%, 2,5% y 3,5% al peso de la muestra para evaluar a temperaturas entre 110° C, 120 °C y 130 C; y así analizar su comportamiento físico y mecánico.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### ***Fibra de bagazo de la caña de azúcar***

Bejarano y Caicedo [12] lo definen como un material adquirido como desecho luego de la trituración y obtención del jugo de la caña. Se compone principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina y se caracteriza por su alta humedad y baja densidad.

De igual manera, Subirós [43] indica que es una composición de fibra, diverso en granulometría y estructurabilidad. Se observa poca densidad y elevada concentración de humedad, tras someterse al procedimiento de trituración de la caña.

Yalico [44] manifiesta que es un residuo agroindustrial fibroso obtenido a partir del cultivo, extracción, corte, lavado y trituración del polímero natural. Sus propiedades dependen de la madurez de la caña y eficiencia de la planta azucarera. Los tamaños de partículas se encuentran entre los 0.5 a 19.05 y su diámetro promedio es de 0.46 mm.

Chunga [40] sostiene que es un elemento rígido, de forma irregular definida. Se obtienen a partir de la desintegración al humedecerse y la pérdida de la estructura molecular.

#### ***Mezclas asfálticas***

Farfán y Flores [35] refieren que las combinaciones asfálticas son una adhesión de agregados, filler, asfalto y, en algunos casos, aditivos. Son clasificadas de según las texturas o condiciones de diseño.

Para Jiménez [28] los agregados, provenientes de diferentes minas o plantas trituradoras, son componentes importantes en las combinaciones asfálticas; por lo tanto, su utilización requiere del cumplimiento de una serie de normativas y especificaciones. Estos suelen clasificarse según el tamaño del árido como agregado grueso o agregado fino, siendo de origen natural, procesado, sintético o artificial.

En cuanto al “filler”, Salas e Yllatupa [44] expresan que es un material en las cuales sus partículas logran pasar el tamiz N° 200, después de haber pasado por un proceso de molienda y pulverización. Al principio este material solo se usaba para un relleno de partes vacías, por lo que, se le conoce como “llenante”.

Farfán y Flores [35], conceptualizan al asfalto como un elemento oscuro, cementante, que puede variar considerablemente en consistencia, en estado sólido y semisólido, a temperaturas ambientales. Cuando se somete al calor, este cambia a estado líquido, lo cual le permite adherirse a los agregados produciendo una mezcla asfáltica en caliente.

**Tipos de asfalto.** Farfán y Flores [35] hacen alusión a la existencia de 03 tipos de asfaltos.

**Emulsiones asfálticas.** Proveniente de la mezcla de agua, cemento y agente emulsificante; y son aplicables en zonas con bajas temperaturas para reducir la viscosidad del asfalto.

**Cemento asfáltico.** Obtenido mediante destilación del crudo del petróleo a través de técnicas distintas de refinación. A temperatura ambiente es negro, pegajoso, semisólido y altamente viscoso. Durable, con excelente adhesividad y a prueba de agua, hondamente con resistencia a la acción de ácidos, álcalis y sales.

**Tabla I**

Selección del tipo de cemento asfáltico

<b>Temperatura Media Anual</b>			
<b>24°C o más</b>	<b>24°C - 15°C</b>	<b>15°C - 5°C</b>	<b>Menos de 5°C</b>
40-50 ó	60-70	85-100	Asfalto modificado
60-70 o modificada		120-150	

Nota: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.

**Asfalto diluido.** Es el resultado de agregar destilado de petróleo al cemento asfáltico, lo que lo hace menos viscoso y lo hace adecuado para áreas de baja temperatura.

**Clasificación de las combinaciones asfálticas.** Yalico [43] refiere que se clasifican de acuerdo a su temperatura o gradación, tal como se define en las tablas II y III respectivamente.

## **Respecto a su temperatura**

**Tabla II**

Clasificación de las mezclas asfálticas según su temperatura.

<b>Clases de mezclas asfálticas según su temperatura</b>			
<b>En caliente</b>	<b>Tibias</b>	<b>Templadas</b>	<b>En frío</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su temperatura oscila entre 135° – 180 °C.</li> <li>• Se caracterizan por realizarse en caliente con agregados bien gradados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce entre 30°C a 40°C significativamente.</li> <li>• Mejoran la adherencia, trabajabilidad y el proceso de compactación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboradas a temperaturas menores de 100 °C.</li> <li>• En el aspecto ambiental ahorro de combustible y disminuyen emisiones en la atmosfera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su temperatura ambiente oscila entre 25°C a 60°C.</li> <li>• Utilizadas para cubrir baches o huecos que tienen un espesor específico.</li> </ul>

Nota: Elaboración propia.

## **Respecto a su gradación.**

**Tabla III**

Clasificación de las mezclas asfálticas respecto a su gradación

<b>Clases de mezclas asfálticas de acuerdo a su gradación</b>		
<b>Gradación densa</b>	<b>Gradación abierta</b>	<b>Gradación SMA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una distribución efectiva de las partículas, que deben estar completamente libres de impurezas y humedad</li> <li>• Impide la filtración de agua o agentes externos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El pavimento en su estructura tiene huecos de aire del 18% al 23% en su superficie.</li> <li>• Permiten que el agua drene inmediatamente y reducen el deslizamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con alto contenido de agregado grueso del 70% a 80%, tiende a tener más del 6% del cemento asfáltico y material fino del 10% del peso.</li> <li>• Son más duraderas y tienen alta resistencia a las deformaciones.</li> </ul>

Nota: Elaboración propia.



**Propiedades de las mezclas asfálticas.** Al diseñar mezclas asfálticas en caliente, se deben tener en cuenta las siguientes propiedades.

**Trabajabilidad.** Se evalúa a partir de que esta sea manejable al instante de la colocación y compactación in situ, afirman Farfán y Flores [35].

**Impermeabilidad.** Propiedad que imposibilita el flujo de líquidos y oxígeno en el interior del pavimento, según Farfán y Flores [35].

**Resistencia a la fatiga.** Es el acto de soportar la deformación generada por el tráfico que recibe el pavimento, evitando causar perjuicios como piel de cocodrilo, fisuras y demás, sostienen Farfán y Flores [35].

**Durabilidad.** Capacidad que impide la desintegración o desprendimiento del agregado debido al tráfico o efectos del clima o a una combinación de ambos, tal como lo mencionan Farfán y Flores [35].

**Requisitos de los materiales.** Según lo establecido en la NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS del RNE, [45] y en el Manual de Carreteras EG-2013, MTC [46] los materiales empleados en las combinaciones asfálticas en caliente (MAC) debe cumplir con los requisitos especificados en las siguientes tablas.

**Tabla IV**  
Requerimientos de calidad del agregado grueso

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		< 3000 (msnm)	>3000 (msnm)
Pérdida en Sulfato de Sodio	NTP 400.016:1999	12% máx.	10% máx.
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	NTP 400.016:1999 MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019:2002 MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E - 214 (1999)		35% min.
Partículas chatas y alargadas	ASTM - 479 (1999)		15% máx.

Partículas fracturadas	MTC E – 210 (1999)	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	NTP 339.152:2002 MTC E 219		0.5% máx.
Absorción	NTP 400.021:2002 MTC E 206	1.00%	1.00%
Adherencia	MTC E- 519 (1999)		+95

Nota: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013

**Tabla V**  
Requerimientos de calidad del agregado fino

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		< 3000 (msnm)	>3000 (msnm)
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000 MTC E 114	60% mín.	70% mín.
Angularidad del agregado fino	MTC E 222 (1999)	30% mín.	40 % mín.
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (Malla N° 40)	MTC E - 111 (1999)	NP	NP
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220 (1999)	4% mín.	6% mín.
Índice de Durabilidad	MTC E - 214 (1999)		35% mín.
Índice de Plasticidad (Malla N° 200)	MTC E - 111 (1999)	4 máximo	NP
Sales Solubles Totales	NTP 339.152:2002 MTC E 219		0.5% máx.
Absorción	MTC E 205 (1999)		0.50% máx.

Nota: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013

**Gradación de las Mezclas Asfálticas.** En la gradación de las combinaciones asfálticas en caliente interfieren los requisitos de los agregados estipulados en las Tablas IV y V. Además, se debe considerar el tamaño de las partículas de los agregados y se emplean las cantidades que pasa por los tamices establecidos tanto para MAC -1, MAC – 2 y el MAC – 3, según la Tabla VI, tal como se señala en el Manual EG-2013 [46].

**Tabla VI**

Gradación de los agregados para mezclas asfálticas en caliente

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

Nota: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013

**Diseño de las mezclas asfálticas.** De acuerdo al MTC [46] la confección de las muestras se regirá por lo indicado en el método Marshall detallado en la norma de Ensayo MTC E504.

Las probetas asfálticas son compactadas y sometidas a diferentes ensayos como estabilidad, flujo, densidad y otros parámetros volumétricos de acuerdo con lo indicado en la tabla VII.

**Tabla VII**

Requisitos para las Mezclas Asfáltica según Método Marshall

<b>Parámetro de diseño</b>	<b>Especificaciones</b>		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Marshall MTC E 504</b>			
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8.15 kN	5.44 kN	4.53 kN
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	8 -14	8 -16	8 - 20
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. – máx.)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	65-75	65-78	70-80

Nota: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013

***Impacto ambiental***

La Ley N.º 27446, “Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento”, divulgada por el Ministerio del Ambiente [47] tiene como objeto reconocer, pronosticar, examinar y mitigar los efectos ambientales nocivos causados por las actividades humanas.

Se sabe que las obras de construcción generan efectos ambientales beneficiosos y adversos. En el caso de la fibra de bagazo de caña de azúcar, al ser un residuo agrícola biodegradable, renovable, ecológico y de bajo costo, si se utiliza en las aplicaciones apropiadas puede constituirse como un recurso valioso que contribuye a la sostenibilidad del planeta, de manera que se descompone naturalmente y no contamina el ambiente.

***Seguridad y salud ocupacional***

El Congreso de la República [48] mediante la Ley N.º 29783, “Ley de Seguridad y Salud en el trabajo”, ratifica que es un derecho fundamental del trabajador y surge con el fin de prevenir accidentes laborales y situaciones peligrosas que puedan ocurrir durante la realización de la jornada.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [49], a través del ítem 13 de la Norma G.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones, señala que es obligatorio utilizar EPPs en el desarrollo de ensayos de laboratorio, trabajos de campo o escenarios que comprometan la salud y/o seguridad del trabajador.

### **Normativa empleada**

Los ensayos se realizaron de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas, Normas ASTM y Normas del MTC tal como se establece en el Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013 [46] y la NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS [45].

**Tabla VIII**

Normativa empleada para ensayos al agregado grueso

<b>Ensayos</b>	<b>Norma</b>
Pérdida en Sulfato de Sodio	NTP 400.016:1999
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	NTP 400.016:1999 / MTC E 209
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019:2002 / MTC E 207
Índice de Durabilidad	MTC E - 214 (1999)
Partículas chatas y alargadas	ASTM - 479 (1999)
Partículas fracturadas	MTC E – 210 (1999)
Sales Solubles Totales	NTP 339.152:2002 / MTC E 219
Absorción	NTP 400.021:2002/ MTC E 206
Adherencia	MTC E- 519 (1999)

Nota: Elaboración propia.

**Tabla IX**

Normativa empleada para ensayos al agregado fino

<b>Ensayos</b>	<b>Norma</b>
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000 / MTC E 114
Angularidad del agregado fino	MTC E 222 (1999)
Azul de metileno	AASTHO TP 57
Índice de Plasticidad (Malla N° 40)	MTC E - 111 (1999)
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220 (1999)
Índice de Durabilidad	MTC E - 214 (1999)
Índice de Plasticidad (Malla N° 200)	MTC E - 111 (1999)

Nota: Elaboración propia.

### ***Definición de términos***

**Adición:** Operación que trata de adicionar ciertas cantidades hasta lograr un cometido.

**Asfalto:** Material viscoso, pegajoso y de color negro empleado en la construcción de pistas y/o carreteras.

**Bagazo:** Residuo de materia que sobra al exprimir jugo.

**Caña de azúcar:** Cultivo perenne que suministra sacarosa para azúcar blanco o moreno.

**Caliente:** Que tiene o produce calor.

**Cemento asfáltico:** Producto requerido para la fabricación de combinaciones asfálticas.

**Compactación:** Procedimiento de aplicar energía para eliminar espacios vacíos.

**Diseño:** Proceso de creación y desarrollo para producir un nuevo objeto.

**Durabilidad:** Calidad de un material, producto o servicio respecto a su duración.

**Estabilidad:** Calidad de una situación en la que está siendo mantenida alguna regularidad.

**Fibra:** Parte comestible de las plantas.

**Flujo:** Desplazamiento de un líquido o un gas.

**Mecánica:** Parte de la Física que estudia los movimientos y el equilibrio de los cuerpos.

**Mejoramiento:** Proceso para hacer algo más efectivo, eficiente y adaptable.

**Mezcla asfáltica:** Combinación de agregados pétreos y ligantes asfálticos distribuidos en proporciones exactas.

**Óptimo:** Sumamente bueno, que no puede ser mejor.

**Pavimento:** Estructura compuesta por capas de diferentes materiales, que se

construyen sobre terreno natural, para permitir el tránsito de manera segura y comfortable.

**Propiedad:** Conjunto de características que hacen que se comporten de una manera determinada ante estímulos externos.

#### **1.4. Formulación del problema**

¿De qué manera influye la adición de fibras de bagazo en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica?

#### **1.5. Justificación e importancia del estudio**

La investigación tiene como objetivo académico el estudio y comportamiento de la fibra de bagazo de caña de azúcar, de gran interés e importancia para el aprovechamiento estos recursos para el mejoramiento de las combinaciones asfálticas en carreteras y abrir paso a nuevas investigaciones en el campo de la ingeniería civil.

#### **1.6. Hipótesis**

Si se adicionan fibras de bagazo de caña de azúcar a las mezclas de asfalto convencional, entonces las propiedades mecánicas de estas mejorarán.

#### **1.7. Objetivos**

##### ***Objetivo general***

Mejorar las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica adicionando las fibras de bagazo de caña de azúcar.

##### ***Objetivos específicos***

- Comprobar que las características y propiedades de los agregados cumplan con las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG- 2013.
- Diseñar una combinación de asfalto convencional.
- Elaborar un diseño de combinación de asfalto empleando en su composición fibras de bagazo de caña de azúcar en cinco porcentajes distintos (0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5%).
- Analizar y comparar las propiedades mecánicas de la combinación de asfalto con fibras de bagazo de caña de azúcar respecto a la combinación de asfalto convencional.

## II. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

#### *Tipo de Investigación*

El tipo de la investigación es aplicada tecnológica, debido a que se trata de generar nuevo conocimiento y aplicarlo con la intención de mejorar y aportar en el campo ingenieril para así mejorar la calidad de vida de la población.

#### *Diseño de Investigación*

El diseño de esta investigación corresponde a un estudio Cuasi- Experimental.

### 2.2. Población y muestra

#### *Población*

La población destinada para este proyecto de investigación está conformada por el conjunto de briquetas de asfalto convencional y asfalto con adición de fibras de bagazo en los porcentajes ensayadas según MTC E 504 Ensayo Marshall.

#### *Muestra*

Para realizar este proyecto de investigación se determinó un total de 30 briquetas de asfalto, entre ellas 15 de asfalto convencional y otras 15 con 0.5%, 1.0%, 1.5%,2.0%, 2.5% de adición de fibra de bagazo de caña de azúcar.

