



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021.

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Rivera Palacios Abel (ORCID: 0000-0002-0760-2800)

Tocto Tomapasca Santos Raul (ORCID: 0000-0002-7179-4819)

**ASESOR:**

Mg. Diaz Huiza Luis Humberto (ORCID: 0000-0003-1304-5008)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**CHICLAYO-PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Esta tesis la dedico a todos mis seres queridos que me brindaron su apoyo incondicional especial mente a mi madre que fue mi fuerza y motivo para poder terminar mi carrera profesional, así como también a mi hijo Patrick por ser el motivo de inspiración en cada momento de desaliento durante el proceso de mis estudios.

A Dios por darme la vida, salud e inteligencia y derramar siempre su bendición en mi persona como hijo y creyente suyo.

A Dios, por permitirme llegar hasta la etapa final de esta hermosa travesía, además de su perdurable misericordia y amor.

A mis padres por apoyarme en todo momento, por sus exhortaciones que han contribuido para llegar a ser una persona con valores y de bien, pero más que nada por su amor infinito.

A mis hermanos quienes, con su cariño, alegría y unión vigorizan mi camino y me impulsan para seguir adelante.

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradecer a Dios por permitirme gozar de vida y salud. Así como también a mis padres por brindarme su apoyo económico, a mis docentes por brindarme sus conocimientos necesarios para poder formarme como un buen profesional.

A Dios por guiar e iluminar cada paso que he dado en mi vida, a mí familia que son el motor que impulsan mi vida para cada día ser mejor persona.

Al Mg. Díaz Huiza Luis Humberto quien con su orientación y apoyo contribuyó para la culminación del presente trabajo. A todos que de una u otra manera aportaron a la realización de esta investigación.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iv
Índice de contenidos .....	v
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras .....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2. Variables y operacionalización .....	15
3.3. Población, muestra y muestreo. ....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	18
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Método de análisis de datos. ....	21
3.7. Aspectos éticos .....	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN.....	45
VI. CONCLUSIONES.....	48
VII. RECOMENDACIONES .....	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS .....	55

## Índice de tablas

Tabla 1. Ensayo para los agregados gruesos. ....	12
Tabla 2. Agregados finos.....	13
Tabla 3. Requisitos para la mezcla.....	13
Tabla 4. Descripción de la cantidad de la muestra patrona utilizar. ....	16
Tabla 5. Detallado de la cantidad de muestra modificada. ....	17
Tabla 6. Resultado del ensayo del agregado grueso. ....	23
Tabla 7. Resultado del ensayo del agregado fino. ....	23
Tabla 8. Límites de la granulometría para el diseño de mezcla asfáltica. ....	24
Tabla 9. Resultado de la combinación de la mezcla asfáltica. ....	24
Tabla 10.Resultado de los parámetros de diseño con % de asfalto.....	26
Tabla 11.Resultados de los parámetros de diseño convencional.....	27
Tabla 12.Granulometría del caucho. ....	28
Tabla 13.Resultados de la mezcla con polvo de caucho (0.5 y 1 %). ....	30
Tabla 14.Resultado de la mezcla con polvo de caucho (1.5 y 2 %). ....	31
Tabla 15.Resultado del ensayo a la resistencia a la inmersión – compresión de la mezcla convencional y modificada. ....	34
Tabla 16.Resultados de vacíos con aire de las mezclas asfálticas. ....	35
Tabla 17.Resultados de vacíos en el agregado mineral (VMA).....	36
Tabla 18.Resultado de indicadores del ensayo de la resistencia a la inmersión- compresión de las mezclas asfálticas. ....	38
Tabla 19.Evaluación de t Student para el parámetro de diseño estabilidad de la mezcla convencional y modificada. ....	40
Tabla 20. Calculo estadístico con la t Student del valor crítico y la probabilidad de la distribución t.....	41
Tabla 21 Calculo estadístico con la t Student del valor crítico y la probabilidad de la distribución t Studen en Excel para el.....	42
Tabla 22 Calculo estadístico con la t Student del valor crítico.....	43

## Índice de figuras

Figura 1.Estructura de un pavimento flexible. ....	9
Figura 2.Caucho triturado de neumáticos para mezclas bituminosas. ....	10
Figura 3.proceso de fabricación de asfalto modificado. ....	12
Figura 4.Diseño experimental, pre test y post test.....	14
Figura 5.Fotografías en la planta tres tomas (corporación asfalpaca S.A.C.). ....	19
Figura 6.Fotografía de la trituradora de caucho .....	20
Figura 7.Fotografía de la granulometría de los agregados.....	22
Figura 8. Fotografía sobre el mezclado y compactado briquetas convencional....	25
Figura 9.Variación del peso unitario y flujo referente al % de asfalto. ....	26
Figura 10.Verificación de vacíos y VAM referente al % de asfalto. ....	26
Figura 11.Variación de la estabilidad referente al % de asfalto.....	27
Figura 12.Mezcla del caucho, agregado y asfalto .....	29
Figura 13.Compactado de briquetas. ....	29
Figura 14.Briquetas con polvo de caucho. ....	30
Figura 15.Compactación de briquetas por compresión .....	32
Figura 16.Briquetas moldeadas para el ensayo de inmersión-compresión. ....	33
Figura 17.Barras comparativas del porcentaje de vacíos de la mezcla convencional y la mezcla modificada con 0.5% de caucho. ....	35
Figura 18.Barras de comparación del porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VMA). ....	36
Figura 19.Barras comparativas de los índices de resistencia retenida del ensayo de inmersión-compresión de la mezcla convencional y modificada. ....	38

## RESUMEN

La presente investigación se enfocó en las obras de infraestructuras viales, ya que en la actualidad requieren mantenimiento regular para que se encuentren en buen estado, como objetivo que pretende esta investigación es determinar la influencia del polvo de caucho de neumáticos en mezclas asfálticas para una pavimentación y cuáles serían los efectos que produce al incorporarle el caucho con referencia a la muestra convencional.

Se desarrolló una investigación con método científico, con enfoque cuantitativo, y experimental debido que en este caso se manipulara una de las variables y observar su efecto que tendrá en la otra variable, y la población para esta investigación será de 60 briquetas moldeadas con la mezcla asfáltica para una pavimentación, se basara de acuerdo al manual técnico de carreteras debido a que se empleara el ensayo de Marshall, y el ensayo de inmersión-compresión.

Los resultados que se logró obtener muestran una buena influencia del polvo de caucho en la mezcla asfáltica ya que ayudan a mejorar su comportamiento mecánico presentando una mayor resistencia a las deformaciones, una mayor resistencia al ahuellamiento debido a que sus parámetros de diseño tienen a aumentar con la incorporación de polvo de caucho con referente a la mezcla convencional.

**Palabras clave:** Influencia, polvo, caucho, neumáticos, pavimentación.



## ABSTRACT

The present investigation focused on road infrastructure works, since they currently require regular maintenance so that they are in good condition, the objective of this investigation is to determine the influence of tire rubber powder in asphalt mixtures for paving. and what would be the effects produced by incorporating the rubber with reference to the conventional sample.

An investigation was developed with a scientific method, with a quantitative and experimental approach, because in this case one of the variables will be manipulated and its effect on the other variable will be observed, and the population for this investigation will be 60 briquettes molded with the mixture asphalt for a paving, will be based according to the road technical manual because the Marshall test and the immersion-compression test will be used.

The results that were obtained show a good influence of the rubber powder in the asphalt mixture since they help to improve its mechanical behavior, presenting a greater resistance to deformations, a greater resistance to rutting due to the fact that its design parameters tend to increase with the incorporation of rubber powder with reference to the conventional mixture.

**Keywords:** Influence, dust, rubber, tires, paving.

## I. INTRODUCCIÓN

Las obras de infraestructura vial hoy en la actualidad requieren de un mantenimiento regular para que se encuentren en buen estado, ya que deben brindar buenos servicios a la comunidad, generando con esto gastos innecesarios para las entidades que lo administran. Hay que mencionar también que a nivel mundial las vías pavimentadas generalmente sufren fallas estructurales y superficiales disminuyendo así su vida útil y afectando directamente a la población y el tránsito vehicular. Cabe recalcar que las fallas de los pavimentos no solo tienen que ver por la forma de ejecutarlas o administrativas sino también por agentes del medio ambiente a los que se exponen. Por otro lado, y de suma importancia que influye mucho en la estructura y el periodo de vida útil que llegue a alcanzar el pavimento es el tipo de suelo en donde se ejecutara el proyecto, así que si no se realiza un correcto estudio de suelo como la norma lo indica no obtendremos una muestra adecuada afectando la estructura y reduciendo su vida proyectada.

Además, en nuestra ciudad de Chiclayo las mezclas asfálticas comúnmente utilizadas en este rubro tienden a envejecer muy rápido frente a los cambios climáticos que la naturaleza nos trae por su falta de consistencia permitiendo así fisuramiento por fatiga y ahuellamiento debido a las cargas que a las que se exponen en la rutina diaria. Con respecto a la Av. Los Incas en la ciudad de Chiclayo distrito la Victoria se conoce que el tramo desde la Av. Chinchaysuyo hasta la Vía de Evitamiento se inauguró en el año 2017 y hasta la fecha de hoy cuenta ya con 4 años de vida útil pero el cual se puede observar que la superficie de esta vía pavimentada se encuentra en un estado regular encontrándose en su carpeta asfáltica algunas fallas por el deterioro. Actualmente podemos observar también que la carpeta asfáltica tiene fallas por pérdida de fricción ocasionando así una mala transitabilidad generando congestión vehicular y retraso en el traslado de los usuarios.

Así mismo otro de los factores fundamentales por la que atraviesa nuestra ciudad y país son la contaminación ambiental y uno de ellos son los residuos sólidos provenientes de los neumáticos usadas en los vehículos que no tienen un buen uso y manejo adecuado. Es por ello que en la ingeniería se está optando por la búsqueda de adecuar este tipo de material para mejorar e implementar una buena

mezcla para el pavimento de nuestras vías y carreteras y así reducir la contaminación.

Por lo tanto, se plantea el **problema general** siguiente:

- ¿En qué medida influye el polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021?

Destacando como **problemas específicos** los siguientes:

- ¿Cuál es el comportamiento mecánico de las mezclas asfálticas a las cuales se les ha incorporado polvo de caucho de neumáticos para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021?
- ¿Qué influencia tiene en la resistencia a la inmersión-compresión el polvo de caucho incorporando al 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021?
- ¿La adición del polvo de caucho en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021 reducirán la deformabilidad?

### **Justificación del estudio.**

Actualmente en España, Italia y otros países ya existe experiencia en el uso de mezclas bituminosas mezcladas con polvo de caucho, pero en nuestro País casi no hay experiencia con la utilización del caucho en polvo en mezclas asfálticas. Este tipo de mezcla asfáltica ayuda a mejorar las propiedades mecánicas, así como también ayudan a aumentar su durabilidad en comparación con las mezclas asfálticas tradicionales utilizadas para pavimentar carreteras en nuestra ciudad.

### **Justifica teórica**

Al introducirle polvo de caucho al proceso de preparación de la mezcla asfáltica ayudara no solo a mejorar la durabilidad sino también reducirá la aparición de fisuras, por eso este proyecto no solo estará basado en investigaciones realizados sino también en la normativa ASTM D-6114-97 quien nos detalla sus requisitos requeridos para los asfaltos que sean modificados.

### **Justificación práctica**

El fin que tendrá este trabajo de investigación será aportar en la mejorar de las fallas prematuras que sufren los pavimentos convencionales, aplicando nuevas técnicas con nuevos materiales para mejorar las propiedades mecánicas del asfalto, así mismo demostrar que con un buen análisis de diseño y agregando el componente de polvo de caucho de neumáticos al proceso, juntamente con el uso respectivo del reglamento que tenemos lograremos minimizar las fallas superficiales en el pavimento.

### **Justificación metodológica**

El presente proyecto contará con método científico a nivel experimental en todo este estudio con el fin de conocer y comprender la influencia mecánica que tendrá el caucho en polvo proveniente de llantas fuera de uso para una pavimentación.

### **Justificación económica.**

El uso del caucho y asfalto para mezcla asfáltica generara que a largo plazo se logre ahorrar dinero debido a que los pavimentos construidos con este material serán más duraderos que los convencionales permitiendo mantener vías transitables y ahorrando los gastos de mantenimiento.

Por lo tanto, se plantea el siguiente **objetivo general**:

- Determinar la influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021.

Como **objetivos específicos** serán:

- Determinar el comportamiento mecánico de las mezclas asfálticas a las cuales se les ha incorporado polvo de caucho de neumáticos para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021.
- Comprobar la influencia en la resistencia a la comprensión-inmersión del polvo de caucho incorporando 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021.

- Determinar la deformabilidad de la mezcla asfáltica al adicionar polvo de caucho para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021.

En tal razón formulamos la siguiente **hipótesis general** que expresa:

- El polvo del caucho de neumático influye positivamente en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021.

Así mismo como **hipótesis específica** se formula lo siguiente:

- El comportamiento mecánico tendrá mejores resultados al incorporarle polvo de caucho de neumáticos a la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021.
- La influencia en la resistencia a la inmersión-comprensión será positiva incrementando su valor al incorporarle el polvo de caucho en las proporciones 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021.
- La deformabilidad de la mezcla asfáltica reducirá con la incorporación del polvo de caucho.

## **II.MARCO TEÓRICO**

Para reforzar esta investigación referente a la Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021, presentaremos los siguientes antecedentes para mejorar la veracidad y argumentación de nuestro tema de investigación.

### **2.1. Internacional**

(Salamanca. 2018) en su tesis “Estudio comparativo del comportamiento de la mezcla asfáltica con incorporación de polvo de caucho nacional, mediante vía seca, versus mezcla con asfalto modificado con polímeros y asfalto multigrado. Tramo de prueba: Catapilco – La Laguna.” Donde planteo como objetivo general comparar sus propiedades entre una mezcla modificada con caucho, con una mezcla modificada con polímero y una mezcla de asfalto multigrado por medio de la evaluación de sus características brindadas por ensayos. Realizó ensayos de laboratorio. El diseño que se empleo fue experimental y los instrumentos usados fueron el análisis documentario del checklist. Concluyendo que la mezcla con polvo de caucho es dos veces más rígida que las otras mezclas.

Se puede rescatar de la investigación que al final la mezcla asfáltica con polvo de caucho es dos veces más rígida que las demás, sino que también el comportamiento a fatiga es superior al asfalto tradicional y sus costos son más reducidos ya que su componente principal proviene de neumáticos de vehículos en desuso permitiendo así incluso cuidar el medio ambiente.

En la misma línea (Vega, D. 2016) en su trabajo experimental para obtener su título profesional de ingeniero civil. “Análisis del comportamiento a comprensión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico” en su investigación preciso el objetivo general evaluar el asfalto mejorado con caucho reciclado para conocer su comportamiento a compresión. El diseño empleado fue experimental, cuya muestra fue la misma mezcla asfáltica. Los instrumentos fueron el análisis documentario del checklist. En la que concluyo que la mezcla modificándola con caucho es más resistente que una tradicional.

En esta investigación se puede resaltar que al agregar caucho a la mezcla asfáltica ayuda a mejorar sus características mecánicas, ya que en ellas se aprecia que la estabilidad mejora, además que el flujo de vacíos cumple cuando la mezcla tiene el 0.75% de caucho.

Para (Castro y Días, 2017), en su trabajo de investigación para titularse como ingeniero, "Implementación del polvo de caucho reciclado (PCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá" planteo como objetivo general identificar las ventajas y desventajas de uso del caucho reciclado en polvo como mejoramiento de una mezcla asfáltica para un pavimento flexible. Concluyendo que el polvo de caucho en la mezcla asfáltica, disminuirá los problemas por ahuellamiento debido a que este reduce los vacíos de aire en la mezcla. Pero tiene como desventaja que para ello tiene que aumentar la energía al momento del proceso de compactación.

## **2.2. Nacional:**

Encontramos trabajos de investigación que aportan a la ingeniería con el uso de caucho en pavimentaciones con el fin de mejorar su calidad. Entre ellos tenemos a (Portocarrero, M. 2019) en su tesis "Influencia del caucho reciclado en la mezcla asfáltica en frío para el uso en el parchado de la carpeta asfáltica" tuvo como objetivo determinar la influencia que tiene caucho reciclado en una mezcla en frío. El diseño que empleo fue experimental cuya población y muestra es la misma mezcla asfáltica. Los instrumentos usados son el análisis documentario checklist. En esta investigación se llegó a la conclusión que al agregarle caucho a la mezcla se mejora las propiedades mecánicas.

De la investigación podemos apreciar que mejorar la mezcla asfáltica con caucho tiene buenos resultados no solo porque se llega a mejorar sus propiedades mecánicas, sino que el autor también llegó a determinar su porcentaje óptimo necesario de caucho reciclado que se requiere para poder lograr una fluencia adecuada y es de 3.5% permitiendo obtener una buena estabilidad.

En la misma línea (Ubidia, L. 2019) en su tesis "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 ciudad de Tarapoto San Martín". Tuvo como

objetivo diseñar un pavimento flexible utilizando polvo de caucho reciclado con el fin de reducir las fisuras generadas. El diseño empleado fue experimental y la muestra y población que empleo es la misma mezcla asfáltica. Utilizando el análisis documentario del checklist como instrumento. Concluyendo que a valores altos de estabilidad se mejora su desempeño por fatiga y ahuellamiento y que es factible utilizar polvo de caucho.

En consecuencia, en el trabajo de investigación se obtuvo también un diseño de mezcla con polvo de caucho en la que se pudo apreciar que al aplicar caucho se mejora las propiedades mecánicas, además que la estabilidad de MARSHALL es mayor al adicionar 0.45% con respecto de las demás muestras.

Así mismo (Flores, J. 2018) con su tesis “comportamiento mecánico de mezclas asfálticas incorporando caucho por vía húmeda, avenida Perú, Callao, 2018” en su trabajo de investigación se planteó como objetivo general determinar el comportamiento mecánico de la mezcla bituminosa agregándole polvo de caucho a la mezcla por vía húmeda. Utilizando el método experimental para su diseño y la misma mezcla como población y muestra. Como instrumentó utilizo el análisis documentario del checklist. Concluyendo que una mezcla modifica con el 5% de tienen mejor comportamiento mecánico debido a que mejora sus parámetros de diseño según la norma MTC.

### **2.3. Teorías relacionadas con el tema**

Para continuar con la argumentación de nuestra investigación mostramos ciertas definiciones e información que ayudaran a la comprensión de este trabajo de investigación que estamos presentando. Cabe rescatar que en los tiempos muchos investigadores han creado diversos tipos de modificaciones de asfaltos con caucho y otros agregados para lograr su resistencia a la deformación de los factores a los que se impone climatológicamente y del tránsito.

#### **Mezcla asfáltica**

(RODRÍGUEZ, 2014) Las mezclas asfálticas es la unión de agregados pétreos con un ligante hidrocarbonato, hasta que estos quedan cubiertos en su totalidad por una capa uniforme. La mezcla en su constitución está conformada la mayor parte



como agregado grueso y fino, y cuenta con un 5% de polvo mineral y necesariamente un 5% de ligante asfáltico.

(Salamanca, 2018) define que la mezcla asfáltica es un material visco elástico, que permite que sus recuperaciones sean instantáneas, ya que esta propensa a deformaciones permanentes. Efectivamente la mezcla asfáltica debe tener suficiente tensión para resistir los daños que sufrirá el asfalto con muchas cargas a las que se someterá y así prevenir agrietamientos por fatiga. A todo esto, es que (Granados, 2017) en su tesis argumenta que para analizar el desempeño de la mezcla asfáltica en la estructura del pavimento se debe enfocar en sus cuatro características que tiene: densidad de la mezcla, vacíos de aire vacíos de agregado mineral y contenido de asfalto.

En cuanto a la mezcla asfáltica, existen varios tipos de teorías con su conceptualización que nos dan a entender y conocer que es un material necesariamente importante en una pavimentación. Pero que conlleva a que debe ser estudiada y analizada correctamente de acuerdo a las características que contiene.

Del mismo modo (Flores, 2018) sintetiza que las mezclas asfálticas presentan condiciones en cuanto a resistencia en deformación y fisuramiento disminuyendo su durabilidad cuando no son modificadas debido a que dos factores fundamentales: el clima y el pesado tráfico. Con respecto al desempeño y la durabilidad de un pavimento depende mucho de la mezcla asfáltica que se use y sus principales materiales que lo conforman ya que su comportamiento mecánico dependerá mucho de ello por tal razón es imprescindible dejar a un lado sus análisis por medio de los ensayos, para así asegurar una mejor calidad y brindar seguridad que tendrá más durabilidad a largo plazo. En este sentido (Gómez, 2019) define a las mezclas asfálticas como la unión de un agregado y un ligante en las cuales sus proporciones han sido ya definidas, y que estas pueden producirse en caliente, semicaliente o también en tibio o frío.

Para la etapa de evaluación mediante los ensayos para así lograr saber si la mezcla tiene óptimas condiciones se tienen que realizar análisis que están reglamentados en las normas, es por ello que según los resultados encontrados en nuestra

investigación rescatamos los ensayos más importantes que se aplicaran a los materiales que conforman dicha mezcla.

Del mismo modo (Martínez, et al. 2018) en su artículo de investigación considero las siguientes pruebas: la prueba Marshall Mix Design, Prensa compactadora rotativa, determinación del comportamiento a la fatiga, determinación del módulo dinámico, resistencia a la deformación. Con el fin de conocer sus características mecánicas del diseño de la mezcla.

## Pavimento

Otro de las definiciones importantes que debemos conocer es a que nos referimos cuando hablamos de pavimento, por tal razón el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013) nos refiere que está compuesto por diferentes capas construidas sobre una calzada con el fin de sostener las fuerzas generadas por los automóviles, y optimizar la situación del tráfico, que consta de una estructura continua: subrasante, sub base, base, capa de rodadura, suelo compactado y drenaje

Figura 1. Estructura de un pavimento flexible.



Fuente: Manual de carretera especificaciones técnicas. 2013.

## Polvo de caucho

Es un material proveniente de la trituración de neumáticos en desuso de vehículos de transporte y está compuesto de caucho natural y materiales sintéticos vulcanizados provenientes de la trituración y separación de partículas de llantas fuera de uso, el tamaño considerado para el polvo de caucho debe ser menor a 1.5 mm para que no exista ningún inconveniente en la mezcla asfalto y caucho (Ubidia, 2018).

Figura 2. Caucho triturado de neumáticos para mezclas bituminosas.



Fuente: Manual de carretera especificaciones técnicas, 2013.

### **Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica**

La mezcla asfáltica consiste en una masa heterogénea con buena trabajabilidad compuesta por agregados, asfalto, aire y en algunos casos de aditivos, estas mezclas bituminosas tradicionales presentan ciertas atribuciones mecánicas no solo a la resistencia sino también a la deformación y fisuramiento que se ve reflejado en la durabilidad y los principales factores que intervienen son el tráfico, el clima extremo y las elevadas cargas por eje (Flores, 2018).