**Tabla X**

Número de briquetas de asfalto a elaborar

<b>Muestras para ensayos</b>		
<b>Indicador</b>	<b>Dosificación (% de adición)</b>	<b>Número de muestras</b>
Asfalto convencional	4.5 %	3
	5.0 %	3
	5.5. %	3
	6.0 %	3
	6.5 %	3



	5.74% Asfalto óptimo de diseño + 0.5% F. B	3
Asfalto óptimo de diseño 5.74% + fibra de bagazo	5.74% Asfalto óptimo de diseño + 1.0% F.B)	3
	5.74% Asfalto óptimo de diseño + 1.5% F. B	3
	5.74% Asfalto óptimo de diseño + 2.0% F. B	3
	5.74% Asfalto óptimo de diseño + 2.5% F. B	3
<b>TOTAL</b>		<b>30</b>

Nota: Elaboración propia.

### 2.3. Variables y operacionalización

Variable independiente: Fibras de bagazo de caña de azúcar.

Variable dependiente: Propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica.

**Tabla XI**

Operacionalización de variable independiente

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Índices	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos	
					de recolección de datos	Instrumentos de medición
Fibras de Bagazo	Composición química	Fibras Dosificación	% %	Análisis de documentos	Ficha técnica	Balanza digital

Nota: Elaboración propia.

**Tabla XII**  
Operacionalización de variable dependiente

<b>Variable dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índices</b>	<b>Técnicas de recolección de datos</b>	<b>Instrumentos de recolección de datos</b>	<b>Instrumentos de medición</b>
Características del asfalto	Propiedades físicas del agregado grueso	Granulometría	%	Observación directa y análisis de documentos	Formatos de Laboratorio (EMP ASFALTO)	Tamices
		Durabilidad	%			Tamices, balanza digital
		Abrasión Los Ángeles	%			Máquina de Abrasión Los Ángeles
		Adherencia	+			Horno
		Índice de durabilidad	%			Calibrador Proporcional
		Partículas chatas y alargadas	%			Balanza
		Caras fracturadas	%			Balanza
		Sales solubles totales	%			Tamices, balanza
		Absorción	%			
Características del asfalto	Propiedades físicas del agregado fino	Equivalente de arena	%	Observación directa y análisis de documentos	Formatos de Laboratorio (EMP ASFALTO)	Equipo equivalente de arena
		Azul de metileno	%			Equipo de prueba de azul de metileno
		Índice de plasticidad (malla #40)	N.P.			-
		Índice de durabilidad	Min - Max			Balanza y horno
		Índice de plasticidad (malla # 200)	Max			
		Adhesividad (Riedel weber)	Min			Tamices, balanza
		Sales solubles totales	%			Balanza
		Absorción	%			Balanza, Picnómetro
Propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas		Compactación	N	Observación directa y análisis de documentos	Formatos de Laboratorio (EMP ASFALTO)	Equipo Marshall
		Estabilidad	Kg			
		Flujo	Mm			
		Porcentaje de vacíos en aire	Min- Max			
		Vacíos en el agregado mineral	%			

## **2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### ***Técnicas de recolección de datos***

**Observación directa.** Se utilizó para percibir conscientemente los procesos y así recopilar y registrar información para investigar eventos a medida que ocurren.

**Análisis de documentos.** Se consideran trabajos de investigación, libros, artículos científicos, tesis, etc., referentes al tema de investigación, con el objetivo de ampliar la información requerida.

### ***Instrumentos de recolección de datos***

**Guía de observación.** En el laboratorio se desarrollaron diferentes ensayos de laboratorio de suelos y de pavimentos, donde los conjuntos de briquetas ensayadas fueron graficadas y analizadas, como resultado del uso de una guía de observación, que contiene fichas recolectoras de datos aprobadas por el laboratorio, escritos por el investigador y procesados en una computadora para obtener los hallazgos de la investigación.

### ***Validez y confiabilidad***

Para el presente proyecto de investigación, el instrumento obtenido será observado y evaluado por profesionales especialistas en los temas de investigación propuesto.

Los resultados obtenidos serán validados y aprobados por el Técnico Laboratorista de EMP Asfaltos, Tec. Cesar A. Diaz Saavedra y el Ingeniero Civil Secundino Burga Fernández, lo que indica la confiabilidad de la investigación.

Cabe precisar que dicho laboratorio brinda los servicios de Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto, Geotecnia y Geomecánica, Topografía, Geodesia y Cartografía.

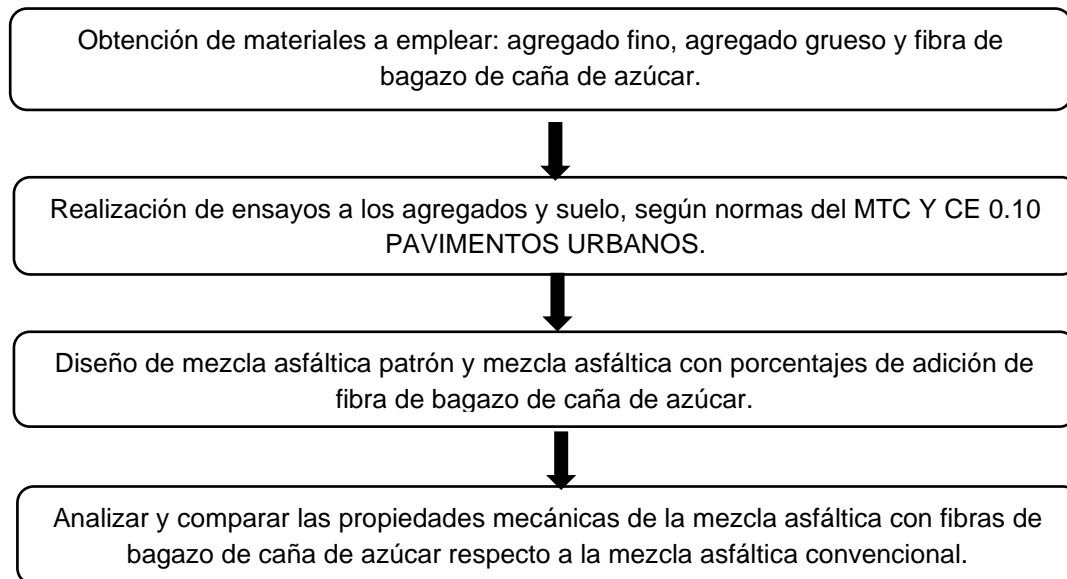
## **2.5. Procedimiento de análisis de datos**

Para analizar los resultados de los ensayos en el laboratorio, se utilizaron formatos para recopilar información y procesarla a través de Microsoft Excel

## Diagrama de flujo de procesos

**Figura 1**

Diagrama de flujo de procesos



Nota: Elaboración propia

### 2.6. Criterios éticos

De acuerdo al Código Deontológico del Colegio de Ingenieros del Perú [50] Los ingenieros deben cumplir con sus deberes y responsabilidades desarrollando un comportamiento adecuado durante su carrera profesional. De igual manera, tienen la responsabilidad de asistir a su comunidad, autoridad y sociedad utilizando legalmente su título profesional al profesar su labor.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados en tablas y figuras

El presente análisis de laboratorio tiene por objetivo presentar los resultados del diseño de mezcla asfáltica en caliente con cemento asfáltico PEN 60/70, además se presentan los resultados de laboratorio de los agregados que se han utilizado en la elaboración del mismo, los que han sido realizados de acuerdo a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del Manual de Carreteras EG- 2013.

Los ensayos fueron realizados en el Laboratorio EMP Asfaltos, que ofrece servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos. Se encuentra ubicado en Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Referencia: Al Costado de la Quinta Arellano Prolongación Bolognesi) Chiclayo.

Los agregados, fino y grueso, fueron provenientes de la cantera Tres Tomas y procesados en la chancadora Piedra Azul, ubicado en el Distrito de Picsi, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque.

La fibra de bagazo de caña de azúcar fue resultante del proceso de producción de azúcar de la empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A, ubicada en el Distrito de Pomalca, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

#### ***Propiedades Físicas y Mecánicas de los Agregados***

##### **Agregado Fino.**

***Arena chancada <1/4"***. Material procesado producto del chancado de la piedra pasante de la malla 1/4".

***Arena zarandeada <1/4"***. Material procesado, producto del zarandeo de la arena pasante de la malla 1/4".

**Tabla XIII**

## Resumen de las Propiedades del Agregado Fino

<b>Ensayos</b>	<b>Norma</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Resultados</b>	<b>Observaciones</b>
Equivalente de Arena	MTC E 114	60% mín.	65%	Cumple
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30% mín.	50.6%	Cumple
Azul de metileno	AASHTO TP 57	8% máx.	2.69%	Cumple
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	N.P.	Cumple
Índice de durabilidad	MTC E 214	35 mín.	57.5	Cumple
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	Máx. 4	1.5%	Cumple
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4 mín.	Grado 6	Cumple
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.06%	Cumple

Nota: Elaboración propia.

De la Tabla XIII se puede evidenciar que, habiendo realizado los Ensayos al Agregado Fino, de acuerdo a la normativa AASHTO y MTC, los valores resultantes se encuentran dentro de los rangos permitidos.

En el caso del Ensayo Equivalente de Arena, de acuerdo a la norma MTC E 114, el valor obtenido como mínimo debe ser 60 %; sin embargo, el resultado obtenido al realizarlo es de 65 %.

Según el Ensayo Angularidad del agregado fino, en base a la norma MTC E 222, el valor obtenido como mínimo debe ser 30 %; sin embargo, el resultado obtenido al realizarlo es de 50.6 %.

Con respecto al Ensayo Azul de metileno (norma AASHTO TP57), el valor obtenido como máximo debe ser 8 %; sin embargo, el resultado obtenido al realizarlo es de 2.69 %.

Con relación Índice de durabilidad, como lo indica la norma MTC E 214, el valor obtenido como mínimo debe ser 35; sin embargo, el resultado obtenido al realizarlo es de 57.5.

En cuanto al Índice de Plasticidad(malla N°200), teniendo en cuenta la norma MTC E

111, el valor obtenido como máximo debe ser 4 %; sin embargo, el resultado obtenido al realizarlo es de 1.5 %.

Por otra parte, según el Ensayo de Adhesividad (RiedelWeber), como lo expresa la norma MTC E 220, el valor obtenido como mínimo debe ser Grado 4; sin embargo, el resultado obtenido al realizarlo es de Grado 6.

Y por último, el Ensayo de Sales Solubles Totales, citando a la norma MTC E 119, el valor obtenido como máximo debe ser 0.5 %; sin embargo, el resultado obtenido al realizarlo es de 0.06 %.

En resumen, la muestra de agregado fino seleccionada es apta para realizar esta investigación.

### **Agregado Grueso.**

**Piedra chancada <math>\lt;3/4\text{''}</math>**. Material procesado, producto del chancado del over mayor a 2", teniendo como TM de  $\frac{3}{4}$ " y un TMN de  $\frac{1}{2}$ "

**Tabla XIV**

Resumen de las Propiedades del Agregado Grueso

<b>Ensayos</b>	<b>Norma</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Resultados</b>	<b>Observaciones</b>
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	8.1%	Cumple
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	22.4%	Cumple
Adherencia	MTC E 517	+95	+95	Cumple
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% min.	56.6	Cumple
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	8.6%	Cumple
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	100/100	Cumple
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.03%	Cumple
Absorción	MTC E 206	1.00%	0.56%	Cumple

Nota: Elaboración propia.

De la Tabla XIV, se puede evidenciar que, habiendo realizado los Ensayos al Agregado Grueso, de acuerdo a la normativa ASTM y MTC, los valores resultantes se encuentran con dentro de los rangos permitidos.

En el caso del Ensayo Durabilidad (al Sulfato de Magnesio), de acuerdo a la norma MTC E 209, el valor obtenido como máximo debe ser 18 %; sin embargo, el resultado obtenido al realizarlo es de 8.1 %.

Según el Ensayo Abrasión Los Ángeles, en base a la norma MTC E 207, el valor obtenido como máximo debe ser 40 %; sin embargo, el resultado obtenido al realizarlo es de 22.4 %.

Con respecto al Ensayo de Adherencia (norma MTC E 517), el valor obtenido como máximo debe ser + 95 sin embargo, el resultado obtenido al realizarlo es de +95.

Con relación Índice de durabilidad, como lo indica la norma MTC E 214, el valor obtenido como mínimo debe ser 35; sin embargo, el resultado obtenido al realizarlo es de 56.

En cuanto al Ensayo de Partículas chatas y alargadas teniendo en cuenta la norma ASTM 4791, el valor obtenido como máximo debe ser 10 %; sin embargo, el resultado obtenido al realizarlo es de 8.6 %.

Por otra parte, según el Ensayo de Caras fracturadas, como lo expresa la norma MTC E 210, el valor obtenido como mínimo debe ser 85/50; sin embargo, el resultado obtenido al realizarlo es de 100/100.

Además, el Ensayo de Sales Solubles Totales, citando a la norma MTC E 219, el valor obtenido como máximo debe ser 0.5 %; sin embargo, el resultado obtenido al realizarlo es de 0.03 %.

Y por último, el Ensayo de Absorción, basado en la norma MTC E 206, el valor obtenido como máximo debe ser 1 %; sin embargo, el resultado obtenido al realizarlo es de 0.56 %.

En resumen, la muestra de agregado grueso seleccionada es apta para realizar esta investigación.



## Mezcla de agregados

### *Agregado global.*

**Tabla XV**

Resumen de las Propiedades del Agregado Global

<b>Ensayos</b>	<b>Norma</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Resultados</b>	<b>Observaciones</b>
Terrones de arcilla y partículas deleznales	MTC E 212	1% máx.	0.005%	Cumple

Nota: Elaboración propia.

De la Tabla XV, se puede evidenciar que, habiendo realizado los Ensayos al Agregado Global, de acuerdo a la normativa MTC E 212 – Terrenos de arcilla y partículas deleznales, el valor requerido es máximo 1%; sin embargo, el resultado obtenido es de 0.005 %.

### ***Diseño de combinación de asfalto Convencional***

**Tabla XVI**

Porcentajes de agregados para la mezcla asfáltica

<b>Agregados</b>	<b>Diseño MAC-2</b>
Piedra chancada	40.0%
Arena chancada	25.0%
Arena zarandeada	35.0%
Cemento Asfáltico	5.74%
Aditivo Mejorador de Adherencia	0.5%

Nota: Elaboración propia.

De la Tabla XVI, se puede visualizar que la combinación de asfalto a diseñar debe contener 40 % de Piedra Chancada, 25 % de Arena Chancada, 35 % de Arena zarandeada, 5.74 % de Cemento Asfáltico y 0.5 % de Aditivo mejorador de adherencia.

**Tabla XVII**

Resumen de las propiedades de la combinación de asfalto Convencional

<b>Parámetro de diseño</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Resultados</b>	<b>Observaciones</b>
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	1245 kg	Cumple
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56	3.3	Cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. – máx.)	3 - 5	4.0	Cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	16.8%	Cumple

Nota: Elaboración propia.

En la Tabla XVII, se puede observar que de acuerdo el Ensayo Marshall MTC E 504, los resultados obtenidos para evaluar las propiedades de la combinación de asfalto Convencional cumplen con los requisitos exigidos y se encuentran dentro de los límites establecidos en la normativa.

***Diseño de combinación de asfalto empleando en su Composición Fibras de Bagazo de Caña de Azúcar en diversos porcentajes***

**Tabla XVIII**

Resumen de las propiedades de la combinación de asfalto con Fibras de Bagazo con 0.5 %

<b>Parámetro de diseño</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Bagazo (0.5%)</b>	<b>Observaciones</b>
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	970	Cumple
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56	3.51	Cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. – máx.)	3 - 5	4.91	Cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	18.69	Cumple

Nota: Elaboración propia.

En la tabla XVIII se visualiza que para la adición de 0.5 %, se obtuvo como estabilidad de 970 kg; el flujo de 3.51 mm, el porcentaje de vacíos con aire 4.91 y vacíos en el agregado mineral 18.69 %; que como mínimo debieron ser entre 3-5 y 14 % respectivamente.