Las mezclas asfálticas tradicionales se pueden modificar por dos formas: por vía húmeda como por vía seca, ambas se basan en el mismo objetivo mejorar las propiedades de la mezcla asfáltica y permitir una vida útil más duradera, siendo posibles soluciones requeridas frente a las grandes limitaciones de las tradicionales (Rondón y Reyes, 2015)

## **Deformación**

Las deformaciones suelen darse en las mezclas asfálticas debido a diferentes factores después de haberse puesto en servicio, principalmente se dan por el tráfico y el clima, para lograr determinar las deformaciones se usan los parámetros llamados estabilidad y flujo. Estas deformaciones se producen como un flujo parecido a las huellas por el reacondicionamiento de los materiales pétreos (Flores, 2018).

## **Estabilidad**

Es la capacidad de resistir las deformaciones ocasionadas por las cargas del tránsito, esta estabilidad depende de la cohesión que resulta de la capacidad ligante de un asfalto y la fricción interna que tiene que ver con las características de los agregados en su forma y textura (Granados, 2017).

## **Resistencia a la inmersión-compresión**

Esta es una propiedad de la mezcla asfáltica que se puede evaluar mediante ensayos a la compresión y está basado en someter briquetas a cargas axiales para obtener ese valor de fuerza mediante el instante que falla o se rompe para luego dividir dicho valor entre su área de la biqueta sienta está el valor de la resistencia (Flores, 2018).

## **Asfalto**

En el mismo sentido es importante definir una de los materiales fundamentales que conforman la mezcla asfáltica que viene a ser el asfalto, en el cual (Godoy, N. 2020) define como un material estable marrón o negro oscuro compuesto de productos bituminoso naturalmente encontrados en el medio ambiente, o también material obtenido por el procesamiento del petróleo usados en un pavimento con el fin de impartir cohesión y flexibilidad a la mezcla y a la vez para juntar partículas de áridos. Así mismo refiere que las mezclas modificadas son menos susceptibles a las altas y bajas temperaturas logrando que las carreteras con este tipo de mezcla se fatiguen menos que una con los materiales convencionales.

A continuación, mostramos una imagen en la consiste el procesamiento de una mezcla modificada tanto por vía húmeda como vía seca.

Figura 3. proceso de fabricación de asfalto modificado.



Fuente: Manual de carretera especificaciones técnicas, 2013.

Con respecto a los ensayos que se deben realizar, en primer lugar, debemos conocer que la mezcla asfáltica está conformada de agregados y el asfalto en la cual estos componentes de dicha mezcla deben ser escogidos y a la vez analizados de forma independiente para luego evaluarlos como un todo.

Según el (manual de carreteras especificaciones técnicas, 2013) expresa que se deben realizar ensayos a los agregados para verificar su calidad, resistencia y durabilidad, considerando las normas peruanas como el, ASTM Y EL AASHTO. Estas evaluaciones para realizar son:

Tabla 1. Ensayo para los agregados gruesos.

Ensayo	Norma
Análisis granulométrico.	A.S.T.M D-422, M.T.C E 204.
Durabilidad al sulfato de magnesio.	A.STM C-88, M.T.C E 209.
Abrasión los ángeles.	A.S.T.M C-131, M.T.C E 207.
Adherencia.	A.S.T.M D-1664, M.T.C E 517, 519.
Índice de durabilidad.	A.S.T.M C-3744, M.T.C E 214.
Partículas chatas y alargadas.	A.S.T.M 4791.
Caras fracturadas.	A.S.T.M D-5821, M.T.C E 210
Sales Solubles totales.	M.T.C E 2019
Absorción.	A.S.T.M D-127, M.T.C E 206

Fuente: Manual de carretera especificaciones técnicas, 2013.

Y para los agregados finos también nos define los siguientes ensayos que se deben realizar con el mismo fin y objetivo.

Tabla 2. Agregados finos

<b>Ensayos</b>	<b>Norma</b>
Equivalente de arena.	A.S.TM D-2419, M.T.C E 114
Adhesividad. (riedel weber)	M.T.C E 220
Índice de plasticidad. (malla n° 40)	A.S.T.M D-4318, M.T.C E 211
Índice de durabilidad.	A.S.T.M C-3744, M.T.C E 214
Índice de plasticidad (malla n° 200)	M.T.C D- 4318, M.T.C E 211
Sales solubles totales.	M.T.C E 219
Absorción.	M.T.C E 205

Fuente: Manual de carretera especificaciones técnicas, 2013.

Concerniente a las pruebas que se realizaran en sí a la mezcla asfáltica la cual viene a ser la combinación del asfalto más los agregados, el (manual de carreteras especificaciones técnicas, 2013) nos indica los siguientes ensayos:

Tabla 3. Requisitos para la mezcla.

Parámetro de diseño.	Clases de mezcla.		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8.15 K.N	5.44 K.N	4.53KN
3. Flujo 0.01" (0.25mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (M.T.C E 505)	3-5	3-5	3-5
Inmersión-Compresión ("M.T.C E 518")			
1. Resistencia a la compresión Mpa min	2.1	2.1	1.4
2. Resistencia retenida % (min)	75	75	75
Relación de polvo- asfalto (2)	0.6-1.3	0.6-1.3	0.6-1.3
Relación de estabilidad/flujo (kg/cm) (3)		"1.700 – 4000"	
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283		"80" min	

Fuente: Manual de carretera especificaciones técnicas, 2013.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Este proyecto utilizara el método científico siguiendo con la finalidad de recolectar nuevas ideas y conocimientos por medio de técnicas. Además, porque se obtendrán datos de ensayos que se van a realizar a la mezcla asfáltica para comprobar la hipótesis planteada y así obtener mejores conocimientos.

**El tipo de enfoque** que tendrá será cuantitativo: debido a que seguirá una secuencia muy rigurosa con el fin de obtener datos que ayuden a comprobar hipótesis basado en valores numéricos que sirven de ayuda al análisis estadístico y así encontrar modelos para lograr comprobar teorías según. (Hernández, Fernández y Baptista. 2014).

**El tipo de investigación** de este proyecto será aplicada porque aplicará el conocimiento obtenido para ponerlo en práctica y obtener nuevos conocimientos. Según (Vargas, 2009) sintetiza que la investigación aplicada hace uso de los conocimientos obtenidos los pone en práctica basándose en la investigación para obtener nuevos conocimientos que aporten a la ciencia.

**El diseño de investigación** de este proyecto será experimental debido que en este caso se manipulará una de las variables y así observar su efecto que tendrá en la otra variable, tal como argumenta (Valderrama, 2002) el diseño experimental está basado en operar libremente una a más variables independientes con el fin de producir cambios en la variable dependiente.

Figura 4. Diseño experimental, pre test y post test.



Fuente: Elaboración propia

**Donde:**

PRE TEST= Mortero o briqueta con mezcla convencional.

X = Polvo de caucho de neumáticos.

POS TEST= Mortero o briqueta con polvo de caucho.

## **3.2. Variables y operacionalización**

### **3.2.1. Variables**

#### **Variable independiente:**

Según (Espinoza, F. 2019). Define que las variables independientes son aquellas que se manipulan por la persona que está investigando con el fin de explicar, describir o transformar el objeto de estudio.

Para este proyecto la variable independiente se considera:

- Polvo de caucho de neumáticos.

#### **Definición conceptual**

(Vega, 2016) El caucho en polvo es un material obtenido de la trituración de neumáticos en desuso que está compuesto de caucho natural y materiales sintéticos. Este es utilizado para la ingeniería en pavimentaciones en tamaño menores a 1.5 mm, con un contenido de partículas de menos de 0.063 que es inferior al 15%.

#### **Variable dependiente**

Según (Espinoza, F. 2019). Da a conocer que las Variables dependientes pueden ser modificadas por el acto de la variable independiente. También conforman los cambios o causas que dan como resultado de la investigación.

Variable dependiente es considerada:

- Mezcla asfáltica

#### **Definición conceptual**

(RODRÍGUEZ, 2014) Las mezclas asfálticas es la unión de agregados pétreos con un ligante hidrocarbonato, hasta que estos quedan cubiertos en su totalidad por una capa uniforme. La mezcla en su constitución está conformada la mayor parte como agregado grueso y fino, y cuenta con un 5% de polvo mineral y necesariamente un 5% de ligante asfáltico.

### **3.2.2. Operacionalización**

En el anexo 1 se encuentra la matriz de Operacionalización de variables.



### 3.3. Población, muestra y muestreo.

**Población:** (Arias, Villasis y Miranda, 2016) sintetiza como un conjunto de casos determinados, reducidos y accesibles que formarán un punto de referencia para la selección de la muestra y cumplirán una serie de criterios predeterminados. Es evidente dejar claro que la población de investigación, no se trata específicamente a humanos, sino que también puede referirse a animales, muestras biológicas, registros, centros médicos, objetos, hogares, organizaciones, etc.; para estos últimos similares los términos se utilizan como campos de investigación.

Nuestra población se considerada con referencia a nuestros objetivos de investigación, estando constituida por 60 briquetas; 24 briquetas usadas para muestra patrón y 36 briquetas con polvo de caucho para investigación.

**Muestra:** para (Tamayo, 2006) la muestra es definida como "un conjunto de procedimientos para analizar la repartición de determinadas características en una población, comenzando por observar una pequeña parte de la población considerada".

Con referente a las muestras para las briquetas con mezcla convencional se tiene la siguiente tabla especificando la cantidad que se utilizara en la mezcla convencional.

Tabla 4. Descripción de la cantidad de la muestra patrona utilizar.

Descripción	Muestra con % de asfalto					Verificación óptima	Total, de briquetas
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5		
Briquetas con mezcla convencional para Marshall	3	3	3	3	3	3	18
Briquetas para el ensayo de inmersión-compresión.						6	6
TOTAL, DE BRIQUETAS							24

Fuente: Elaborado propia

Para la investigación de las briquetas incorporando caucho a la mezcla asfáltica se utilizó las siguientes muestras, con las dimensiones del molde a utilizar: diámetro 4" (101.6mm) x 2 ½" (63.5mm) de altura, norma MTC E 504.

Tabla 5. Detallado de la cantidad de muestra modificada.

Descripción	Muestra de % de caucho en la mezcla asfáltica.				Subtotal
	0.5	1.0	1.5	2.0	
Briquetas para ensayo de Marshall	3	3	3	3	12
Briquetas para ensayo inmersión-compresión.	6	6	6	6	24
TOTAL, BRIQUETAS					36

Fuente: Elaborado propia

**Muestreo:**

La técnica se usa con el fin de obtener un subconjunto de una población usada en una investigación.

Según (Valderrama, 2002) el muestreo no probabilístico tiene un fin de tipo no intencionado donde el investigador se basa en su criterio e interés para realizar un estudio.

El muestreo usado en este proyecto es de tipo no probabilístico por conveniencia, ya que los elementos de análisis no serán de forma aleatoria, sino que se analizara de acuerdo a norma del manual técnico de carreteras (MTC 2013).

**Unidad de análisis:** las briquetas de la mezcla asfáltica tradicional y de mezcla asfáltica adicionando polvo de caucho procedente de neumáticos.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### **Técnicas:**

Las técnicas usadas en una investigación son los métodos que sirven para recaudar información aludida a un proyecto de investigación (Borja, 2016). Con el fin de recolectar datos para este proyecto usaremos la técnica de la **observación** que para (Alfaro, 2012) “la observación es una acción fundamental usado para conocer las características o propiedades de un suceso. Esta técnica servirá para recoger la información brindada por el laboratorio donde se realizó los ensayos correspondientes para conocer sus resultados practicados a los agregados pétreos y la mezcla tanto convencional y modificada con neumáticos reciclados según la norma ASTM.

#### **Instrumentos:**

Los instrumentos que se usarán la **ficha de investigación** compuesta por los ensayos del laboratorio serán las fichas estandarizadas por la norma ASTM, y el manual de ensayos que nos brinda el MTC:

- ASTM D-422 Análisis granulométrico.
- ASTM D-1664 Adherencia.
- ASTM D-2419 Equivalente de arena.
- MTC E 504 ensayo de Marshall.
- MTC E 518 ensayo de Inmersión-Comprensión.

### 3.5. Procedimientos

- ✓ Presentar una carta de presentación a la coordinación de escuela de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo, la misma que se presentara en el Centro de estudios del proyecto de investigación.
- ✓ Establecer los y horarios para recoger los datos que se usaran para la investigación.
- ✓ Disponer con la documentación de aceptación y consentimiento por parte de la Universidad hacia los participantes.
- ✓ Alistar y organizar el material adecuado que servirá para utilizarlo en la investigación.

- ✓ Argumentar la importancia y el motivo que tendrá la investigación.
- ✓ Aplicar los instrumentos que serán necesarios en el proyecto.
- ✓ Verificar la información.
- ✓ Filtrar información.
- ✓ Estructurar la información.
- ✓ Realizar el análisis estadístico.
- ✓ Tabulación de datos.

### **Selección de materiales.**

Del mismo modo para esta investigación se procedió a la recolección de los materiales necesarios para el estudio requerido utilizando agregados de la planta de asfalto Tres tomas (corporación Asfalpaca S.A.C.) ubicada en el distrito de Manuel Antonio Mesones Muro, de la Provincia Ferreñafe del Departamento de Lambayeque.

Una vez obtenidos los agregados se procedió a los ensayos requeridos por El Manual técnico de carreteras (MTC) para luego proceder al mezclado y poder llenar las briquetas.

Figura 5. Fotografías en la planta tres tomas (corporación asfalpaca S.A.C.).



Fuente: Elaborado propia

### **Recopilación de datos**

Para poder recoger los datos utilizaremos la técnica de la observación puesto que se usarán ensayos en el laboratorio que están normados en el manual de ensayo de materiales MTC, ensayo de Marshall MTC E 504 y el ensayo de inmersión-comprensión MTC E 518 las cuales nos servirán para determinar su comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica tanto tradicional como modificándola con polvo de caucho.

Los estudios que usaremos se basaran en normas técnicas elaboradas por expertos la cual no será necesario una verificación o validez por otros especialistas para su confiabilidad.

### **Selección del polvo de caucho**

El caucho en polvo que usaremos nos proporcionara un pequeño proveedor y reciclador de llantas en desuso de la ciudad de Chiclayo, quien nos brindó el servicio de la trituración del caucho a utilizar.

Figura 6. Fotografía de la trituradora de caucho



Fuente: Elaborado propia

### **Ensayo Marshall**

Se realizará después de moldear las briquetas con las cantidades de agregados y cemento asfáltico compactado con 75 golpes por lado para determinar sus características mecánicas de una mezcla asfáltica.

### **3.6. Método de análisis de datos.**

Para nuestro proyecto de investigación utilizaremos una estadística descriptiva, en la cual se emplearán para analizar la información tablas, cuadros y gráficos que servirán para estudiar y analizar los diversos resultados que se obtendrán de los ensayos realizados a las muestras, además con el fin de obtener resultados precisos y acertados de forma más oportuna y rápida que se asemejen a la realidad se procesarán los datos en programas como el Excel y formatos establecidos en las normas del ASTM Y MTC.

### **3.7. Aspectos éticos**

- ✓ El desarrollo de este proyecto estará basado y fundamentado de acuerdo a los lineamientos establecidos por el consejo Universitario N° 0089-2019/UCV, además se seguirá principios profesionales y éticos con el fin de asegurar su veracidad.
- ✓ Los integrantes de este proyecto de investigación tendrán la autonomía de tomar la decisión si su participación es continua en el proceso del desarrollo u optan por el abandono y retiro de esta.
- ✓ El presente proyecto velará por el cuidado del medio ambiente, enseñando la reutilización de los neumáticos con el fin de no quemarlos, cuidando así nuestro ecosistema.
- ✓ Este proyecto se desarrollará basada en la práctica del compañerismo y el trato de igualdad entre sus integrantes con el fin de lograr un buen desempeño y éxito en el desarrollo.
- ✓ En esta investigación se respetará los principios de autoría de cada información que se recolectará para argumentar nuestra hipótesis con el fin de desarrollar de una forma veraz y confiable nuestro proyecto.

#### IV. RESULTADOS

En esta investigación durante los procesos de ensayos en el laboratorio con el fin de cumplir con los objetivos propuestos, se lograron obtener los resultados detallados a continuación.

##### **Agregados para la mezcla asfáltica.**

Para conocer la calidad para los agregados se realizaron ensayos de acuerdo a lo establecido en el manual para la construcción de carreteras del MTC 2013, ensayos establecidos anteriormente en las tablas 1 y 2 de esta investigación, donde los resultados de los agregados de la cantera tres tomas (corporación asfalpaca S.A.C) cumplieron con los límites establecidos, permitiendo usarlos con confiabilidad en los ensayos requeridos.

Figura 7. Fotografía de la granulometría de los agregados



Fuente: Elaboración propia

**Agregado grueso:** Para a este agregado se realizó su ensayo en el laboratorio, con referencia al material procesado fue la piedra chancada  $<3/4''$ , teniendo como resultado las siguientes propiedades basadas en la tabla N° 1 de este proyecto.

Tabla 6. Resultado del ensayo del agregado grueso.

Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultado	Observaciones
Durabilidad (al sulfato de Magnesio)	M.T.C E 209	18% máx.	5.90%	Cumple
Abrasión de los Ángeles	M.T.C E 207	40% máx.	95	Cumple
Adherencia	M.T.C E 517	+90	+95	Cumple
Índice de durabilidad	M.T.C E 514	35%min	53.60%	Cumple
Partículas de chatas y alargadas	M.T.C E4791	10%min.	6.50%	Cumple
Caras fracturadas	M.T.C.E 210	85/50	100/100	Cumple
Sales solubles totales	M.T.C E 219	0.5% max.	0.03%	Cumple
Abrasión	M.T.C E 206	1.00%	0.42%	Cumple

Fuente: Elaboración propia

**Agregado fino:** este agregado es producto de la mezcla de arena chancada <1/4" producto del chancado de la piedra con arena zarandeada <1/4", material procesado y analizado en el laboratorio obteniendo los resultados siguientes.

Tabla 7. Resultado del ensayo del agregado fino.

Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultados	Observaciones
Equivalente de arena	M.T.C E 114	60% min.	70%	Cumple
Angularidad del agregado fino	M.T.C E 222	30% min.	49.9%	Cumple
Azul de metileno	A.A.S.T.H.O T.P 57	8% máx.	2.18%	Cumple
Índice de plasticidad (malla N° 40)	MTC E 111	N.P	N.P	Cumple
Índice de durabilidad	M.T.C E 214	35 min.	61.7	Cumple
Índice de plasticidad (malla N° 200)	M.T.C E 1.11	Máx. 4	2.4%	Cumple
Adhesividad (riedel weber)	M.T.C E 220	4 min.	Grado 5	Cumple
Sales soluble totales	M.T.C E 219	0.5% máx.	0.04%	Cumple

Fuente: Elaboración propia

### Gradación en mezcla asfáltica.

Considerando el resultado de la granulometría de los agregados y a la vez el tipo de tránsito se procedió a diseñar briquetas de tipo MAC 2, mediante el proceso para la mezcla con caucho por tipo vía seca.



La gradación para la mezcla asfáltica nos basamos en la tabla siguiente especificada en el manual de carreteras especificaciones técnicas.

Tabla 8. Límites de la granulometría para el diseño de mezcla asfáltica.

Tamiz	Porcentaje que pasa para un MAC-2
(1") 25.0 mm	100
(3/4") 19.0 mm	80 – 100
(1/2") 12.5 mm	70 – 88
(3/8") 9.5 mm	51 – 68
(N.º4) 4.75 mm	38 – 52
(N.º10) 2.0 mm	17 – 28
(N.º40) 425 µm	8 – 17
(N.º80) 180 µm	4 – 8

Fuente: Elaboración propia

Con referencia a la combinación para el diseño y la elaboración de las briquetas para el ensayo en el laboratorio se obtiene los siguientes resultados.

Tabla 9. Resultado de la combinación de la mezcla asfáltica.

Tamices	Agregados a intervenir			MAC - 2		
	Tolva-1	Tolva-2	Tolva-3	Combinación teórica (%)	Especificaciones	
	Piedra chancada (%)	Arena chancada (%)	Arena Zarandeada (%)			
	42	28	30	100	MAC- 2	
3/4"	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100
1/2"	83.1	100.0	100.0	92.9	80	100
3/8"	39.7	100.0	100.0	74.7	70	88
#04	0.6	95.4	95.5	55.6	51	68
#10	0.0	68.7	82.3	43.9	38	52
#40	0.0	35.0	46.0	23.6	17	28
#80	0.0	14.9	30.9	13.4	8	17
#100	0.0	6.7	13.3	5.9	4	8

Fuente: elaboración propia

En la tabla N°9 se puede apreciar los resultados de la granulometría de la mezcla a utilizar en las briquetas las cuales sus resultados están cumpliendo los límites establecidos en las especificaciones para un MAC – 2.

Con el fin de obtener el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica se analizó los parámetros de diseño para una mezcla convencional y una mezcla modificada con polvo de caucho.

## **Diseño para la mezcla asfáltica tradicional.**

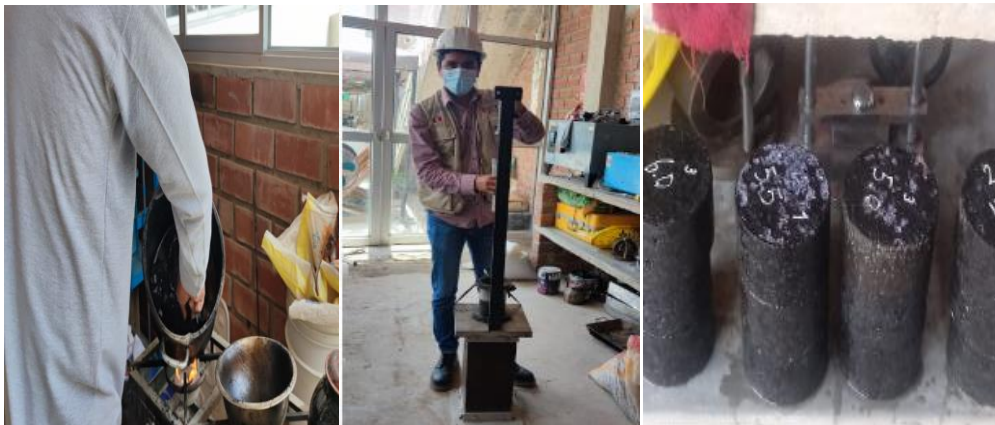
### **Ensayo de Marshall.**

Para este ensayo se elaboran briquetas con los agregados ya analizados mezclándolos con el cemento asfáltico en diferentes proporciones para encontrar el contenido óptimo de asfalto para luego compactarlo con 75 golpes por lado para luego proceder a su evaluación y conocer sus características necesarias.

Para ello se elaboraron muestras con las proporciones de 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% de asfalto utilizando una temperatura de mezclado de 153°C que permita una buena adherencia entre los agregados y el cemento asfáltico. Para lograr compactar se usó una temperatura de 143°C.

Con el fin de conseguir los resultados se tuvo que promediar entre las 3 probetas que se tomaron de muestra por cada proporción de asfalto.

Figura 8. Fotografía sobre el mezclado y compactado de briquetas convencional.



Fuente: Elaboración propia.

Realizados los respectivos ensayos a las briquetas con mezcla tradicional se obtuvieron los siguientes resultados.