**Tabla XIX**

Resumen de las propiedades de la combinación de asfalto con Fibras de Bagazo con 1.0 %

<b>Parámetro de diseño</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Bagazo (1.0%)</b>	<b>Observaciones</b>
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	682	No cumple
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56	4.49	No cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire(mín. – máx.)	3 - 5	7.02	No cumple
5. Vacíos en el agregado mineral(mín.)	14%	21.24	Cumple

Nota: Elaboración propia.

En la tabla XIX se visualiza que para la adición de 1.0 %, se obtuvo como estabilidad de 682 kg valor inferior al mínimo; el flujo de 4.49 mm; el porcentaje de vacíos con aire 7.02, que debió oscilar entre 3-5 y vacíos en el agregado mineral 21.24 %, que como mínimo debió ser 14 %.

**Tabla XX**

Resumen de las propiedades de la combinación de asfalto con Fibras de Bagazo con 1.5 %

<b>Parámetro de diseño</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Bagazo (1.5%)</b>	<b>Observaciones</b>
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	502	No cumple
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56	5.50	No cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire(mín. – máx.)	3 - 5	9.11	No cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	22.89	Cumple

Nota: Elaboración propia.

En la tabla XX se visualiza que para la adición de 1.5 %, se obtuvo como estabilidad de 502 kg valor inferior al mínimo; el flujo de 5.50 mm; el porcentaje de vacíos con aire 9.11, que debió oscilar entre 3-5 y vacíos en el agregado mineral 22.89 %, que como mínimo debió ser 14 %.

**Tabla XXI**

Resumen de las propiedades de la combinación de asfalto con Fibras de Bagazo con 2.0 %

<b>Parámetro de diseño</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Bagazo (2.0%)</b>	<b>Observaciones</b>
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	323	No cumple
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56	6.43	No cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. – máx.)	3 - 5	11.96	No cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	25.36	Cumple

Nota: Elaboración propia.

En la tabla XXI se visualiza que para la adición de 2.0 %, se obtuvo como estabilidad de 323 kg valor inferior al mínimo; el flujo de 6.43 mm; el porcentaje de vacíos con aire 11.96, que debió oscilar entre 3-5 y vacíos en el agregado mineral 25.36 %, que como mínimo debió ser 14 %.

**Tabla XXII**

Resumen de las propiedades de la combinación de asfalto con Fibras de Bagazo con 2.5 %

<b>Parámetro de diseño</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Bagazo (2.5%)</b>	<b>Observaciones</b>
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	177	No cumple
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56	7.45	No cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. – máx.)	3 – 5	14.06	No cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	27.09	Cumple

Nota: Elaboración propia.

En la tabla XXII se visualiza que para la adición de 2.5 %, se obtuvo como estabilidad de 177 kg valor inferior al mínimo; el flujo de 7.45 mm; el porcentaje de vacíos con aire 14.06, que debió oscilar entre 3-5 y vacíos en el agregado mineral 27.09 %, que como mínimo debió ser 14 %.

En síntesis, de las tablas XVIII, XIX, XX, XXI y XXII se puede observar que los parámetros de diseño que cumplen con lo especificado en el Método Marshall MTC E- 504, son los pertenecientes a la combinación de asfalto con adición de 0.5 % de Fibras de Bagazo.

### 3.2. Discusión de resultados

#### *Propiedades Físicas y Mecánicas de los Agregados*

Al diseñar combinaciones asfálticas es necesario que tanto los agregados finos como los gruesos cumplan con los requisitos definidos en el Manual EG-2013 [46]. Las Tablas XXIII y XXIV comparan los valores máximos y mínimos de agregados finos y gruesos que cumplen con la especificación dada.

Cabe precisar que los resultados, tanto para el agredo fino como grueso, encuentran relación con los trabajos de Adauto [36] y Yalico [43].

**Tabla XXIII**

Comparación de resultados y requerimiento de Propiedades del Agregado Fino según EG-2013

<b>Ensayos</b>	<b>Norma</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Resultados</b>	<b>Observaciones</b>
Equivalente de Arena	MTC E 114	60% mín.	65%	Cumple
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30% mín.	50.6%	Cumple
Azul de metileno	AASHTO TP 57	8% máx.	2.69%	Cumple
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	N.P.	Cumple

Índice de durabilidad	MTC E 214	35 mín.	57.5	Cumple
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	Máx. 4	1.5%	Cumple
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4 mín.	Grado 6	Cumple
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.06%	Cumple

Nota: Elaboración propia.

**Tabla XXIV**

Comparación de resultados y requerimiento de Propiedades del Agregado Grueso según EG-2013

<b>Ensayos</b>	<b>Norma</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Resultados</b>	<b>Observaciones</b>
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	8.1%	Cumple
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	22.4%	Cumple
Adherencia	MTC E 517	+95	+95	Cumple
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% min.	56.6	Cumple
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	8.6%	Cumple
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	100/100	Cumple
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.03%	Cumple
Absorción	MTC E 206	1.00%	0.56%	Cumple

Nota: Elaboración propia.

### ***Diseño de combinación de asfalto Convencional***

Tras analizar los resultados obtenidos de los agregados naturales, se determinó el diseño asfáltico de MAC-2, según Sección 423.03 del Manual EG-2013 [46].

**Tabla XXV**

Comparación de resultados de las propiedades de la Mezcla Asfáltica Convencional, de acuerdo a los parámetros de Marshall MTC E 504

<b>Parámetro de diseño</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Resultados</b>	<b>Observaciones</b>
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	1245 kg	Cumple
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56 mm	3.3 mm	Cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. – máx.)	3 - 5	4.0	Cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	16.8%	Cumple

Nota: Elaboración propia.

La confección de las muestras se rigió por el método Marshall detallado en la norma de Ensayo MTC E504 [46].

Las especificaciones establecidas en la sección 423.2 de la EG-2013 se cumplieron con las propiedades de la combinación de asfalto convencional. La estabilidad fue de 1245 kg, que superó el mínimo de 831.07 kg; el flujo fue de 3.3 mm, que estaba en el rango de 2 a 3.56 mm, el porcentaje de vacíos con aire 4 y vacíos en el agregado mineral 16.8 %; que como mínimo debieron ser entre 3-5 y 14 % respectivamente; de igual manera que en la investigación de Raffo [42].

### ***Diseño de combinación asfáltica empleando en su Composición Fibras de Bagazo de Caña de Azúcar en diversos porcentajes***

Las propiedades del porcentaje óptimo de asfalto de 5.74%, cumplieron con las especificaciones determinadas por la sección 423.2 de la EG-2013 [46].

Para la adición de 0.5 %; e obtuvo como estabilidad de 970 kg valor superior al mínimo; el flujo de 3.51 mm, el porcentaje de vacíos con aire 4.91 y vacíos en el agregado mineral 18.69 %; que como mínimo debieron ser entre 3-5 y 14 % respectivamente. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Aduato [36] y Yalico [43].

Sin embargo, para las adiciones de 1.0 %, 1.5 %, 2.0 % y 2.5 %; los valores de estabilidad fueron inferiores al establecido y los de flujo, porcentaje de vacíos con aire y vacíos en el agregado mineral fueron superiores a los valores máximos requeridos por el MTC [46].



## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. Conclusiones**

Los agregados gruesos (Chancadora Piedra Azul) cumplen satisfactoriamente lo exigido en las especificaciones técnicas.

Se utilizó la gradación del tipo MAC-2, establecida en la Especificaciones Técnicas de la norma Manual de Carreteras EG-2013. La combinación de asfalto consiste en una combinación de agregados gruesos, agregados finos, cemento asfáltico PEN 60-70 y aditivo mejorador de adherencia en las siguientes proporciones diseño: piedra chancada (40%), arena chancada (25%), arena zarandeada (35%), y pen 60/70 (5.74%) y aditivo mejorador de adherencia en las proporciones del diseño (0.5%). El óptimo contenido de cemento asfáltico obtenido para el diseño es de 5.74%.

Aplicando el ensayo de Marshall agregando un porcentaje de fibra de 0.5% los resultados cumplen con los parámetros de estabilidad, porcentaje de vacío y flujo requeridos. A diferencia, con los porcentajes de 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5% la mezcla va perdiendo estabilidad y el porcentaje de vacíos aumenta dando un material más poroso, incumpliendo las especificaciones técnicas.

### **4.2. Recomendaciones**

Incentivar la utilización de residuos renovables y biodegradables en las construcciones de carreteras, debido a que la mayoría de ellos aportan beneficios físicos y mecánicos generando importantes efectos sociales, económicos y ambientales.

Evaluar los porcentajes de adherencia de fibras de bagazo a las combinaciones asfálticas convencionales, de manera que estas cumplan con las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a las especificaciones técnicas o normativa empleada.

Durante la toma de muestras y pruebas mecánicas, se recomienda utilizar los equipos de protección personal convenientes, a fin de evitar contraer algunos efectos nocivos para la salud.

Para futuras investigaciones empleado fibra de bagazo de caña de azúcar, se recomienda adherir porcentajes que oscilen entre 0.5 % a 1%, para obtener resultados físicos y mecánicos favorables.

## REFERENCIAS

- [1] W. M. Castellanos Guerrero y S. B. Chaves Pabón, «Efecto del envejecimiento de mezclas asfálticas en el ciclo de vida del pavimento desde el aspecto técnico y ambiental. Revisión del estado de conocimiento,» *Revista Vínculos*, vol. 17, nº 1, pp. 7-23, Junio 2020.
- [2] A. S. Figueroa Infante y E. Fonseca Santanilla , «Estudio de material reciclado para reparar fisuras y su aplicación en pavimento en Bogotá.,» *Épsilon*, vol. 1, nº 24, pp. 89-121., Junio 2015.
- [3] L. Mardones Parra, E. Sánchez Alonso, A. Calabi Floody y G. Valdés Vidal, «Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con la incorporación de fibras sintéticas de aramida y polipropileno.,» *Revista Infraestructura Vial*, vol. 20, nº 36, pp. 15-24, Junio 2018.
- [4] S. Kocak y M. Kutay, «Fatigue performance assessment of recycled tire rubber modified asphalt mixtures using viscoelastic continuum damage analysis and AASHTOWare pavement ME design,» *Construction and Building Materials*, vol. 248, Julio 2020.
- [5] R. Vila Romaní y J. G. Jaramillo Briceño, «Incidencia del empleo de polímeros como modificadores del asfalto.,» *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 15, nº 2, pp. 315 - 326, 2018.
- [6] O. A. Martínez Anguiano, A. Sáenz-Galindo, R. I. Narro Céspedes, F. Soriano Corrial y A. Castañeda-Facio, «Polímeros reforzados con fibras naturales para su aplicación en la industria automotriz.,» *Revistes Catalanes amb Accés Obert*, vol. 79, nº 595, 2022.
- [7] C. M. García Ramos, V. A. Quirós Roque y L. E. Rosales Mendoza, «Los residuos generados en la producción de la industria azucarera en los últimos 25 años.,» *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, vol. 8, nº 16, 2022.
- [8] M.-J. Kim, S. Kim, D.-Y. Yoo y H.-O. Shin, «Enhancing mechanical properties of asphalt concrete using synthetic fibers.,» *Construction and Building Materials*, vol. 178, pp. 233-243, July 2018.
- [9] H. K. Shanbara, F. Ruddock y W. Atherton, «A laboratory study of high-performance cold mix asphalt mixtures reinforced with natural and synthetic fibres.,» *Construction and Building Materials*, vol. 172, pp. 166-175, May 2018.

- [10] E. Souza, «De los residuos agrícolas a las estructuras sostenibles: Alternativas al hormigón fabricadas con caña de azúcar.,» *ArchDaily*, 29 mayo 2023.
- [11] Z. Li, X. Zhang , C. Fa , Y. Zhang , J. Xiong y H. Chen, «Investigation on characteristics and properties of bagasse fibers: Performances of asphalt mixtures with bagasse fibers,» *Construction and Building Materials*, vol. 248, July 2020.
- [12] J. F. Bejarano López y C. F. Caicedo Garcia, "*Análisis del comportamiento físico - mecánico de la mezcla asfáltica tipo MDC.19 con fibra de caña de azúcar*", (tesis de pregrado), .Universidad Católica de Colombia, 2017.
- [13] Y. M. Apaza Aguirre y P. S. Landivar Albis, "*Comportamiento físico - mecánico de mezclas asfálticas (CA 60-70 y CA 85-100) con la adición de fibra natural de caña de azúcar*", (tesis de pregrado), Universidad Mayor de San Andrés, 2019.
- [14] G. Ferrotti, E. Pasquini y F. Canestrari, «Experimental characterization of high-performance fiber-reinforced cold mix asphalt mixtures.,» *Construction & Building Materials*, vol. 57, pp. 117-125, April 2014.
- [15] G. M. Mariano Bravo, "*Mezcla asfáltica SMA, fibra, ceniza del bagazo de caña de azúcar y su desempeño mecánico*", (tesis de maestría), Universidad Ricardo Palma, 2021.
- [16] C. S. Gonzales Chávez, "*Fallas en el pavimento flexible de la avenida vía de evitamiento sur, Cajamarca, 2015*", (tesis de pregrado), Universidad Privada del Norte, 2015.
- [17] R. Gamboa, E. Loloy,, P. Rebaza y D. Rodríguez, "*El mal estado de los pavimentos y su efecto en tránsito vehicular del distrito de Trujillo – año 2012*", (tesina), Universidad Alas Peruanas, 2013.
- [18] A. F. Quevedo Altamirano , "*Deterioro del pavimento rígido de la Avenida Arenales y Fernando León Arechua y su relación con los accidentes de tránsito en el cercado de Ica, 2016*", (tesis de pregrado), Universidad Alas Peruanas, 2016.
- [19] L. Y. Lujerio Urbano, "*Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de los suelos en la carretera de Cantú – Huaraz*", (tesis de pregrado), Universidad San Pedro, 2018.
- [20] E. . J. Salas Solorzano y A. J. J. Pinedo Infantes, "*Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de sub rasante para pavimentos flexibles en el Asentamiento Humano los Conquistadores Nuevo Chimbote-2018*", (tesis de pregrado), Universidad César Vallejo, 2018.
- [21] M. G. Farfán Córdova y H. H. Pastor Simón, «Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto.,» *UCV HACER. Revista de Investigación y Cultura -Universidad César Vallejo*, vol. 7, nº 3, 2018.