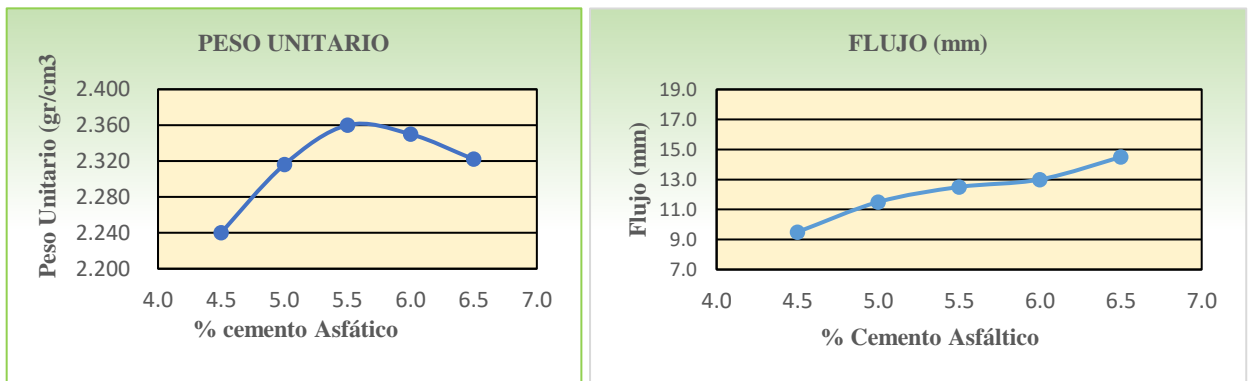
Tabla 10. Resultado de los parámetros de diseño con % de asfalto.

Parámetros de diseño.	unidad	resultados				
		4.5	5	5.5	6	6.5
Cemento asfalto	%	4.5	5	5.5	6	6.5
Densidad.	kg/cm <sup>3</sup>	2.234	2.311	2.35	2.35	2.329
Estabilidad.	kg	571	946	1192	1175	1058
Flujo.	0.01"	9	11	13	13	14
Vacios	%	8.56	5.55	3.64	3.85	4.79
VMA	%	18.93	16.60	15.8	16.2	17.25

Fuente: elaboración propia

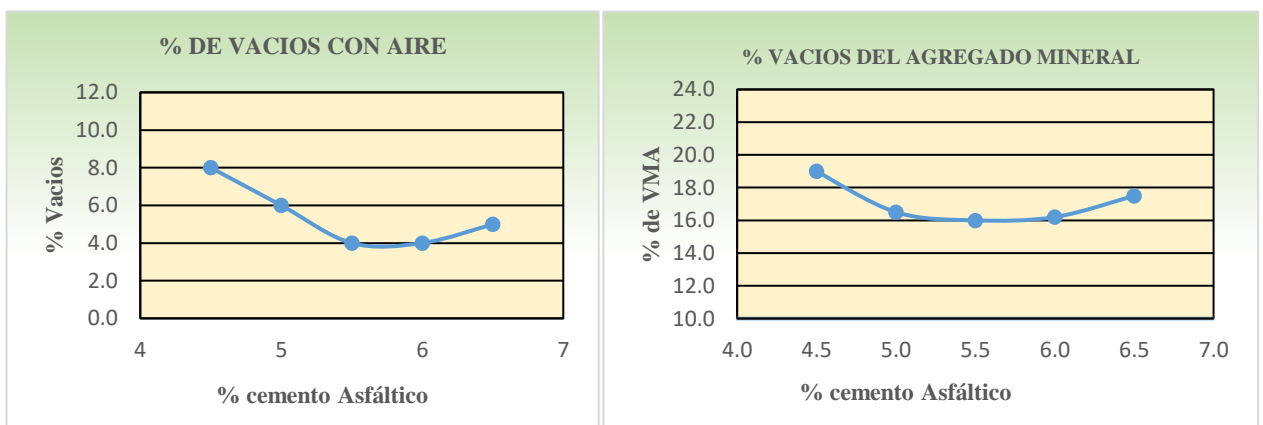
Obteniendo como graficas las siguientes

Figura 9. Variación del peso unitario y flujo referente al % de asfalto.



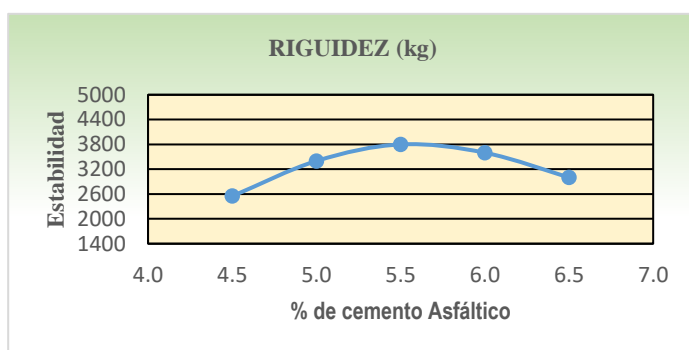
Fuente: elaboración propia

Figura 10. Verificación de vacíos y VAM referente al % de asfalto.



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Variación de la estabilidad referente al % de asfalto.



Fuente: elaboración propia.

Una vez realizados los ensayos se determinó el óptimo contenido el cual es 5.76% de cemento asfáltico el cual es el porcentaje indicado que cumple con los parámetros necesario para el diseño de mezcla. Ya con el contenido óptimo se procedió a la evaluación de los parámetros requeridos, obteniendo los resultados siguientes:

Tabla 11. Resultados de los parámetros de diseño convencional.

Parámetro de diseño	Especificaciones	Resultados	observaciones
<b>Marshall M.T.C E 504</b>			
1. Compactación, número de golpes en cada lado.	75	75	Cumple
2. Estabilidad (min)	831.07kg	1244kg	Cumple
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56	3.3	Cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mí - máx)	3 - 5	3.7	Cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (min)	14%	16%	Cumple

Fuente: elaboración propia.

## Diseño de la mezcla asfáltico con polvo de caucho

### Ensayo de Marshall

Este proceso se realizará mediante la vía seca con fin de poder estudiar su influencia en sus parámetros de diseño el polvo de caucho se adicionará en la mezcla como una parte del agregado fino. Para este diseño se utilizarán

los porcentajes 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% de polvo de caucho con referencia al porcentaje de la arena zarandeada.

El caucho a utilizar será proveniente de la trituración de llantas fuera de uso con medidas menores a un 1.5 mm para que facilite la adherencia con los agregados. (Granados, 2017).

### **Granulometría**

Para este análisis concerniente al polvo de caucho se procedió a tomar una muestra de 200gr para tamizarlo con referencia de la norma sobre granulometría de agregado fino tomando en consideración los tamices N° 4, N°10, N°40, N°80 y N°200 obteniendo como resultado.

Tabla 12. Granulometría del caucho.

Tamiz ASTM	mm	Porcentaje que pasa %
N°4	4.76	100.0
N°10	2.0	99.9
N°40	0.42	60.3
N°80	0.177	8.2
N°200	0.074	0.4

Fuente: elaboración propia

Se puede observar que los granos de caucho a utilizar están por debajo de 2 mm según su granulometría es confiable utilizar este caucho ya que cumple con las dimensiones para tener una mejor adherencia con los agregados.

### **Elaboración de las briquetas con mezcla asfáltica modificada con caucho.**

Para la elaboración de estas briquetas se sigue el mismo procedimiento de la tradicional ya que solo se le incorporara caucho en polvo según los porcentajes antes mencionados con referencia al porcentaje del agregado fino (arena zarandeada). A continuación, detallamos los pasos generales a seguir para su elaboración de briquetas.

1. Establecer el porcentaje de caucho a utilizar juntamente con el asfalto y los agregados.

2. Se unirán los agregados para conocer la granulometría de diseño y se tendrá en cuenta las cantidades de cada uno para obtener el tamaño de una briqueta necesaria para analizar.
3. Los agregados se colocarán al horno para obtener la temperatura de mezclado y a la vez se pesará la cantidad de caucho usar.
4. Una vez obtenida la temperatura los agregados se mezclarán con la cantidad de caucho a utilizar y se le agregara el asfalto previamente caliente, para obtener la mezcla necesaria para la briqueta.

Figura 12. Mezcla del caucho, agregado y asfalto



Fuente: elaboración propia

5. Se procederá a la compactación en el molde de Marshall para la briqueta a una temperatura de 143°C, con el martillo de Marshall dándole 75 golpes por lado.

Figura 13. Compactado de briquetas.



Fuente: elaboración propia

6. Finalmente se desmoldan las briquetas.

Figura 14. Briquetas con polvo de caucho.



Fuente: elaboración propia

Una vez realizados las briquetas se procedió a los análisis para conocer sus parámetros de diseño el cual tendrá relación directa con el comportamiento de la mezcla modificada frente a las cargas y cambios climáticos que se someten. Obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 13. Resultados de la mezcla con polvo de caucho (0.5 y 1 %).

Parámetros de diseño	Especificaciones	Polvo de caucho (0.5)	Observaciones
1. Compactación, número de golpes en cada lado.	75	75	Cumple.
2. Estabilidad (min)	831.07kg	1287	Cumple.
3. Flujo 0.01" (0.25mm).	2 - 3.56	3.3	Cumple.
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. - máx.).	3 - 5	4.22	Cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.).	>14%	16.26	Cumple
Parámetros de diseño	Especificaciones	Polvo de caucho (1.0%)	Observaciones
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (min)	831.07kg	1234	Cumple
3. Flujo 0.01" (0.25mm)	2 - 3.56	3.47	Cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. - máx.)	3 - 5	4.92	Cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	>14%	17.07	Cumple

Fuente: Elaborado propia.

Tabla 14. Resultado de la mezcla con polvo de caucho (1.5 y 2 %).

<b>Parámetros de diseño</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Polvo de caucho (1.5)</b>	<b>Observaciones</b>
1. Compactación, número de golpes en cada lado.	75	75	Cumple
2. Estabilidad (min)	831.07kg	775	No cumple
3. Flujo 0.01" (0.25mm).	2 - 3.56	3.85	No cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. - máx.).	3 - 5	6.29	No cumple.
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.).	>14%	18.22	Cumple
<b>Parámetros de diseño</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Polvo de caucho (2.0%)</b>	<b>Observaciones</b>
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple.
2. Estabilidad (min)	831.07kg	544	No cumple.
3. Flujo 0.01" (0.25mm)	2 - 3.56	4.02	No cumple.
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. - máx.)	3 - 5	8.11	No cumple.
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.).	>14%	19.59	Cumple.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 13 observamos los resultados de los parámetros de diseño para una mezcla asfáltica al 0.5% y 1.0% con polvo de caucho si cumple con los límites que están establecidos en la norma del manual de carreteras EG-2013 del ministerio de transporte y comunicaciones. Mientras que en la tabla N° 14 los resultados referentes a la estabilidad, flujo y porcentajes de vacíos están fuera de los límites permitidos al agregarle polvo de caucho en proporciones de 1.5% y 2.0% de su peso de los materiales. Estos resultados están en base a las especificaciones dado por el manual de carreteras y en base a un ensayo de la muestra patrón con el material convencional el cual los resultados se encuentran en la tabla N° 11. Al analizar la tabla de la muestra patrón como la modificada con caucho se puede notar que al agregarle caucho al 0.5% su estabilidad aumenta al igual que su flujo, así como también aumenta sus vacíos de aire y sus vacíos de agregado mineral, pero se mantienen dentro del rango de las especificaciones técnicas, mejorando así el comportamiento



de la mezcla asfáltica en un pavimento.

### **Ensayo de inmersión-compresión de la mezcla asfáltica.**

El objetivo de este ensayo es para determinar el efecto del agua a la resistencia a la compresión de las mezclas asfálticas compactadas que contienen cemento asfáltico.

Este método de ensayo fue elaborado con la finalidad de medir la pérdida de la resistencia a la compresión de las briquetas diseñadas y compactadas con algunos de los valores calculados para el ensayo de Marshall, cuando se oponen al contacto con el agua por un determinado tiempo.

Para este ensayo se elaboraron 6 briquetas cilíndricas por muestra de 101.6 mm de alto por 101.6 mm de ancho, tanto para la muestra patrón como para los distintos porcentajes de caucho que se agregó a la mezcla asfáltica y todos ellos con el único porcentaje de cemento asfáltico que es igual a 5.76% correspondiente del óptimo de la mezcla convencional tal como lo indica la norma MTC E 518. Luego se realizó la compactación de las briquetas por compresión a carga creciente hasta llegar a 20.7Mpa (3000 psi) por 2 minutos.

Figura 15. Compactación de briquetas por compresión



Fuente: elaboración propia

Figura 16. Briquetas moldeadas para el ensayo de inmersión-compresión.



Fuente: elaboración propia.

Después de moldear las briquetas para la mezcla asfáltica convencional y para mezcla con diferentes porcentajes de polvo de caucho de neumáticos, estas se dividieron en dos grupos de 3 briquetas por muestra. Luego se colocaron las muestras del primer grupo a una temperatura de a 25° C por 24 horas, y el segundo grupo se sumergió en un baño de agua a temperatura de 60° C durante 24 horas y luego se transfirieron a un segundo baño de agua a una temperatura de 25° C por 2 horas.

Una vez realizada esto se procedió a los ensayos de resistencia a compresión del primer grupo (las briquetas en seco) considerando a este grupo como R1, y para el segundo grupo (las briquetas sumergidas en agua) se consideró como R2, a estas se les aplico una fuerza axial a una velocidad de uniforme de 5,08 mm/min.

Una vez obtenidos los resultados de la resistencia a la compresión de las briquetas tanto secas como las sumergidas en agua se calculó el índice de Resistencia Retenida (R) con la siguiente formula:

$$R = \frac{R_2}{R_1} \times 100\%$$

De todas las briquetas que se ensayaron tanto de la mezcla convencional como las briquetas de la mezcla modificada con polvo de caucho se escogió de la mezcla modificada con mejores resultados para compararla con la convencional que se usó como patrón de nuestra investigación.

Tabla 15. Resultado del ensayo a la resistencia a la inmersión – compresión de la mezcla convencional y modificada.

Mezcla	% de caucho.	Fuerza axial (kg)		Área (cm <sup>2</sup> )	R1 (Mpa)	R2 (Mpa)	R (%) $\frac{R_2}{R_1} \times 100\%$
		En seco	Sumergido en agua				
Muestra convencional	0.0	4064.7		80.44	4.95		79.59
			3236.7	80.44		3.94	
Muestra 1	0.5	4228.3		80.34	5.09		82.4
			3472.0	81.07		4.2	
Muestra 2	1.0	3452.3		80.28	4.21		73.19
			2539.7	80.70		3.08	
Muestra 3	1.5	2987.3		79.33	3.69		63.86
			1972.3	82.03		2.36	
Muestra 4	2.0	2527		80.65	3.07		57.16
			1443	80.60		1.76	

Fuente: elaboración propia.

## Contrastación de hipótesis

### a. Hipótesis específica 01.

**“El comportamiento mecánico tendrá mejores resultados al incorporarle polvo de caucho de neumáticos a la mezcla asfáltica.”**

$H_0$ : EL comportamiento mecánico no tendrá mejores resultados al incorporarle polvo de caucho de neumáticos a la mezcla asfáltica.

$H_1$ : EL comportamiento mecánico tendrá mejores resultados al incorporarle polvo de caucho de neumáticos a la mezcla asfáltica.

Para contrastar esta hipótesis se evaluaron sus parámetros de diseño de una mezcla asfáltica debido a que estos tienen relación directa con su comportamiento mecánico de una mezcla bituminosa, estos parámetros se analizaron mediante el ensayo de Marshall indicado en el manual de carreteras MTC E 504.

Así mismo el manual de carreteras especificaciones técnicas del ministerio de transporte y comunicaciones nos brinda los parámetros mínimos que debe cumplir un diseño de mezcla para que su comportamiento sea conforme ante los distintos efectos que se opongan dicho pavimento.

Para esta investigación se usó el diseño de una muestra convencional como

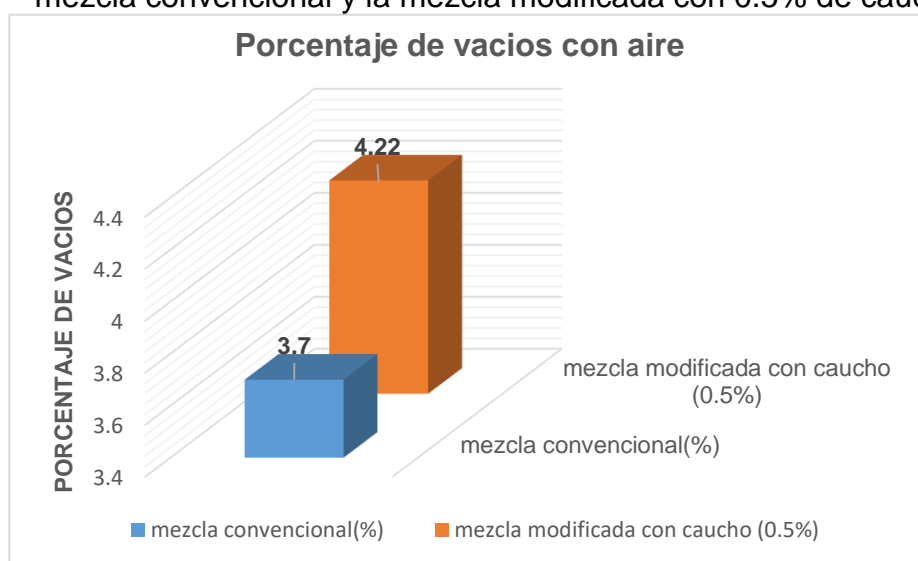
muestra patrón para compararla con el mejor resultado de la mezcla modificada con polvo de caucho y para ello los ensayos del laboratorio nos da que el mejor resultado de la mezcla modificada es la que tiene caucho en un porcentaje de 0.5%

Tabla 16. Resultados de vacíos con aire de las mezclas asfálticas.

N° de mezcla	Porcentaje de vacíos con aire.		
	Especificaciones (%)	Mezcla convencional (%)	Mezcla con 0.5% de caucho (%)
Briqueta 1	3 – 5	3.71	4.30
Briqueta 2		3.68	4.33
Briqueta 3		3.70	4.03
Promedio		3.7	4.22

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Figura 17. Barras comparativas del porcentaje de vacíos de la mezcla convencional y la mezcla modificada con 0.5% de caucho.



Fuente: elaboración propia

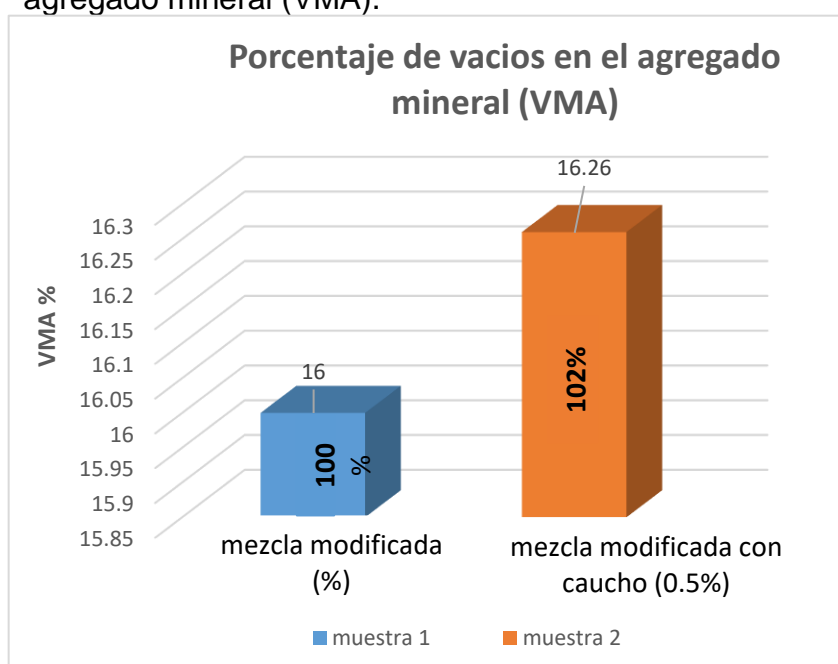
Interpretación: Podemos observar en la gráfica el porcentaje de vacíos de la mezcla modificada con 0.5% de caucho es 4.22% siendo mayor a la convencional que es de 3.7%, en la cual nos damos cuenta que aumentado un 14% referente a la muestra patrón pero que se encuentra dentro de los límites establecidos por el manual de MTC EG. 2013 que nos indica que el porcentaje permitido debe de estar entre 3 – 5%.

Tabla 17. Resultados de vacíos en el agregado mineral (VMA)

N° de mezcla	Porcentaje de vacíos en el agregado mineral. (VMA)		
	Especificaciones (%)	Mezcla convencional (%)	Mezcla con 0.5% de caucho (%)
Briqueta-1	≥14%	16.10	16.33
Briqueta-2		15.91	16.35
Briqueta-3		16.01	16.09
Promedio		16.0	16.26

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Figura 18. Barras de comparación del porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VMA).



Fuente: elaboración propia

Interpretación: En la gráfica nos presenta el porcentaje de vacíos en el agregado mineral de la mezcla convencional que es de 16.0% el cual se está usando como muestra patrón para nuestra investigación, y el porcentaje de vacíos en el agregado mineral de la mezcla modificada con caucho de 0.5% es de 16.26% aumentando en este caso un 2% con referencia a la muestra patrón, pero cumpliendo con lo establecido en el manual de carreteras que nos indica que el valor tiene que ser mayor o igual a 14% de vacíos.

Analizando los resultados obtenidos de los ensayos en el laboratorio para la contratación de hipótesis de este objetivo específico que se realizó a la mezcla

convencional y modificada con polvo de caucho al 0.5% (mejor resultado de las muestras ensayadas), aceptamos la hipótesis alternativa debido a que su comportamiento mecánico se mide por medio de la evaluación de sus parámetros de diseño, ya que estos están directamente relacionados.

La validación de esta hipótesis se basó únicamente en la comparación e interpretación de las gráficas de los parámetros de diseño como el porcentaje de vicios de aire en la mezcla que mide la durabilidad de la mezcla en un diseño de pavimento y el porcentaje de vacíos en el agregado mineral que mide su flexibilidad, trabajabilidad resistencia a la fatiga al oponerse a cargas axiales, toda esta validación y análisis se realizó en base a los valores permitidos por el manual de carreteras.

#### **b. Hipótesis específica 02.**

**“La influencia en la resistencia a la inmersión-compresión será positiva incrementando su valor al incorporarle el polvo de caucho en las proporciones 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%”**

$H_0$ : La influencia en la resistencia a la inmersión-compresión será negativa y no incrementará su valor al incorporarle el polvo de caucho en las proporciones 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%

$H_1$ : La influencia en la resistencia a la inmersión-compresión será positiva incrementando su valor al incorporarle el polvo de caucho en las proporciones 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%

Para la contrastación de esta hipótesis se evaluaron los resultados de los ensayos sobre la resistencia a la inmersión-compresión de la mezcla convencional y modificada con polvo de caucho obtenidos del laboratorio, basándose en el manual de carreteras especificaciones técnicas, en la norma MTC E 518 el cual nos indica que el índice de resistencia retenida debe ser de 75% como mínimo,

El cual se consideró el índice de resistencia con mayor resultado de las muestras modificadas con caucho evaluándolo con la muestra patrón (muestra

convencional), mediante barras comparativas.