- [22] F. Fernández , «Lambayeque: Lluvias causan destrozos en pistas y principales calles de la ciudad de Chiclayo.,» *Diario Correo*, 13 febrero 2017.
- [23] W. Serquén, «Pistas en Chiclayo lucen en mal estado y afectan a transportistas (FOTO y VIDEO).,» *Diario Correo*, 24 octubre 2018.
- [24] Redacción RPP, «Casi el 80 % de pistas de Chiclayo se encuentra en mal estado, denunciaron transportistas.,» *RPP*, 09 diciembre 2023.
- [25] D. N. León Gamboa y G. Liza Vallejos, "*Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos rígidos de las calles de la Urbanización Miraflores, Lambayeque – 2021*", (tesis de pregrado), Universidad César Vallejo, 2021.
- [26] Redacción RPP, «Cuánta azúcar se produce en el norte y se importa al Perú? RPP.,» *Redacción RPP*, 06 junio 2017.
- [27] ANDINA , «Lambayeque: 5,000 toneladas de caña de azúcar se muelen al día en Olmos.,» *ANDINA*, 30 agosto 2017.
- [28] C. E. Jiménez Rojano, "*Análisis comparativo de la estabilidad y la deformación del pavimento asfáltico con fibras celulósicas y pavimento asfáltico tradicional*", (tesis de pregrado), Universidad Técnica de Ambato, 2016.
- [29] M. L. Rivera Bracaci y J. A. Sosa Cevallos, *Mejoramiento en las propiedades físico, mecánicas y de durabilidad de un pavimento rígido, con la adición de fibras sintéticas estructurales*, (tesis de pregrado), Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2010.
- [30] S. Mansor, N. Zainuddin, N. Aziz, M. Razali y M. Jooari, «M.Sugarcane bagasse fiber – An eco-friendly pavement of SMA.,» *ADVANCES IN CIVIL ENGINEERING AND SCIENCE TECHNOLOGY*, 2018.
- [31] R. Centofante, L. Pivoto Specht, P. O. Borges de Almeida Junior, R. J. Barbosa Pinheiro y D. Da Silva Pereira, «Avaliação do comportamento de misturas asfálticas recicladas a quente com inserção de material fresado.,» *Revista Matéria*, vol. 23, nº 3, 2018.
- [32] S. Caro, N. Vega, J. Husserl y A. Alvarez, «Studying the impact of biomodifiers produced from agroindustrial wastes on asphalt binders.,» *Construction and Building Materials*, vol. 126, p. 369 – 380., 2016.
- [33] N. E. Villanueva Monteza , "*Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto*", (tesis de pregrado), Universidad Privada del Norte, 2016.
- [34] F. Borja Campos, "*Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados del pavimento flexible de la carretera Cañete – Lunahuaná*", (tesis de pregrado), Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.
- [35] B. A. Farfan Valverde y R. J. Flores Collantes, "*Análisis y propuesta de carpeta asfáltica*

*con la tecnología (s.m.a) modificada con fibra natural de caña de azúcar, Cusco 2018*", (tesis de pregrado), Universidad Andina del Cusco], 2019.

- [36] R. E. Adauto Orellana, "*Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente con adición de ceniza de caña de maíz*", (tesis de maestría), Universidad Ricardo Palma, 2019.
- [37] J. Y. Landa Alarcon y S. Torres Montesinos, "*Mejoramiento de Suelos Arcillosos en Subrasante mediante el uso de Cenizas Volantes de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal*", (tesis de pregrado), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.
- [38] C. A. Infante Ataurima y D. H. Vásquez Alarcón, "*Estudio comparativo del método convencional y uso de los polímeros EVA y SBS en la aplicación de mezclas asfálticas*", (tesis de pregrado), Universidad Señor de Sipán, 2016.
- [39] C. J. Ballena Tapia, "*Utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frío*", (tesis de pregrado), Universidad Señor de Sipán, 2016.
- [40] O. E. Chunga Ortiz, "*Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto, adicionando fibra de bagazo de caña tratada con parafina, extraída del distrito de Túman-Chiclayo 2018*", (tesis de pregrado), Universidad César Vallejo, 2018.
- [41] E. E. Idrogo Pérez, "*Estudio de la Resistencia a la Compresión del Concreto 210 Kg/Cm<sup>2</sup> con ceniza de Bagazo de Caña de azúcar Pimentel, Chiclayo*", (tesis de pregrado), Universidad César Vallejo, 2018.
- [42] C. L. Raffo Suclupe , "*Diseño de Mezclas Asfálticas con Aceites Reciclados*", (tesis de pregrado), Universidad Señor de Sipán, 2023.
- [43] G. A. Yalico Lazaro , "*Influencia de la fibra de bagazo de caña en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica Chiclayo-Lambayeque*", (tesis de pregrado), Universidad Señor de Sipán, 2022.
- [44] K. D. Salas Chañi y M. L. Yllatupa Lima, "*Filler de Diatomita en el Diseño de la Mezcla Asfáltica en Caliente Mediante Método Marshall, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Ciudad De Cusco, 2016-2017*", (tesis de pregrado), Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2019.
- [45] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento., Reglamento Nacional de Edificaciones [RNE] Título I: Generalidades. Norma CE.010 PAVIMENTOS URBANOS., Lima, Perú., 2016.
- [46] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013, Lima, Perú., 2013.

- [47] Ministerio del Ambiente [MINAM] , Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento., Lima, Perú., 2011.
- [48] Congreso de la República, «Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, LEY N° 29783” .,» Lima, Perú., 2016.
- [49] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento., Reglamento Nacional de Edificaciones [RNE] Título I: Generalidades. Norma G.050 SEGURIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN., Lima, Perú, 2019.
- [50] Colegio de Ingenieros del Perú, Código Deontológico del Colegio de Ingenieros del Perú., Lima, Perú., 2012.
- [51] F. Subirós Ruiz, El cultivo de la caña de azúcar., Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia., 2000.


## ANEXOS

	<b>DIRECTIVA PARA EL DESARROLLO DE LOS CURSOS DE INVESTIGACIÓN Y TRABAJOS CONDUCTENTES A TÍTULOS PROFESIONALES PREGRADO</b>	Código:	DI01-PP2
		Versión:	05
		Fecha:	10/09/2024
		Hoja:	121 de 160



### ACTA DE APROBACIÓN DEL ASESOR

Yo **Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro** quien suscribe como asesor designado mediante Resolución de Facultad N° 1368-2020/FIAU-USS, del proyecto de investigación titulado "**Mejoramiento de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica adicionando fibras de bagazo, Lambayeque 2020**", desarrollado por el estudiante: **Carrasco Collantes, Franco Stefano**, del programa de estudios de **Ingeniería Civil**, acredito haber revisado, y declaro expedito para que continúe con el trámite pertinentes.

En virtud de lo antes mencionado, firman:  Muñoz Pérez Sócrates Pedro (Asesor)	DNI: 42107300	 <p>Firmado digitalmente por:          MUÑOZ PEREZ SOCRATES          PEDRO FIR 42107300 hard          Motivo: Soy el autor del          documento          Fecha: 18/10/2024 17:10:48-0500</p> Firma
--	---------------	--

Pimentel, 10 de setiembre del 2024



## **DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA**

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

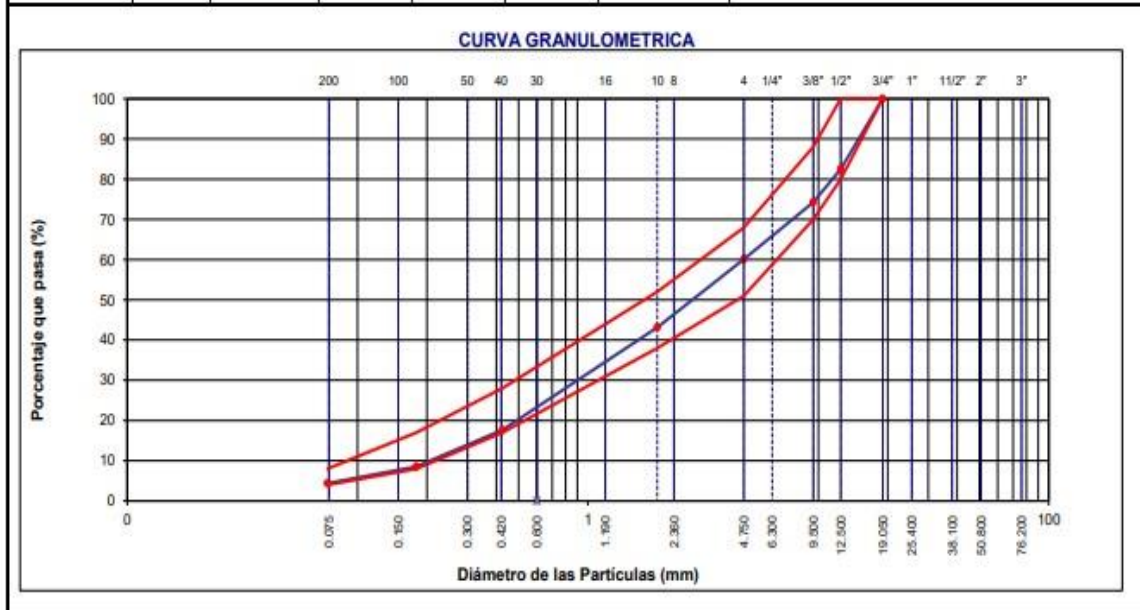
## ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

(MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27)

<b>PROYECTO</b>	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.:</b> S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB.:</b> C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA:</b> Marzo 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	25.0%
Arena Zarandeada	34.5%
Bagazo	0.5%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO								
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION N MAC - 2		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
1"	25.000					100	100	<b>TAMAÑO MAXIMO</b> 3/4" <b>Peso inicial seco:</b> 15000.0 gr <b>Peso fraccion fino:</b> 700.0 gr <b>Peso humedo:</b> 700.0 gr <b>Peso seco:</b> 690.0 gr <b>Humedad:</b> 1.45 %
3/4"	19.000				100.0	100	100	
1/2"	12.500	2626.0	17.5	17.5	82.5	80	100	
3/8"	9.500	1238.0	8.3	25.8	74.2	70	88	
Nº 4	4.750	2123.0	14.2	39.9	60.1	51	68	
Nº 10	2.000	197.2	16.9	56.8	43.2	38	52	
Nº 40	0.425	297.6	25.5	82.4	17.6	17	28	
Nº 80	0.180	106.2	9.1	91.5	8.5	8	17	
Nº 200	0.074	48.2	4.1	95.6	4.4	4	8	
< Nº 200	FONDO	50.8	4.4	100.0				



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Sarvedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Blasquez Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 102878



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

<b>PROYECTO</b>	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>FECHA</b> : Marzo 2022
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	25.0%
Arena Zarandeada	34.5%
Bagazo	0.5%
<b>PEN 60/70</b>	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz												
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200			
A Grava Triturada	39.91	37.62													
B Arena.	60.09	56.64													
<b>Mezcla</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>82.5</b>	<b>74.2</b>	<b>60.1</b>	<b>43.2</b>	<b>17.6</b>	<b>8.5</b>	<b>4.4</b>				
<b>Especificaciones</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>80-100</b>	<b>70-88</b>	<b>51-68</b>	<b>38-52</b>	<b>17-28</b>	<b>8-17</b>	<b>4-8</b>						

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Número de probeta	#				
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.74	5.74	5.74	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.62	37.62	37.62	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.64	56.64	56.64	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.697	2.697	2.697	2.690
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.607	2.607	2.607	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.637	2.637	2.637	2.622
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1205.4	1209.7	1208.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1209.1	1212.1	1210.9	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	680.0	683.7	682.5	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	529.1	528.4	528.4	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.278	2.289	2.287	2.285
18	Peso específico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 , MTC E 508)	gr/cc	2.403	2.403	2.403	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/5)+(3/2*(7+8)+(4/2*(9+10)))$	gr/cc	2.427	2.427	2.427	
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	5.18	4.72	4.83	4.91
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc	2.649	2.649	2.649	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))$	gr/cc	2.618	2.618	2.618	
24	Asfalto absonido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	-0.44	-0.44	-0.44	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	81.08	81.48	81.38	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	13.74	13.81	13.79	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	18.92	18.52	18.62	18.69
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	6.16	6.16	6.16	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	72.62	74.54	74.04	73.73
30	Lectura del aro.	kg	240	249	230	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1011	1049	970	
32	Factor de estabilidad		0.96	0.96	0.96	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	970	1007	931	970
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	puf.	14	14	13.5	14
34	Fluencia	m.m.	3.56	3.56	3.43	3.51
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2729	2833	2715	2759

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D - 2041

**PROYECTO** : "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".

**DESCRIPCION** : Cemento Asfáltico Pen 60/70

**CANTERA** : Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**MATERIAL** : Combinación de agregados

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

**SOLICITANTE** : Franco Stefano Carrasco Collantes

**FECHA** : Marzo 2022

PORCENTAJE DE ASFALTO			5.74		
1.- PESO DEL MATERIAL			1202.3		
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE			3236.3		
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)			4438.6		
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)			3938.2		
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	491.9	491.9	500.4	98.2	
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO			2.403	2.441	2.434
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.451	2.449	2.403	2.441	2.434

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.74	DISEÑO	

Observaciones :

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Sáavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Diego Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 18576





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

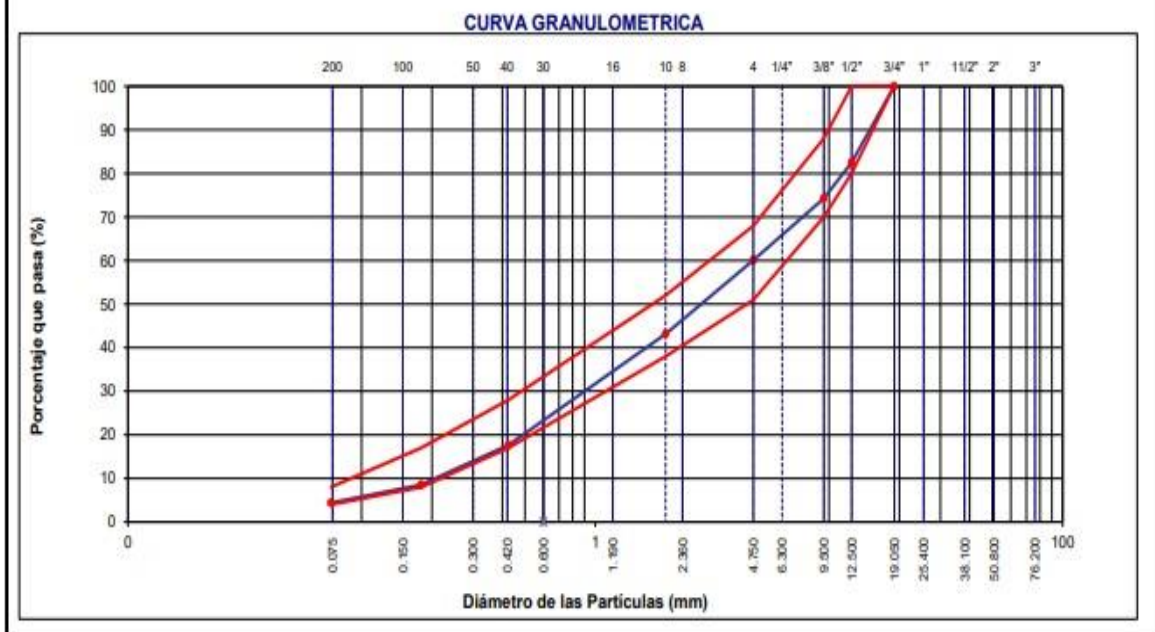
## ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

(MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27)

PROYECTO	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	RESP. LAB. : S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. : C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	FECHA : Marzo 2022
MATERIAL	: Combinación de agregados	
SOLICITANTE	: Franco Stefano Carrasco Collantes	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	25.0%
Arena Zarandeada	34.0%
Bagazo	1.0%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO							
TAMIZ	AASHTO 1-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION MAC - 2	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
1"	25.000						<b>TAMAÑO MAXIMO</b> 3/4" Peso inicial seco : 15000.0 gr Peso fraccion fino : 700.0 gr Peso humedo : 700.0 gr Peso seco : 690.0 gr Humedad : 1.45 %
3/4"	19.000				100.0	100 100	
1/2"	12.500	2626.0	17.5	17.5	82.5	80 100	
3/8"	9.500	1238.0	8.3	25.8	74.2	70 88	
Nº 4	4.750	2123.0	14.2	39.9	60.1	51 68	
Nº 10	2.000	197.2	16.9	56.8	43.2	38 52	
Nº 40	0.425	297.6	25.5	82.4	17.6	17 28	
Nº 80	0.180	106.2	9.1	91.5	8.5	8 17	
Nº 200	0.074	48.2	4.1	95.6	4.4	4 8	
< Nº 200	FONDO	50.8	4.4	100.0			