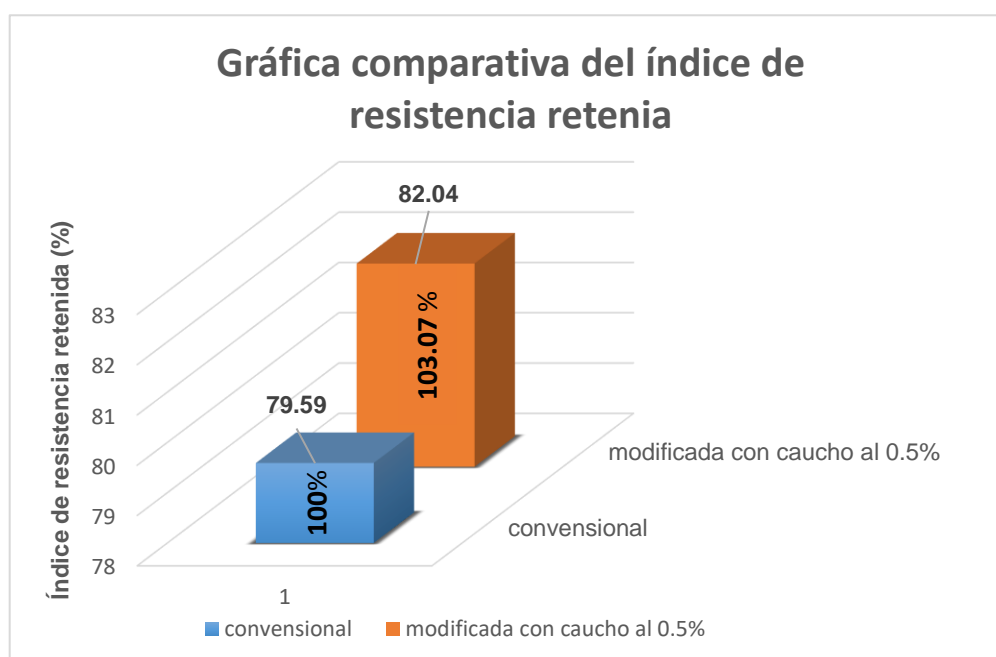
Tabla 18. Resultado de indicadores del ensayo de la resistencia a la inmersión-compresión de las mezclas asfálticas.

Descripción	Unidades	Mezcla asfáltica con granos de caucho.			
		Convencional (0%)		Modificada (0.5%)	
		En seco	Sumergida en agua	En seco	Sumergida en agua
Fuerza (kg)	kg	4064.7	3236.7	4228.3	3472
Área	cm <sup>2</sup>	80.44	80.44	81.34	8107
Esfuerzo	Mpa	4.95	3.94	5.09	4.22
Índice de resistencia retenida (%)		79.59		82.4	

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Interpretamos el cuadro con barras comparativas del índice de resistencia retenida para contrastar su hipótesis

Figura 19. Barras comparativas de los índices de resistencia retenida del ensayo de inmersión-compresión de la mezcla convencional y modificada.



Fuente: elaboración propia.

Interpretación: la gráfica nos presenta el porcentajes del índice de resistencia retenida con referencia a la fuerza axial aplicada en un área definida el cual nos da un valor de 79.59% para la muestra patrón y esto estaría representando el 100% mientras que el índice de resistencia retenida para la muestra modifica con 0.5% de caucho (muestra con mejor resultado) es de 82.04%, esto nos indica que

el índice de resistencia retenida aumenta en un 3.07% en comparación con la muestra patrón, estando con mejor resultado ya que incluso está sobrepasando en valor establecido en el reglamento de carreras que nos indica que debe ser como mínimo un 75%.

Evaluando los resultados obtenidos en el ensayo del laboratorio para la contratación de esta hipótesis específica en la cual rechazaremos la nula  $H_0$  y aceptamos la hipótesis alternativa  $H_1$  debido a que después de haber sometido las briquetas a cargas axiales tanto las secas como las sumergidas en agua, obtenemos un incremento de la mezcla modificada con 0.5% de caucho del 3.07% con referente a la muestra patrón en el índice de resistencia retenida, indicando así que la mezcla asfáltica modificada con ese porcentaje de caucho tiene un mejor desempeño respecto a la convencional cuando se someten a esfuerzos de compresión en condiciones secas y húmedas.

Y con referencia a los demás porcentajes de caucho en la mezcla como 1.0%, 1.5% y 2.0% se aceptó la hipótesis nula con solo evaluar su muestra patrón y lo indicado en el manual de carreteras que nos especifica que el índice de resistencia retenida debe ser como mínimo 75% el cual al evaluar en la tabla 15 vemos que sus valores no cumplen con lo establecido en la norma MTC E 518.

### **c. Hipótesis específica 03.**

**“La deformabilidad de la mezcla asfáltica reducirá con la incorporación del polvo de caucho.”**

Para contrastar esta hipótesis de la deformabilidad evaluamos dos de los parámetros de diseño de una mezcla asfáltica que es la estabilidad y el flujo debido a que de estos parámetros dependerá la deformación que se obtendrá en una mezcla asfáltica, para ello se realizó el ensayo de Marshall el cual nos brinda los valores de la estabilidad y el flujo con el cual evaluaremos mediante el método estadístico t student para dos muestras independientes con dos colas, con los diseños de a muestra convencional y modificada con 0.5% de caucho debido a que esta es la muestra con mejor resultado a comparación de los demás porcentajes.



**La estabilidad:** con referencia a la mezcla convencional es de 1244kg (ver tabla 11) mientras que la modifica con caucho a 0.5% es de 1287kg (ver tabla 13) en la cual podemos apreciar que la estabilidad de la mezcla modificada aumenta 43kg en referencia a la muestra patrón, además cumple con las especificaciones establecidas en el manual de carreteras que es de 831kg como mínimo.

$H_0$ : La incorporación del polvo de caucho a la mezcla asfáltica no disminuirá la estabilidad respecto a la mezcla convencional.

$H_1$ : La incorporación del polvo de caucho a la mezcla asfáltica disminuirá la estabilidad respecto a la mezcla convencional.

Tabla 19. Evaluación de t Student para el parámetro de diseño estabilidad de la mezcla convencional y modificada.

N° de muestras	Estabilidad (kg)		
	Muestra Patron	Muestra con 0.5% c.	Contraste bilateral
1	1243.92	1258.00	dos colas
2	1243.66	1278.00	$H_0: H_1 = H_2$
3	1244.41	1326.00	$H_1: H_1 \neq H_2$

Fuente: elaboración propia.

La condición para aceptar el  $H_0$  y rechazar el  $H_1$  es: si  $T \in \langle -t_{\alpha/2}, t_{\alpha/2} \rangle$

Para esta evaluación se realizó el cálculo de los valores referentes a la tabla 19 de la estabilidad en el Excel para conocer su valor crítico de y el valor estadístico “t”.

Obteniendo lo siguiente:

Tabla 20. Calculo estadístico con la t Student del valor crítico y la probabilidad de la distribución t Studen en Excel para la estabilidad.

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>Muestra patron</i>	<i>Muestra con 0.5% c.</i>
Media	1243.996667	1287.333333
Varianza	0.145033333	1221.333333
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	610.7391833	
Diferencia hipotética de las muestras	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-2.14769814	
P(T<=t) una cola	0.049117509	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	0.098235017	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

Fuente: elaboración propia

Donde podemos observar que los grados de libertad es  $n+m-2=4$

Tamaño de la muestra  $n=3$  y  $m=3$

Nivel de significancia utilizado para este análisis es al 95%  $\alpha = 0.05$

Para calcular la varianza agrupada:  $s_c^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = 610.7392$

Para calcular la:  $t = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{\sqrt{\frac{S_c^2}{n_1} + \frac{S_c^2}{n_2}}} = -2.1477$

La región crítica:  $t_{1-\frac{\alpha}{2}} = 2.7764$

Conclusión: en esta evaluación tenemos que  $t = -2.1477$  y este se encuentra entre  $RA = \langle -2.8, 2.8 \rangle$ , por lo tanto, aceptamos  $H_0$ , es decir la incorporación de polvo de caucho en 0.5% no disminuye la estabilidad de la mezcla.

**Flujo:** este es otro parámetro de evaluación importante para la deformación de la mezcla asfáltica ya que influye directamente con su resultado por ello se debe evaluar, y como vemos en la tabla 11 el flujo de la mezcla convencional es de 3.30 y el flujo para la modificada con caucho al 0.5% es de 3.30 manteniéndose estable y dentro del límite establecido por el manual de carreteras

$H_0$ : La incorporación del polvo de caucho a la mezcla asfáltica no disminuirá el flujo respecto a la mezcla convencional.

$H_1$ : La incorporación del polvo de caucho a la mezcla asfáltica disminuirá el flujo respecto a la mezcla convencional.

Tabla 21. Evaluación de t Student para el parámetro de diseño flujo de la mezcla convencional y modificada

N° de muestras	Estabilidad ( kg)		
	Muestra Patron	Muestra con 0.5% c.	Contraste bilateral
1	3.28	3.30	dos colas
2	3.29	3.35	$H_0: H_1 = H_2$
3	3.32	3.26	$H_1: H_1 \neq H_2$

Fuente: elaboración propia

La condición para aceptar el  $H_0$  y rechazar el  $H_1$  es: si  $T \in \langle -t_{\alpha/2}, t_{\alpha/2} \rangle$

Para esta evaluación se realizó el cálculo de los valores referentes a la tabla 20 de la estabilidad en el Excel para conocer su valor crítico de y el valor estadístico “t”.

En el cual se logró obtener los siguientes datos.

Tabla 22. Cálculo estadístico con la t Student del valor crítico y la probabilidad de la distribución t Student en Excel para el flujo.

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>Muestra patron</i>	<i>Muestra con 0.5% c.</i>
Media	3.296666667	3.303333333
Varianza	0.000433333	0.002033333
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	0.001233333	
Diferencia hipotética de las muestras	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-0.232495277	
P(T<=t) una cola	0.41378236	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	0.82756472	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

Fuente: elaboración propia

Donde podemos observar que los grados de libertad es  $n+m-2=4$

Tamaño de la muestra  $n=3$  y  $m=3$

Nivel de significancia utilizado para este análisis es al 95%  $\alpha = 0.05$

Para calcular la varianza agrupada:  $s_c^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = 0.001233$

Para calcular la:  $t = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{\sqrt{\frac{S_c^2}{n_1} + \frac{S_c^2}{n_2}}} = -0.2325$

La región crítica:  $t_{1-\frac{\alpha}{2}} = 2.7764$

Conclusión: para esta evaluación obtenemos el valor de  $t = -0.2325$  y este se encuentra entre  $RA = (-2.8, 2.8)$ , por lo tanto, aceptamos  $H_0$ , es decir la incorporación de polvo de caucho en 0.5% no disminuye el flujo de la mezcla.

Por lo tanto en referencia a los resultados de los parámetros de diseño de la estabilidad y flujo que calculamos estadísticamente con la  $t$  Student obtenemos que ambos parámetros de diseño aumentan con referencia a la convencional al incorporarle polvo de caucho a la mezcla por ello podemos aceptar la hipótesis alternativa  $H_1$  de la última hipótesis específica 3 ya que al aumentar la estabilidad la mezcla tendrá una reducción de la deformación brindándole mejor estabilidad, así mismo al mantenerse el flujo dentro del límite establecido por el manual de carreteras la deformación será menor evitando así el ahuellamiento y las ondulaciones en el pavimento.