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

**PROYECTO** : "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".  
**DESCRIPCION** : Cemento Asfáltico Pen 60/70  
**CANTERA** : Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul) **RESP. LAB.** : S.B.F.  
**MATERIAL** : Combinación de agregados **TEC. LAB.** : C.A.D.S.  
**SOLICITANTE** : Franco Stefano Carrasco Collantes **FECHA** : Marzo 2022

PORCENTAJE DE ASFALTO			5.74		
1.- PESO DEL MATERIAL			1203.2		
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE			3236.3		
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)			4439.5		
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3918.9	3945.9	3934.0		
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	171.3	171.9	505.5	162.2	162.2
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO			2.380	2.441	2.434
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.451	2.449	2.380	2.441	2.434

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.74	DISEÑO	

Observaciones :

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TECNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Busta Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 155278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

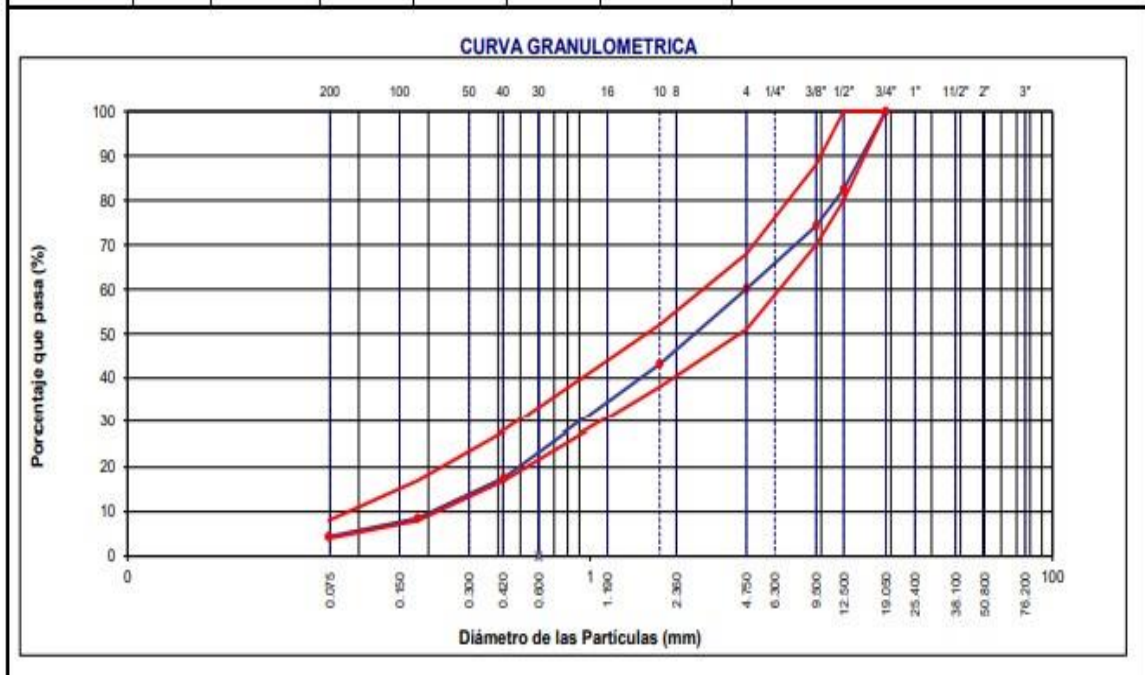
## ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

(MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27)

PROYECTO	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	RESP. LAB.:	S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB.:	C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	FECHA:	Marzo 2022
MATERIAL	: Combinación de agregados		
SOLICITANTE	: Franco Stefano Carrasco Collantes		

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	25.0%
Arena Zarandeada	33.5%
Bagazo	1.5%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO								
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION MAC - 2		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
1"	25.000							<b>TAMAÑO MAXIMO</b> 3/4" <b>Peso inicial seco:</b> 15000.0 gr <b>Peso fraccion fino:</b> 700.0 gr <b>Peso humedo:</b> 700.0 gr <b>Peso seco:</b> 690.0 gr <b>Humedad:</b> 1.45 %
3/4"	19.000				100.0	100	100	
1/2"	12.500	2626.0	17.5	17.5	82.5	80	100	
3/8"	9.500	1238.0	8.3	25.8	74.2	70	88	
Nº 4	4.750	2123.0	14.2	39.9	60.1	51	68	
Nº 10	2.000	197.2	16.9	56.8	43.2	38	52	
Nº 40	0.425	297.6	25.5	82.4	17.6	17	28	
Nº 80	0.180	106.2	9.1	91.5	8.5	8	17	
Nº 200	0.074	48.2	4.1	95.6	4.4	4	8	
< Nº 200	FONDO	50.8	4.4	100.0				





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

<b>PROYECTO</b>	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)		<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados		<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes		<b>FECHA</b> : Marzo 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	25.0%
Arena Zarandeada	33.5%
Bagazo	1.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200	
A Grava Triturada	39.91	37.62											
B Arena.	60.09	56.64											
<b>Mezcla</b>			100.0	100.0	82.5	74.2	60.1	43.2	17.6	8.5	4.4		
<b>Especificaciones</b>			100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8		

	#	1	2	3	Prom.
1 Numero de probeta					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	5.74	5.74	5.74	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.62	37.62	37.62	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.64	56.64	56.64	
5 % de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6 Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7 Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8 Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.697	2.697	2.697	2.690
9 Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.607	2.607	2.607	
10 Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.637	2.637	2.637	2.622
11 Peso especifico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12 Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13 Peso de la probeta en el aire	gr.	1210.6	1205.0	1211.1	
14 Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1219.5	1209.5	1216.8	
15 Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	661.0	654.0	657.0	
16 Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	558.5	555.5	559.8	
17 Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.168	2.169	2.163	2.167
18 Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 , MTC E 508)	gr/cc	2.384	2.384	2.384	
19 Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/6)+(3/2)/(7+8)+(4/2)/(9+10))$	gr/cc	2.427	2.427	2.427	
20 % de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	9.07	9.00	9.25	9.11
21 Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc	2.649	2.649	2.649	
22 Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
23 Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))$	gr/cc	2.595	2.595	2.595	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	-0.80	-0.80	-0.80	
25 % del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	77.14	77.20	77.00	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	13.79	13.80	13.76	
27 % vacios del agregado mineral $100-25$	%	22.86	22.80	23.00	22.89
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	6.49	6.49	6.49	
29 Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	60.31	60.51	59.81	60.21
30 Lectura del aro.	kg	139	135	130	
31 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	589	572	551	
32 Factor de estabilidad		0.89	0.89	0.86	
33 Estabilidad corregida $31*32$	kg	524	509	474	502
34 Lectura del fleximetro $(0.01") (35/0.254)$	puil.	22	22	21	22
34 Fluencia	m.m.	5.59	5.59	5.33	5.50



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

### GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

<b>PROYECTO</b>	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB.</b>	: C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b>	: Marzo 2022

PORCENTAJE DE ASFALTO			5.74		
1.- PESO DEL MATERIAL			1203.6		
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE			3236.3		
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)			4439.9		
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)			3935.0		
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	491.0	491.0	504.9	396.2	
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO			2.384	2.441	2.434
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.451	2.449	<b>2.384</b>	2.441	2.434

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.74	DISEÑO	

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**CONSUELA DÍAZ SASSVEDRA**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Secundino Blasquez Fernandez**  
 ING. CIVIL



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

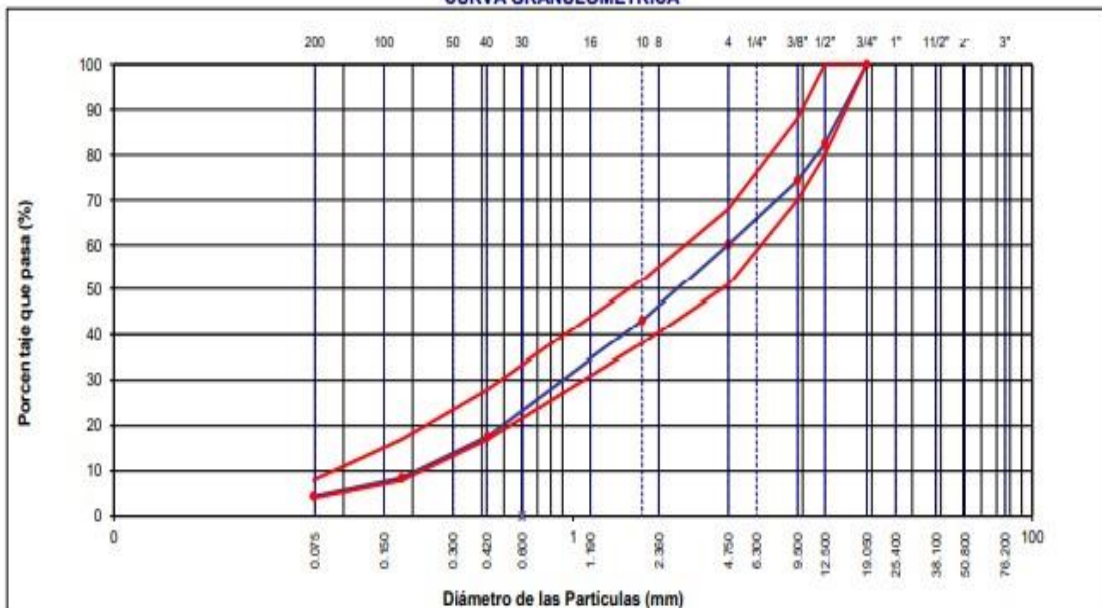
(MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27)

PROYECTO	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	RESP. LAB. : S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. : C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	FECHA : Marzo 2022
MATERIAL	: Combinación de agregados	
SOLICITANTE	: Franco Stefano Carrasco Collantes	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	25.0%
Arena Zarandeada	33.0%
Bagazo	2.0%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO								
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION MAC - 2		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
1"	25.000							
3/4"	19.000				100.0	100	100	TAMAÑO MAXIMO 3/4"
1/2"	12.500	2626.0	17.5	17.5	82.5	80	100	Peso inicial seco : 15000.0 gr
3/8"	9.500	1238.0	8.3	25.8	74.2	70	88	Peso fraccion fino : 700.0 gr
Nº 4	4.750	2123.0	14.2	39.9	60.1	51	68	Peso humedo : 700.0 gr
Nº 10	2.000	197.2	16.9	56.8	43.2	38	52	Peso seco : 690.0 gr
Nº 40	0.425	297.6	25.5	82.4	17.6	17	28	Humedad : 1.45 %
Nº 80	0.180	106.2	9.1	91.5	8.5	8	17	
Nº 200	0.074	48.2	4.1	95.6	4.4	4	8	
< Nº 200	FONDO	50.8	4.4	100.0				

### CURVA GRANULOMETRICA



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

<b>PROYECTO</b>	*Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque*.		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)		<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados		<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes		<b>FECHA</b> : Marzo 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	25.0%
Arena Zarandeada	33.0%
Bagazo	2.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz																	
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200								
A Grava Triturada	39.91	37.62																		
B Arena.	60.09	56.64																		
<b>Mezcla</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>82.5</b>	<b>74.2</b>	<b>60.1</b>	<b>43.2</b>	<b>17.6</b>	<b>8.5</b>	<b>4.4</b>										
<b>Especificaciones</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>80-100</b>	<b>70-88</b>	<b>51-68</b>	<b>38-52</b>	<b>17-28</b>	<b>8-17</b>	<b>4-8</b>											

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Número de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.74	5.74	5.74	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	37.62	37.62	37.62	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	56.64	56.64	56.64	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.697	2.697	2.697	2.699
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.607	2.607	2.607	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.637	2.637	2.637	2.622
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1210.3	1207.8	1208.5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1224.5	1221.6	1217.5	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	646.6	645.7	642.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	577.9	575.9	575.5	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.094	2.097	2.100	2.097
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.382	2.382	2.382	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / [(2/5) + (3^2 / (7+8)) + (4^2 / (9+10))]$	gr/cc	2.427	2.427	2.427	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	12.08	11.95	11.84	11.96
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2) / [(3/7) + (4/9) + (5/11)]$	gr/cc	2.649	2.649	2.649	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-2) / [(3/8) + (4/10) + (5/11)]$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / [(3/P-8) + (4^2/P-10)]$	gr/cc	2.592	2.592	2.592	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23-21) / (23^2 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-0.83	-0.83	-0.83	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4) * 17/21$	%	74.54	74.64	74.73	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25+20)$	%	13.39	13.41	13.42	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	25.46	25.36	25.27	25.36
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	6.53	6.53	6.53	
29	Relacion betun vacios $(26/27) * 100$	%	52.57	52.86	53.13	52.85
30	Lectura del aro	kg	94	89	91	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	400	379	388	
32	Factor de estabilidad		0.83	0.83	0.83	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	332	315	322	323
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	26	25	25	25
34	Fluencia	m.m.	6.60	6.35	6.35	6.43
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	503	496	507	502

Observaciones :



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

<b>PROYECTO</b>	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazó, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB.</b>	: C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b>	: Marzo 2022

PORCENTAJE DE ASFALTO			5.74			
1.- PESO DEL MATERIAL			1206.0			
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE			3236.3			
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)			4442.3			
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)			3936.0			
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL			506.3			
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO			2.382	2.441	2.431	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.451	2.441	2.382	2.441	2.434	

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.74	DISEÑO	

Observaciones :

**E.M.P.** SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Sotvedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

**E.M.P.** SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Buzza Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. CUI. 18579



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

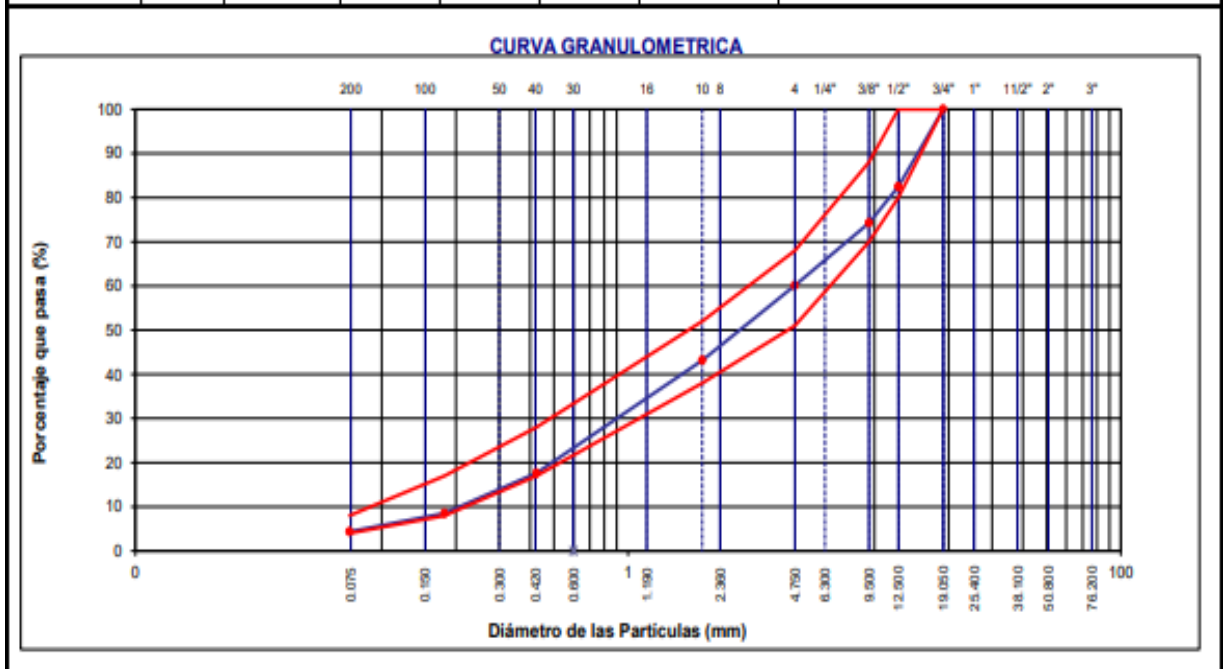
## ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

(MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27)

PROYECTO	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Franco Stefano Carrasco Collantes	FECHA : Marzo 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	48.0%
Arena Chancada	25.0%
Arena Zarandeada	32.5%
Bagazo	2.5%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO							
TAMIZ	AASHTO 1-27	PESO	PORCENTAJE		ESPECIFICACION		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)		RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	N MAC - 2	
1"	25.000						<b>TAMAÑO MAXIMO</b> 3/4" <b>Peso inicial seco</b> : 15000.0 gr <b>Peso fraccion fino</b> : 700.0 gr <b>Peso humedo</b> : 700.0 gr <b>Peso seco</b> : 690.0 gr <b>Humedad</b> : 1.45 %
3/4"	19.000				100.0	100	
1/2"	12.500	2626.0	17.5	17.5	82.5	80	
3/8"	9.500	1238.0	8.3	25.8	74.2	70	
Nº 4	4.750	2123.0	14.2	39.9	60.1	51	
Nº 10	2.000	197.2	16.9	56.8	43.2	38	
Nº 40	0.425	297.6	25.5	82.4	17.6	17	
Nº 80	0.180	106.2	9.1	91.5	8.5	8	
Nº 200	0.074	48.2	4.1	95.6	4.4	4	
< Nº 200	FONDO	50.8	4.4	100.0			



Observaciones :

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

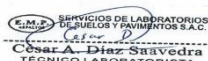
<b>PROYECTO</b>	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b> : Marzo 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	25.0%
Arena Zarandeada	32.5%
Bagazo	2.5%
<b>PEN 60/70</b>	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200	
A Grava Triturada	39.91	37.62											
B Arena.	60.09	56.64											
			<b>Mezcla</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>82.5</b>	<b>74.2</b>	<b>60.1</b>	<b>43.2</b>	<b>17.6</b>	<b>8.5</b>	<b>4.4</b>	
			<b>Especificaciones</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>80-100</b>	<b>70-88</b>	<b>51-68</b>	<b>38 - 52</b>	<b>17 - 28</b>	<b>8-17</b>	<b>4-8</b>	

Nº	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.74	5.74	5.74	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.62	37.62	37.62	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.64	56.64	56.64	
5	% de filler en peso de mezcla(mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cb.	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cb.	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cb.	2.697	2.697	2.697	<b>2.690</b>
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cb.	2.607	2.607	2.607	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cb.	2.637	2.637	2.637	<b>2.622</b>
11	Peso específico aparente del filler	gr/cb.	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1205.1	1214.7	1200.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1221.6	1231.5	1217.1	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	635.0	633.0	635.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	586.6	598.5	582.1	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cb.	2.054	2.030	2.062	<b>2.049</b>
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cb.	2.384	2.384	2.384	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 \cdot [(2/6) + (3/2) \cdot (7+8) + (4/2) \cdot (9+10)]$	gr/cb.	2.427	2.427	2.427	
20	% de vacíos con aire $100 \cdot [(1-17)/18]$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	13.82	14.86	13.51	<b>14.06</b>
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2) / [(3/7) + (4/9) + (5/11)]$	gr/cb.	2.649	2.649	2.649	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-2) / [(3/8) + (4/10) + (5/11)]$	gr/cb.	2.661	2.661	2.661	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / [(3/P-8) + (4/P-10)]$	gr/cb.	2.595	2.595	2.595	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23-21) / (23 \cdot 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-0.80	-0.80	-0.80	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4) \cdot 17/21$	%	73.11	72.23	73.38	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25+20)$	%	13.07	12.91	13.11	
27	% vacíos del agregado mineral $100 - 25$	%	26.89	27.77	26.62	<b>27.09</b>
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) \cdot (3+4)$	%	6.49	6.49	6.49	
29	Relacion betún vacíos $(26/27) \cdot 100$	%	48.60	46.48	49.26	<b>48.11</b>
30	Lectura del aro	kg	51	48	52	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	220	207	224	
32	Factor de estabilidad		0.81	0.81	0.83	
33	Estabilidad corregida $31 \cdot 32$	kg	178	168	186	<b>177</b>
34	Lectura del flexímetro $(0.01") \cdot (35 / 0.254)$	puf.	31	28	29	<b>29</b>
34	Fluencia	m.m.	7.87	7.11	7.37	<b>7.45</b>
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	226	236	253	<b>238</b>

Observaciones :





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

<b>PROYECTO</b>	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b> : Marzo 2022

PORCENTAJE DE ASFALTO			5.74			
1.- PESO DEL MATERIAL			1203.6			
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE			3236.3			
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)			4439.9			
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3048.9	3048.9	3935.0			
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	182.0	181.9	504.9	180.3		
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO			2.384	2.441	2.434	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.451	2.449	<b>2.384</b>	2.441	2.434	

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.74	DISEÑO	

Observaciones :

## ENSAYOS DE REQUERIMIENTOS DE AGREGADO GRUESO

### SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

#### PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NTP 400.021, MTC E 206)

<b>PROYECTO</b>	"Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b>	S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	Grava Chancada T. Máx. 3/4"	<b>TEC. LAB.</b>	C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b>	Marzo 2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

#### AGREGADO GRUESO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)	1345.2	1491.1		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)	846.2	938.5		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	499.0	552.6		
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	1337.6	1483.0		
E	Vol. de masa = C- ( A - D ) (gr)	491.4	544.5		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	2.681	2.684		2.682
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	2.696	2.698		2.697
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	2.722	2.724		2.723
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )	0.57	0.55		0.56%

Observaciones :

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundina Guerra Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 155278





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(NTP 400.016, MTC E-209)

<b>PROYECTO</b>	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)		<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"		<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes		<b>FECHA</b> : Marzo 2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### DATOS DEL ENSAYO

FRACCION		GRADACION ORIGINAL %		Peso de fracción ensayada	Peso retenido después del ensayo	Perdida después del ensato (gr)	Perdida después del ensato (%)	Perdida corregida
PASA	RETIENE	Peso retenido	% retenido					
			A	B	C	D	E	F
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"							
3/4"	1/2"	3991.0	50.7	675.0	623.2	51.8	7.7	3.89
1/2"	3/8"	1590.0	20.2	300.0	275.5	24.5	8.2	1.65
3/8"	N° 4	2295.0	29.1	300.0	273.9	26.1	8.7	2.54
	< N° 4							
<b>TOTALES</b>		7876.0	100.0	1275.0				8.1

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Busta Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIV. 18274



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## ENSAYO DE ABRASION ( MAQUINA DE LOS ANGELES )

(NTP 400.019, MTC E - 207)

<b>PROYECTO</b>	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	<b>TEC. LAB.</b>	: C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b>	: Marzo 2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### DATOS DEL ENSAYO

TAMIZ		A	B	C	D
PASA	RETIENE				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"		2500		
1/2"	3/8"		2500		
3/8"	1/4"				
1/4"	N°4				
N°4	N°8				
PESO TOTAL			5000		
PESO RETENIDO EN TAMIZ N°12			3878		
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO			1122		
N° DE ESFERAS			11		
PESO DE LAS ESFERAS			4532		
TIEMPO DE ROTACIONES (m)			15		
<b>% DE DESGASTE</b>			22.4		

Observaciones:

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TECNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Busta Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. CIP 159278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

### ENSAYOS DE AFINIDAD AGREGADO - BITUMEN

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ADHERENCIA

(ASTM D1664)

PROYECTO	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".										RESP. LAB.:	S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70										TEC. LAB.:	C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)										FECHA:	Marzo 2022
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"											
SOLICITANTE	: Franco Stefano Carrasco Collantes											

MATERIAL	METODO DE ENSAYO	ESPECIFICACION	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA								ASFALTO TEMPÉRATURA DE ENSAYO °c	ENSAYO SIN ADITIVO	ENSAYO CON ADITIVO
			% 0.30	% 0.40	% 0.50	% 0.60	% 0.70	% 0.80	% 0.90	% 1.00			
Piedra chancada	MTC E 519	+95	-	-	-	-	-	-	-	-	90°	-95	-


Observaciones :

LOS VALORES INDICAN PORCENTAJES DE ADHERENCIA DESPUES DEL ENSAYO  
LA ADHERENCIA PASIVA ESTA REFERIDA AL PORCENTAJE DE REVESTIMIENTO OBSERVADO LUEGO DE CULMINADO EL ENSAYO

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

### ENSAYOS DE AFINIDAD AGREGADO - BITUMEN

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ADHERENCIA

(ASTM D1664)

PROYECTO	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".										RESP. LAB.:	S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70										TEC. LAB.:	C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)										FECHA:	Marzo 2022
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"											
SOLICITANTE	: Franco Stefano Carrasco Collantes											

MATERIAL	METODO DE ENSAYO	ESPECIFICACION	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA								ASFALTO TEMPÉRATURA DE ENSAYO °c	ENSAYO SIN ADITIVO	ENSAYO CON ADITIVO
			% 0.30	% 0.40	% 0.50	% 0.60	% 0.70	% 0.80	% 0.90	% 1.00			
Piedra chancada	MTC E 519	+95	-	-	0.50	-	-	-	-	-	90°	-	+95

Observaciones :

LOS VALORES INDICAN PORCENTAJES DE ADHERENCIA DESPUES DEL ENSAYO  
LA ADHERENCIA PASIVA ESTA REFERIDA AL PORCENTAJE DE REVESTIMIENTO OBSERVADO LUEGO DE CULMINADO EL ENSAYO

  
SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Cesar A. Diaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

  
SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burgos Fernandez  
REG. CIP 159278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INDICE DE DURABILIDAD AGREGADO GRUESO

(MTC E214)

<b>PROYECTO</b>	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB. :</b> S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	<b>TEC. LAB. :</b> C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA :</b> Marzo 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>MUESTRA</b>	: M-01

DATOS DEL ENSAYO						
TAMAÑOS DE MALLAS				Muestra	Agitación Muestra	Contenido de
PASA	RETENIDO		PESO (gr.)	Peso (gr.)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)
3/4"	1/2"		1070	1060	10'	1000.0
1/2"	3/8"		570	560		
3/8"	Nº 4		910	900		

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
Nº DE ENSAYO	1	2	Promedio
Hora de entrada a decantación	10:56	10:58	
Hora de salida de decantación (mas 20')	11:16	11:18	
Altura máxima de material fino (pulg.0.1")	1.72	1.71	
Indice de Durabilidad (De la tabla)	<b>56.2</b>	<b>57.0</b>	<b>56.6</b>

Observaciones :

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Buzza Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 195278





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN LOS AGREGADOS

(NTP 400.040, MTC 223)

<b>PROYECTO</b>	"Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b>	S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	Grava Chancada T. Máx. 3/4"	<b>TEC. LAB.</b>	C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b>	Marzo 2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### INDICE DE APLANAMIENTO ( PARTICULAS CHATAS ) :

#### DATOS DEL ENSAYO

TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	PARTICULAS CHATAS	PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE PARTICULAS CHATAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	3991.0	165.8	4.15	71.5	297
1/2"	3/8"	1590.0	64.9	4.08	28.5	116
		<b>5581.0</b>			<b>100.0</b>	<b>413</b>

**PORCENTAJE PARTICULAS CHATAS (  $\Sigma E / \Sigma D$  ) = 4.1 %**

### INDICE DE ALARGAMIENTO (PARTICULAS ALARGADAS) :

#### DATOS DEL ENSAYO

TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	PARTICULAS ALARGADAS	PORCENTAJE DE PARTICULAS ALARGADAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE PARTICULAS ALARGADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	3991.0	178.4	4.47	71.5	320
1/2"	3/8"	1590.0	68.2	4.29	28.5	122
		<b>5581.0</b>			<b>100.0</b>	<b>442</b>

**PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA (  $\Sigma E / \Sigma D$  ) = 4.4 %**

**% PARTICULAS CHATAS + % PARTICULAS ALARGADAS = 8.6**

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO

(MTC E210-2000)

<b>PROYECTO</b>	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b> : Marzo 2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### A.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS:

#### DATOS DEL ENSAYO

TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	3991.0	3991.0	100.00	71.5	7151
1/2"	3/8"	1590.0	1590.0	100.00	28.5	2849
		<b>5581.0</b>			<b>100.0</b>	<b>10000</b>
<b>% DE DOS O MAS CARAS FRACTURADAS (ΣE / ΣD)</b>				<b>= 100.0 %</b>		

### B.- CON UNA CARA FRACTURADA:

#### DATOS DEL ENSAYO

TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	3991.0	3991.0	100.00	71.5	7151
1/2"	3/8"	1590.0	1590.0	100.00	28.5	2849
		<b>5581.0</b>			<b>100.0</b>	<b>10000</b>
<b>PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA (ΣE / ΣD)</b>				<b>= 100.0 %</b>		

Observaciones :

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN LOS SUELOS

(NTP 339.152, MTC E 219)

<b>PROYECTO</b>	"Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b>	S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	Grava Chancada T. Máx. 3/4"	<b>TEC. LAB.</b>	C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b>	Marzo 2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	IDENTIFICACION				Promedio
	1	2			
(1) Peso Tarro ( Biker 100 ml. ) Pyres	57.63	81.92			
(2) Peso Tarro + agua + sal	99.86	132.92			
(3) Peso Tarro Seco + sal	57.64	81.94			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.01	0.02			
(5) Peso de Agua ( 2-3 )	42.23	51.00			
(6) Porcentaje de Sal	0.02 %	0.03 %			0.03 %

**Observaciones :**

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Busca Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 189278



## ENSAYO DE REQUERIMIENTOS DE AGREGADO FINO

### SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

#### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NTP 400.021, MTC E 205)

<b>PROYECTO</b>	"Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB. :</b>	S.B.F.
<b>PROCEDENCIA</b>	: Arena Chancada + Arena Zarandeada	<b>TEC. LAB. :</b>	C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA :</b>	Marzo 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>MUESTRA</b>	: M-01

AGREGADO FINO					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (gr)	300.0	300.0		
B	Peso Frasco + agua	665.1	676.0		
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	965.1	976.0		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	851.4	862.2		
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	113.7	113.8		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	296.6	296.6		
G	Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)	110.3	110.4		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.609	2.606		2.607
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.639	2.636		2.637
	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G	2.689	2.687		2.688
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.15	1.16		1.15%

Observaciones :

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**César A. Díaz Saavedra**  
TECNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Secundino Buzza Fernandez**  
ING. CIVIL REG. CIP. 189278





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## EQUIVALENTE DE ARENA

(NTP 339.146, MTC E 114)

<b>PROYECTO</b>	"Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.	
<b>PROCEDENCIA</b>	Arena Chancada + Arena Zarandeada	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.	
<b>SOLICITANTE</b>	Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b> : Marzo 2022	

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	01	02	03			
HORA DE ENTRADA	10:09	10:11	10:13			
HORA DE SALIDA	10:19	10:21	10:23			
HORA DE ENTRADA	10:21	10:23	10:25			
HORA DE SALIDA	10:41	10:43	10:45			
ALTURA DE NIVEL MATERIAL FINO (A)	5.3	5.4	5.5			
ALTURA DE NIVEL ARENA (B)	3.5	3.5	3.6			
EQUIVALENTE DE ARENA (B x 100/A)	65.1%	64.8%	65.5%			
<b>PROMEDIO:</b>	<b>65%</b>					

Observaciones :

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Busca Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 189278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO

(MTC E 222)

<b>PROYECTO</b> : "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	
<b>DESCRIPCION</b> : Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>MATERIAL</b> : Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>PROCEDENCIA</b> : Arena Chancada + Arena Zarandeada	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b> : Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b> : Marzo 2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### DATOS DEL ENSAYO

ENSAYO	Nº	1	2	3	
PESO DEL AGREGADO FINO + MOLDE	gr.	246.90	248.50	249.60	
PESO DEL MOLDE	gr.	108.60	108.60	108.60	
PESO DEL AGREGADO FINO	(w)	138.30	139.90	141.00	
VOLUMEN DEL CILINDRO	(v)	105.29	105.29	105.29	
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE AGREGADO FINO	G <sub>sb</sub>	2.688	2.688	2.688	
<b>VACÍOS NO COMPACTADOS</b>	%	<b>51.1</b>	<b>50.6</b>	<b>50.2</b>	
<b>PROMEDIO</b>	%	<b>50.6</b>			

Observaciones :

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Buzza Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 189278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS Y EN LLENANTES MINERALES.

(NORMA ASSHTO TP 57)

<b>PROYECTO</b>	"Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, : Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.
<b>PROCEDENCIA</b>	: Arena Chancada + Arena Zarandeada	<b>TEC. LAB.</b>	: C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b>	: Marzo 2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO (mg/gr)
:				
PESO DE MATERIAL PASANTE MALLA #200 (gr)	10.9	10.8	11.0	
AGUA DESTILADA (ml)	30.0	30.0	30.0	
PESO DE MATERIAL PASANTE MALLA #200 + AGUA	40.9	40.8	41.0	
SOLUCION AZUL DE METILENO	0.5	0.5	0.5	
SOLUCION AZUL DE METILENO REQUERIDA EN LA TITULACION (ml)	58.6	59.0	58.4	
VALOR DE AZUL DE METILENO (mg/gr)	2.69	2.73	2.65	<b>2.69</b>

Observaciones:

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Buzza Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 189278





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## LIMITES DE CONSISTENCIA MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°40

(NTP 339.129, MTC E - 110, MTC E 111)

<b>PROYECTO</b>	"Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b>	S.B.F.
<b>PROCEDENCIA</b>	Arena Chancada + Arena Zarandeada	<b>TEC. LAB.</b>	C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b>	Marzo 2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### DATOS DE ENSAYO

#### LIMITE LIQUIDO

N° TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
N° DE GOLPES				

NO PLASTICO

#### LIMITE PLASTICO

N° TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

NO PLASTICO

LL : 15.4 %

LP : NP %

IP : NP %

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Buzza Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 189278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INDICE DE DURABILIDAD AGREGADO FINO

(MTC E 214)

<b>PROYECTO</b>	"Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b>	S.B.F.
<b>PROCEDENCIA</b>	Arena Chancada + Arena Zarandeada	<b>TEC. LAB.</b>	C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b>	Marzo 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>MUESTRA</b>	M-01

DATOS DEL ENSAYO						
TAMAÑOS DE MALLAS				Agitación Muestra	Contenido de	Muestra Lata
PASA	RETENIDO		PESO (gr.)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)	(ml.)
# 4	N°200		500		1000.0	85

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
N° DE ENSAYO	1	2	Promedio
Hora de entrada a saturación	11:36	11:38	
Hora de salida de saturación (mas 10')	11:46	11:48	
Hora de entrada a decantación	11:48	11:50	
Hora de salida de decantación (mas 20')	12:08	12:10	
Altura máxima de la arcilla (pulg.0.1")	5.50	5.60	
Altura máxima de la arena (pulg.0.1")	3.18	3.20	
Indice de Durabilidad ( $D_f = L_{arena}/L_{arcilla} \cdot 100$ )	<b>57.8</b>	<b>57.1</b>	<b>57.5</b>

Observaciones :

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Buzca Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 189278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## LIMITES DE CONSISTENCIA MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200

(NTP 339.129 MTC E - 110, MTC E 111)

<b>PROYECTO</b>	"Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b>	S.B.F.
<b>PROCEDENCIA</b>	Arena Chancada + Arena Zarandeada	<b>TEC. LAB.</b>	C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b>	Marzo 2022

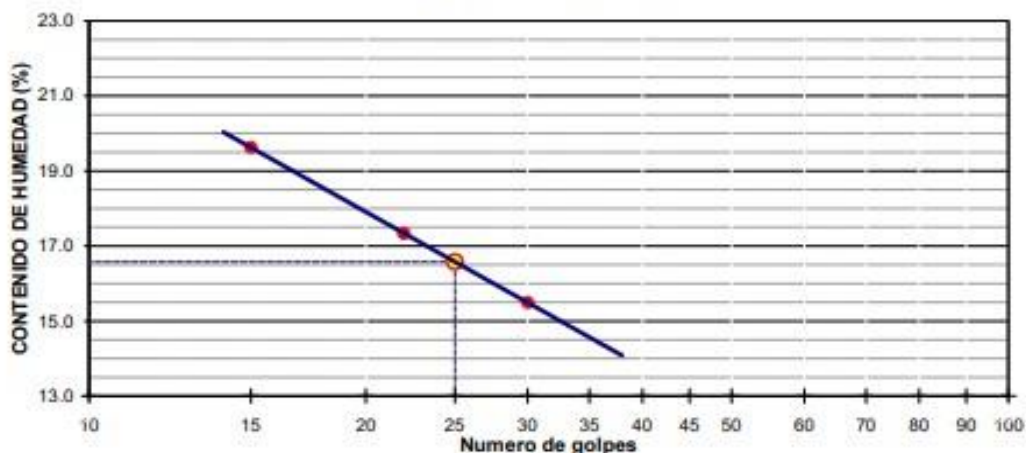
### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO	8	56	7		
TARRO + SUELO HUMEDO	36.89	29.43	39.68		
TARRO + SUELO SECO	34.26	27.48	37.19		
AGUA	2.63	1.95	2.49		
PESO DEL TARRO	20.86	16.23	21.12		
PESO DEL SUELO SECO	13.40	11.25	16.07		
% DE HUMEDAD	19.63	17.33	15.49		
N° DE GOLPES	15	22	30		
LIMITE PLASTICO					
N° TARRO	16	11			
TARRO + SUELO HUMEDO	17.26	17.66			
TARRO + SUELO SECO	16.12	16.42			
AGUA	1.14	1.26			
PESO DEL TARRO	8.53	8.12			
PESO DEL SUELO SECO	7.59	8.30			
% DE HUMEDAD	15.02	15.18			
<b>LL :</b>	<b>16.6 %</b>	<b>LP :</b>	<b>15.1 %</b>	<b>IP :</b>	<b>1.5 %</b>

### % DE HUMEDAD A 25 GOLPES





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS

### (PROCEDIMIENTO RIEDEL - WEBER)

(MTC E 220)

<b>PROYECTO</b>	"Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.
<b>PROCEDENCIA</b>	: Arena Chancada + Arena Zarandeada	<b>TEC. LAB.</b>	: C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b>	: Marzo 2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

<b>MUESTRA</b>	: M-01
----------------	--------

#### DATOS DEL ENSAYO

DENOMINACION		DESPRENDIMIENTO ARIDO - ASFALTO	RESULTADOS
AGUA DESTILADA		0	NULO
Concentración de carbonato sódico	M/256	1	NULO
	M/128	2	NULO
	M/64	3	NULO
	M/32	4	NULO
	M/16	5	NULO
	M/8	6	PARCIAL
	M/4	7	PARCIAL
	M/2	8	PARCIAL
	M/1	9	PARCIAL
		<b>PARCIAL:</b>	6
		<b>TOTAL:</b>	10

Observaciones :

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Buzca Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 189278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN LOS SUELOS

(NTP 339.152, MTC E 219)

<b>PROYECTO</b>	"Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b>	S.B.F.
<b>PROCEDENCIA</b>	Arena Chancada + Arena Zarandeada	<b>TEC. LAB.</b>	C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b>	Marzo 2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	IDENTIFICACION				Promedio
	1	2			
(1) Peso Tarro ( Biker 100 ml. ) Pyres	91.48	105.39			
(2) Peso Tarro + agua + sal	137.04	155.39			
(3) Peso Tarro Seco + sal	91.51	105.42			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.02	0.03			
(5) Peso de Agua ( 2-3 )	45.56	50.00			
(6) Porcentaje de Sal	0.05 %	0.06 %			0.06 %

Observaciones :

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Busca Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 189278





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## ARCILLA EN TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES

(NORMA NTP 400.015, MTC E 212)

<b>PROYECTO</b>	"Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b>	S.B.F.
<b>PROCEDENCIA</b>	Agregado Global	<b>TEC. LAB.</b>	C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b>	Marzo 2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### DATOS DEL ENSAYO

Peso Inicial de muestra : Agregado Fino	Pasa (3/8")	Retiene (N°04")	1000.0	gr.
Peso Final de muestra			1000.0	gr.
Porcentaje de Terrones de arcilla			<b>0.005</b>	%

Observaciones:

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Buzza Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 189278



## GRANULOMETRIA DE COMPONENTES

### SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

<b>PROYECTO</b>	"Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>MATERIAL</b>	: Piedra Chancada	<b>RESP. LAB. :</b> S.B.F.
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>TEC. LAB. :</b> C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA :</b> Marzo 2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

<b>MUESTRA</b>	: M-01
----------------	--------

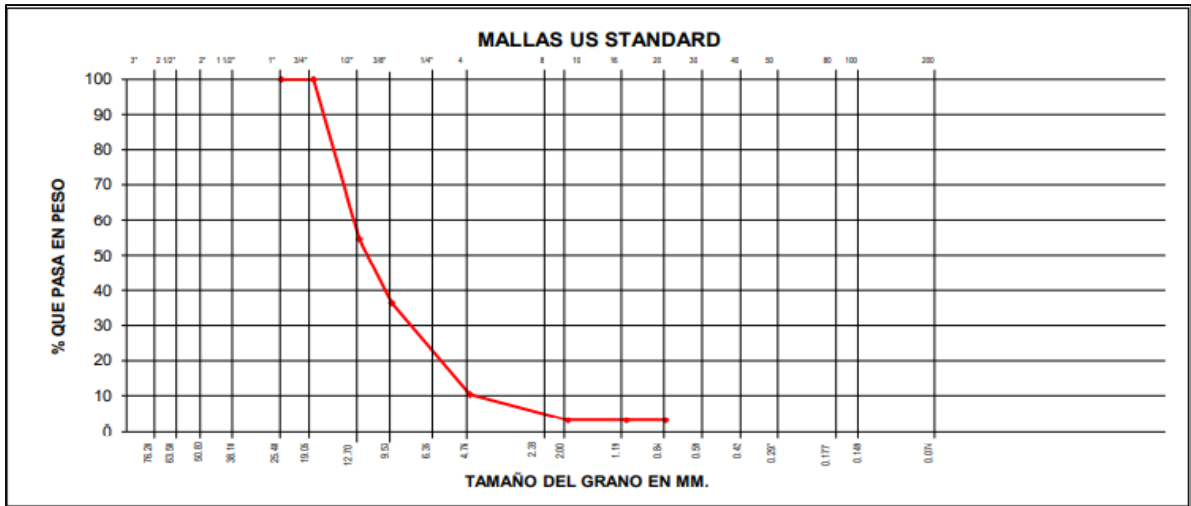
#### DATOS DEL ENSAYO


Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400				100.0	TAMANO MAX 2"
3/4"	19.050				100.0	<b>PESO TOTAL : 8783.0 gr</b>
1/2"	12.700	3991	45.4	45.4	54.6	FRAC. LAVADO
3/8"	9.525	1590	18.1	63.5	36.5	PESO SECO : 500.0
1/4"	6.350			83.5	16.5	PESO HUMEDO : 498.6
N° 4	4.760	2295	26.1	89.7	10.3	HUMEDAD (%) : 0.28
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	649	7.4	97.1	2.9	
N° 16	1.190	258				
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					CLASIFICACION
N° 40	0.420					INDICE
N° 50	0.297			0.0		
N° 60	0.250					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074					
PAN						
<b>TOTAL</b>		<b>8783</b>				
% PERDIDA						

E.M.D. CHICLAYO  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.D. CHICLAYO  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Secundino Burgos Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278






**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  
*César A. Díaz Saavedra*  
**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA


**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  
*Secundino Buzza Fernandez*  
**Secundino Buzza Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 18927B



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

<b>PROYECTO</b>	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>MATERIAL</b>	: Piedra Chancada	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b> : Marzo 2022

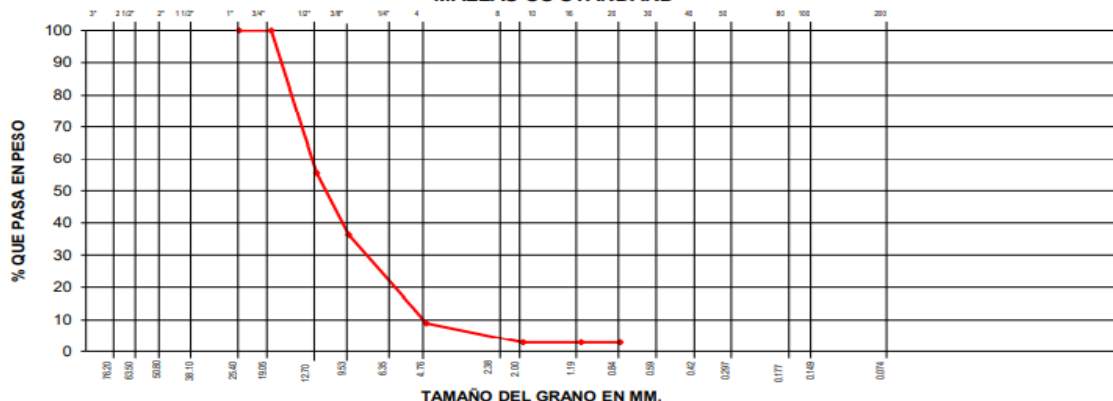
### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-02

### DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					TAMIZO MAX. 2
3/4"	19.050				100.0	<b>PESO TOTAL : 8763.0 gr</b>
1/2"	12.700	3890	44.4	44.4	55.6	FRAG. LAVADO
3/8"	9.525	1689	19.3	63.7	36.3	<b>PESO SECO : 500.0</b>
1/4"	6.350					<b>PESO HUMEDO : 498.6</b>
Nº 4	4.760	2393	27.3	91.0	9.0	<b>UMEDAD (%) : 0.28</b>
Nº 8	2.380					
Nº 10	2.000	545	6.2	97.2	2.8	
Nº 16	1.190	246				
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.590					
Nº 40	0.420					
Nº 50	0.297					
Nº 60	0.250					
Nº 100	0.149					
Nº 200	0.074					
PAN						
TOTAL		8763				
% PERDIDA						

### MALLAS US STANDARD





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

<b>PROYECTO</b>	"Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	: Piedra Chancada	<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>TEC. LAB.</b>	: C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b>	: Marzo 2022

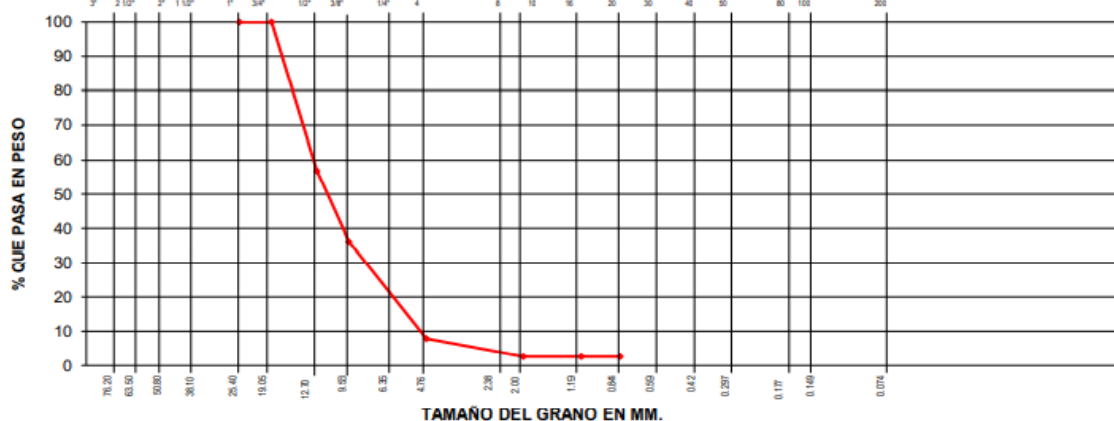
### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-03

### DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700	3667	43.1	43.1	56.9	PESO TOTAL : 8513.0 gr
3/8"	9.525	1761	20.7	63.8	36.2	FRAC. LAVADO :
1/4"	6.350					PESO SECO : 500.0
N° 4	4.760	2416	28.4	92.1	7.9	PESO HUMEDO : 495.0
N° 8	2.380					NUMEROAD (%) : 0.23
N° 10	2.000	448	5.3	97.4	2.6	
N° 16	1.190	221				
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420					
N° 50	0.297					
N° 60	0.250					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074					
PAN						
<b>TOTAL</b>		<b>8513</b>				
% PERDIDA						

### MALLAS US STANDARD





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NORMA MTC E 204)

<b>PROYECTO</b>	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	
<b>UBICACIÓN</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>MATERIAL</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b> : Marzo 2022

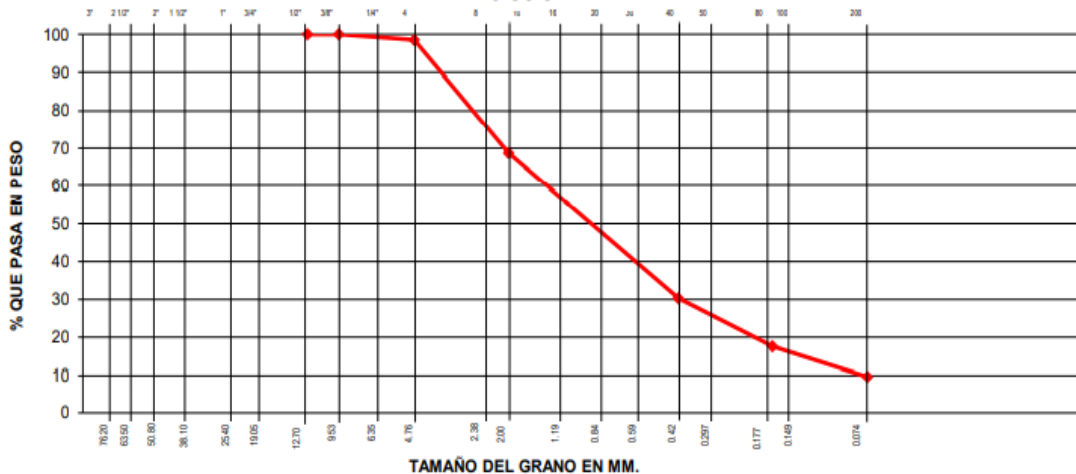
### DATOS DE LA MUESTRA

<b>MUESTRA</b>	: M-02
----------------	--------

### DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	9.0	1.5	1.5	98.5	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	178.9	29.8	31.3	68.7	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	230.3	38.4	69.7	30.3	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	75.7	12.6	82.3	17.7	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	48.2	8.0	90.4	9.7	
PAN		57.9	9.7	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

### MALLAS US STANDARD





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

<b>PROYECTO</b>	"Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	
<b>UBICACIÓN</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>MATERIAL</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b> : Marzo 2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-03

### DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	<b>PESO TOTAL</b> : 600.0 gr
1/4"	6.350					
Nº 4	4.760	8.2	1.4	1.4	98.6	
Nº 8	2.380					
Nº 10	2.000	173.5	28.9	30.3	69.7	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.590					
Nº 40	0.420	232.1	38.7	69.0	31.0	
Nº 50	0.297					
Nº 80	0.177	76.6	12.8	81.7	18.3	
Nº 100	0.149					
Nº 200	0.074	48.3	8.1	89.8	10.2	
PAN		61.3	10.2	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

### MALLAS US STANDARD





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

<b>PROYECTO</b>	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	
<b>UBICACIÓN</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>MATERIAL</b>	: Arena Zarandeada	<b>RESP. LAB. :</b> S.B.F.
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>TEC. LAB. :</b> C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA :</b> Marzo 2022

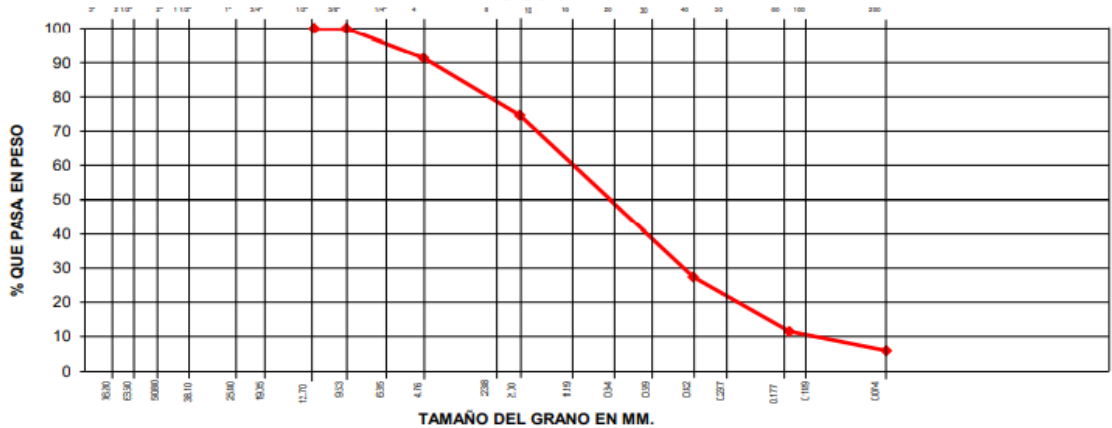
### DATOS DE LA MUESTRA

<b>MUESTRA</b>	: M-01
----------------	--------

### DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					8.6%
3/4"	19.050					91.4%
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	68.5	8.6	8.6	91.4	PESO TOTAL : 800.0 gr
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	134.2	16.8	25.3	74.7	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	378.0	47.3	72.6	27.4	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	127.4	15.9	88.5	11.5	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	45.0	5.6	94.1	5.9	
PAN		46.9	5.9	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

### MALLAS US STANDARD



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Facebook icon: Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

WhatsApp icon: 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

<b>PROYECTO</b>	"Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".		
<b>UBICACIÓN</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	: Arena Zarandeada	<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.
<b>CANTERA</b>	: Tres Tornas (Charcadora Piedra Azul)	<b>TEC. LAB.</b>	: C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b>	: Marzo 2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-02

### DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.350					
Nº 4	4.760	75.8	9.5	9.5	90.5	
Nº 8	2.380					
Nº 10	2.000	134.5	16.8	26.3	73.7	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.590					
Nº 40	0.420	362.0	45.3	71.5	28.5	
Nº 50	0.297					
Nº 80	0.177	136.0	17.0	88.5	11.5	
Nº 100	0.149					
Nº 200	0.074	45.6	5.7	94.2	5.8	
PAN		46.1	5.8	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

### MALLAS US STANDARD



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

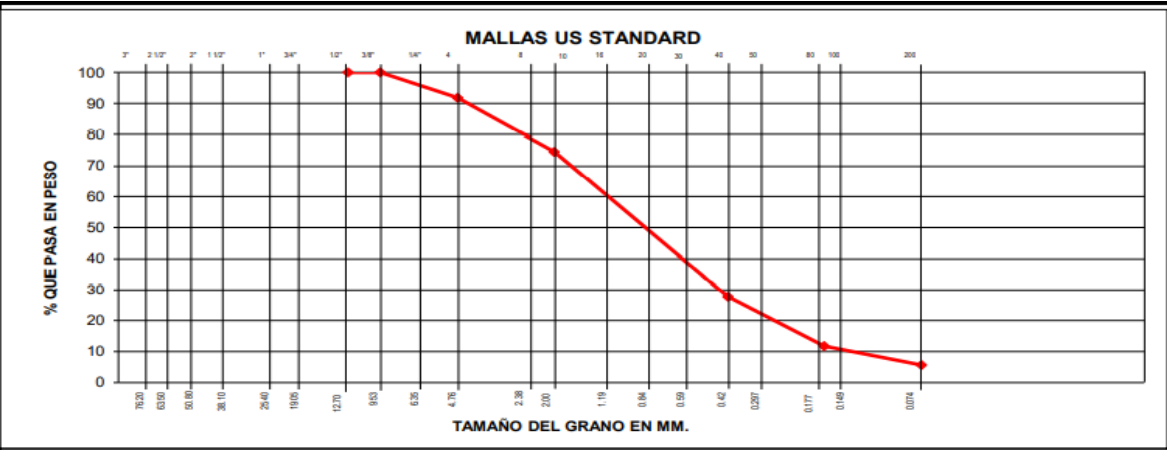
<b>PROYECTO</b>	: "Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Asfáltica Adicionando Fibras de Bagazo, Lambayeque".	
<b>UBICACIÓN</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>MATERIAL</b>	: Arena Zarandeada	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Chancadora Piedra Azul)	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Franco Stefano Carrasco Collantes	<b>FECHA</b> : Marzo 2022

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>MUESTRA</b>	: M-03
----------------	--------

### DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.350					
<b>N° 4</b>	<b>4.760</b>	<b>65.6</b>	<b>8.2</b>	<b>8.2</b>	<b>91.8</b>	
N° 8	2.380					
<b>N° 10</b>	<b>2.000</b>	<b>137.4</b>	<b>17.2</b>	<b>25.4</b>	<b>74.6</b>	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
<b>N° 40</b>	<b>0.420</b>	<b>375.8</b>	<b>47.0</b>	<b>72.4</b>	<b>27.7</b>	
N° 50	0.297					
<b>N° 80</b>	<b>0.177</b>	<b>126.9</b>	<b>15.9</b>	<b>88.2</b>	<b>11.8</b>	
N° 100	0.149					
<b>N° 200</b>	<b>0.074</b>	<b>49.0</b>	<b>6.1</b>	<b>94.3</b>	<b>5.7</b>	
PAN		<b>45.3</b>	<b>5.7</b>	<b>100.0</b>	<b>0.0</b>	
TOTAL						
% PERDIDA						



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL

MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL EN CALIENTE

Partida

Materiales	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
CEMENTO ASFALTICO 60/70	Gln		1	8	8.00
FILLER	Kg		0.67	12.15	8.14
PETROLEO	Gln		5.8	12.8	74.24
ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	Kg		0.5	16.9	8.45
GRAVA CHANCADA	m3		0.4	55	22.00
ARENA CHANCADA	m3		0.25	60	15.00
ARENA ZARANDEADA	m3		0.335	60	20.10
S/					155.93

Partida

PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE

Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
OPERARIO	hh	1	0.0325	19.23	0.62
PEON	hh	6	0.1951	14.33	2.80
CAPATAZ	hh	1	0.0325	26.83	0.87
BONIFICACION POR TRABAJO A ALTAS TEMPERATURAS	hh	8	0.2602	0.44	0.11
S/					4.41

Equipos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	4.41	22.04
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 135 HP 9.26 Ton	hm	1	0.0325	133.99	4.35
RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111-130 HP 9-11 Ton	hm	1	0.0325	128.13	4.16
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP 10-16'	hm	1	0.0325	132.31	4.30
S/					34.86

Materiales	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL EN CALIENTE	m3		1.3	155.93	202.71
S/					202.71

Costo unitario por m3 241.97



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS MEZCLA ASFALTICA CON FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR 0.5%  
 MEZCLA ASFALTICA CON ADICION DE FIBRA DE BAGAZO  
 0.5%

Partida

Materiales	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
CEMENTO ASFALTICO 60/70	Gln		1	8	8.00
FILLER	Kg		0.67	12.15	8.14
PETROLEO	Gln		5.8	12.8	74.24
FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	Kg		5	0.66	3.30
ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	Kg		0.5	16.9	8.45
GRAVA CHANCADA	m3		0.4	55	22.00
ARENA CHANCADA	m3		0.25	60	15.00
ARENA ZARANDEADA	m3		0.335	60	20.10
S/					159.23

Partida

PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE

Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
OPERARIO	hh	1	0.0325	19.23	0.62
PEON	hh	6	0.1951	14.33	2.80
CAPATAZ	hh	1	0.0325	26.83	0.87
BONIFICACION POR TRABAJO A ALTAS TEMPERATURAS	hh	8	0.2602	0.44	0.11
S/					4.41

Equipos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	4.41	22.04
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 135 HP 9.26 Ton	hm	1	0.0325	133.99	4.35
RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111-130 HP 9-11 Ton	hm	1	0.0325	128.13	4.16
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP 10-16'	hm	1	0.0325	132.31	4.30
S/					34.86

Materiales	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
MEZCLA ASFALTICA CON ADICION DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR 0.5% EN CALIENTE	m3		1.3	159.23	207.00
S/					207.00

Costo unitario por m3 S/246.26



### REPORTE DE ANÁLISIS N° 122 - FIQIA

1. DATOS DE CLIENTE : CARRASCO COLLANTES FRANCO STEFANO  
2. PROYECTO DE TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO FIBRAS DE BAGAZO, LAMBAYEQUE 2020.

#### 3. DATOS DE LA MUESTRA

- Número de muestras : 1
- Nombre de la muestra : FIBRA DE BAGAZO (FB)
- Fecha de muestreo : 18-10-2024

#### 4. RESULTADOS DE ANÁLISIS

PARÁMETRO (mg/kg)	LCM*	FB (mg/kg)
Plata - Ag	0.019	<LCM
Aluminio - Al	0.023	7452.1289
Arsénico - As	0.005	<LCM
Boro - B	0.026	29.9352
Bario - Ba	0.004	47.5687
Berilio - Be	0.003	<LCM
Bismuto - Bi	0.016	<LCM
Calcio - Ca	0.124	12897.5288
Cadmio - Cd	0.002	0.4345
Cerio - Ce	0.004	14.5547
Cobalto - Co	0.002	1.0987
Cromo - Cr	0.003	2.4577
Cobre - Cu	0.018	39.8577
Hierro - Fe	0.023	4036.3502
Potasio - K	0.051	4788.2019
Litio - Li	0.005	2.5447
Magnesio - Mg	0.019	2058.0244
Manganeso - Mn	0.003	104.5563
Molibdeno - Mo	0.002	0.5645
Sodio - Na	0.026	1455.2219
Níquel - Ni	0.006	2.4550
Fósforo - P	0.024	2556.6545
Plomo - Pb	0.004	14.9978
Azufre - S	0.091	445.1167
Antimonio - Sb	0.005	<LCM
Selenio - Se	0.007	<LCM



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**  
**LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS TÉCNICOS**



Silicio - Si	0.104	1655.3318
Estaño - Sn	0.007	<LCM
Estroncio - Sr	0.003	55.4578
Titanio - Ti	0.004	149.2
Talio - Tl	0.003	<LCM
Uranio - U	0.004	<LCM
Vanadio - V	0.004	10.2654
Zinc - Zn	0.018	14.5698
Mercurio - Hg	0.003	<LCM

\*LCM Límite Cuantificable Mínimo)

**METODOLOGÍA EPA 200.7**

**5. ALCANCE**

- La muestra de bagazo fue previamente secada, reducida y tamizada; posteriormente tratada por digestión ácida, para luego ser leídas en el ICP para análisis de metales.

<b>Firma</b>		<b>Firma</b>	 Cristian David Visconde Beltrán INGENIERO QUÍMICO REG. CIP. 111172
<b>Analista</b>	<b>Marilyn Catherine Quinteros Vilchez</b>	<b>V°B°</b>	<b>Ing. Cristian David Visconde Beltrán</b>
<b>Fecha de Reporte</b>		<b>24 de octubre del 2024</b>	