## V. DISCUSIÓN

1. Con los resultados obtenidos en el laboratorio de las mezclas asfálticas tanto la convencional como la modificada con polvo de caucho en proporciones de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% en relación al peso del agregado fino de la mezcla veremos la relación que tienen con los resultados y conclusiones con otras investigaciones presentadas en nuestros antecedentes.

Para esta investigación los resultados nos demuestran que su comportamiento de la mezcla asfáltica al incorporarle polvo de caucho solo mejora cuando su proporción es de 0.5% en referencia al porcentaje de la cantidad de agregado fino debido los parámetros de diseño que tienen relación con el comportamiento mecánico de la mezcla son mayores que la mezcla convencional pero que encuentra en los límites permitidos por el manual de carreteras.

Estos resultados se asemejan al investigador Ubidia L. (2019), en su tesis "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 ciudad de Tarapoto San Martín" donde en sus resultados y conclusión obtuvo mejor comportamiento mecánico para los parámetros de diseño al agregarle polvo de caucho en 0.45% del peso del agregado mientras que en sus otras probetas con 0.25%, 0.75% y 1% sus parámetros de diseño estuvieron por debajo de la muestra patrón.

Así como también se asemejan a la investigación de (Portocarrero, M. 2019) que en su tesis "Influencia del caucho reciclado en la mezcla asfáltica en frío para el uso en el parchado de la carpeta asfáltica" llegó a la conclusión que al utilizar el porcentaje de 3.5% de caucho reciclado es el óptimo para lograr llegar a una mejor influencia en la estabilidad para la mezcla asfáltica en frío.

2. En el ensayo de inmersión-compresión de la mezcla asfáltica se logró observar que las briquetas con mezcla modificada con 0.5% de caucho al ser sometidas a esfuerzos su resistencia a la compresión incremento con referencia a la mezcla patrón (mezcla convencional) donde se logró obtener los resultados que al sumergir las briquetas al agua de la mezcla convencional a una

temperatura de 60° C se obtuvo una resistencia a la compresión de 3.94 Mpa, mientras que las briquetas sumergidas en agua con 0.5% de caucho su resistencia a la compresión es de 4.20 Mpa, además se obtuvo los resultados del ensayo en seco de las briquetas obteniendo resultado de 4.95 Mpa en comparación con la modificada que es 5.09 Mpa, y para el índice de resistencia se obtuvo un incremento de 79.59% a 82.40% obteniendo un aumento de 3.07% con referente a la mezcla convencional.

Estos resultados se asemejan a los resultados de Flores J. (2018) con su tesis “comportamiento mecánico de mezclas asfálticas incorporando caucho por vía húmeda, avenida Perú, Callao, 2018” concluyó que al agregarle 5% mejora la resistencia a la inmersión-compresión por que incrementa su capacidad de carga en las briquetas en seco un 14% referente a la convencional y un 8% en el índice retenido.

3. En relación a la utilización de caucho en las mezclas asfálticas podemos afirmar según nuestros ensayos que las mezclas asfálticas con polvo de caucho tienden a tener mejor resistencia que la convencional debido a que sus parámetros de diseño con caucho aumentan, pero se encuentran dentro del rango establecido que indica la norma permitiendo que la mezcla sea más rígida que la modificada.

Estos resultados lo asimilamos con los resultados y conclusiones que tiene (Salamanca. 2018) en su tesis quien concluye según su investigación que la mezcla con polvo de caucho es dos veces más rígida que la mezcla con polímeros y la mezcla convencional, debido a que esta mezcla con caucho responde mejor a la deformación por fatiga y ahuellamiento.

4. (Vega, D. 2016) en referencia a la estabilidad y el flujo de la mezcla modificada 1%, 2% y 3% que utiliza en su investigación concluye que la mejor estabilidad y flujo la obtiene con un contenido óptimo de cemento asfáltico con 7% mejorando de esta manera la deformación y la durabilidad por las cargas que el tráfico produce.

En referencia a este antecedente nuestros resultados se asemejan debido a que al evaluar la deformación de la mezcla evaluamos los parámetros de

diseño de la estabilidad y flujo en la cual nuestro contenido de óptimo de asfalto es 5.76%. Estos resultados nos dan a entender que la cantidad de cemento asfáltico dependerá de las propiedades de los agregados y el espesor del caucho al mezclarlo con el diseño de mezcla.

5. Para (Castro y Días, 2017), en su trabajo se planteó el estudio para identificar las ventajas y desventajas del polvo de caucho quien llegó a la conclusión que el proceso por vía seca para la modificación de la mezcla asfáltica con polvo de caucho aumenta su durabilidad dos veces más que la convencional.

Esto se asemeja a nuestra investigación debida a que la durabilidad es evaluada con referencia a los porcentajes de vacíos de los parámetros de diseños la cual al incorporarle polvo de caucho a la mezcla obtenemos un 4.22% de esta manera encontrándose dentro del límite permitido por el manual de carreteras asegurando de esta forma que su durabilidad será positiva en referencia a la muestra convencional.



## VI. CONCLUSIÓN

1. Con referencia al objetivo general llegamos a la conclusión que la influencia del polvo de caucho en la mezcla asfáltica es positiva debido a que las mezclas modificadas con caucho aun 0.5% se logra aumentara su resistencia a las cargas axiales y su deformación con referencia a la convencional.
2. Para el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica se logró determinar que mejorará al incorporarle polvo de caucho en proporción de 0.5%, debido a que incrementara sus parámetros de diseño, mientras que en los otras proporciones como 1.0%, 1.5% y 2.0% de polvo de caucho no se obtuvieron buenos resultados porque sus parámetros de diseño se alejaron de los estándares mínimos dado por el manual de carreteras, además porque en comparación con los resultados de la muestra convencional (muestra patrón) su estabilidad disminuye permitiendo así que su deformación y su falla por fatiga sea más rápida que la tradicional.
3. En el ensayo de inmersión-compresión realizado a la mezcla asfáltica modificada se logró determinar que al incorporarle 0.5% de polvo de caucho en referencia a los agregados por vía seca su resistencia a la compresión aumentara con referencia a la convencional debido a que incrementara su capacidad de carga y su esfuerzo máximo, obteniendo como resultado que el índice de resistencia retenida aumente en un 3.07% que la mezcla tradicional.
4. La deformación de las mezclas bituminosas modificadas con 0.5% de caucho se logre disminuir debido a que al evaluar sus parámetros de diseño su estabilidad aumenta al igual que su flujo con referencia a la convencional permitiendo de esta manera obtener un pavimento más resistente a las deformaciones por fatiga y ahuellamiento.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Aplicar el uso de polvo de caucho con medidas menores a 1.5 mm en su granulometría, en proporciones de 0.5%, para la carpeta asfáltica de una pavimentación para mejorar su comportamiento mecánico y así disminuir fisuras ya que su estabilidad mejorara a referencia de la convencional y así prolongar su vida de servicio, y a la vez reducir costos de manteniendo y de esta forma ayudar al cuidado del medio ambiente.
2. Usar diseños de mezcla asfáltica modificada incorporándole polvo de caucho en 0.5% referente al agregado fino para lograr una mejor resistencia a la compresión en condiciones secas y húmedas, con este tipo de mezclas, se recomienda utilizar en las carreteras que se construyan en lugares de mucha lluvia debido a que son más resistentes que la convencional.
3. Emplear mezclas modificadas, con polvo de caucho, en la pavimentación de una carretera para mejorar su comportamiento mecánico, y así disminuir el fisuramiento y ahuellamiento, prolongando de esta manera su servicio de vida útil a un mayor tiempo, y también disminuir costos de mantenimiento a largo plazo, además para contribuir a la contaminación ambiental realizando un adecuado manejo de neumáticos fuera de uso.
4. Para lograr producir mezclas asfálticas modificadas por vía seca es necesario incorporar polvo de caucho en un 0.5% referente al agregado fino mezclándolo a una temperatura de 153°C y el diámetro recomendado del polvo de caucho para este proceso debe ser menor de 2mm.

## REFERENCIAS

ALFARO, Carlos 2012. Metodología de investigación científica aplicado a ingeniería [en línea]. Callao-Lima: Universidad Nacional del Callao. [https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes\\_Finales\\_Investigacion/IF\\_ABRIL\\_2012/IF\\_ALFARO%20RODRIGUEZ\\_FIEE.pdf](https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/IF_ABRIL_2012/IF_ALFARO%20RODRIGUEZ_FIEE.pdf)

Arias-Gómez J, Villasís-Keever MÁ, Miranda-Novales MG. The research protocol III. Study population. Revista Alergia México [en línea]. 2016; 63 (2): 201-206. [Fecha de consulta: 19 de junio 2021]. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenl.cgi?IDREVISTA=84&IDARTICULO=65866&IDPUBLICACION=6485>

ARIES, Fidas. El proyecto de la investigación científica. Introducción a la investigación científica [en línea]. 6ª. Ed. Caracas: editorial Episteme. 2012. [fecha de consulta: 19 de junio de 2021]. [https://trabajosocialudocpno.files.wordpress.com/2017/07/fidas\\_g-arias-el\\_proyecto\\_de\\_investigacion\\_cientifica\\_6ta\\_edicion.pdf](https://trabajosocialudocpno.files.wordpress.com/2017/07/fidas_g-arias-el_proyecto_de_investigacion_cientifica_6ta_edicion.pdf)

BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros [en línea]. Chiclayo-Perú. 2016. [fecha de consulta: 20 de junio 2012]. [https://www.academia.edu/33692697/Metodologia\\_de\\_Investigacion\\_cientifica\\_para\\_ingenieros\\_civil](https://www.academia.edu/33692697/Metodologia_de_Investigacion_cientifica_para_ingenieros_civil)

ESPINOZA FREIRE, Eudaldo Enrique. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. Conrado [online]. 2019, vol.15, n.69 [fecha de consulta: 20 de junio 2021], pp.171-180. <[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442019000400171&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000400171&lng=es&nrm=iso)>. Epub 02-Sep-2019. ISSN 2519-7320

Farfán, C. Romero, D. 2019 Propiedades Mecánicas del Asfalto en caliente adicionando 1.5% de Caucho Reciclado Granular, Chimbote – 2019. [En línea]. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/45919>.

FLORES, Jhon R. 2018. Comportamiento mecánico de mezcla asfáltica incorporando caucho por vía húmeda, avenida Perú, Callao [en línea]. Tesis para titulación de Ingeniero Civil. Lima. Universidad Cesar Vallejo de Perú. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25348>

GODOY, Nefi M. 2020. Influencia mecánica del polvo de caucho procedente de neumáticos en la pavimentación de carreteras de la ciudad de Lima [en línea]. Tesis para titulación de Ingeniero Civil. Lima. Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25493>

GOMEZ, Esteban. 2019. Análisis del comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con granos de caucho [en línea]. Tesis para titulación de Ingeniero Civil. Bucaramanga. Universidad Pontificia Boliviana. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/8281>

GRANADOS, José L. 2017. Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla asfáltica convencional [en línea]. Tesis para obtener el grado de maestro en ingeniería civil. Lima. Universidad Ricardo Palma de Lima. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1572?show=full#:~:text=Los%20resultados%20obtenidos%20muestran%20mejoras,mayor%20cohesi%C3%B3n%20y%20resistencia%20al.>

Hassan Ziari, Hassan Divandari, Seyed Mohammad Seyed Ali Akbar, Seyed Mohsen Hosseinian, "Investigation of the Effect of Crumb Rubber Powder and Warm Additives on Moisture Resistance of SMA Mixtures", Advances in Civil Engineering, vol. 2021, Article ID 6653594, 12 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6653594>.

HÉRNANDEZ, Sampieri, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación [en línea]. Quinta edición. México D.F., México: McGRAW-HILL, 2014. [Fecha de consulta: 09 junio 2021]. [https://www.academia.edu/20792455/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_Investigaci%C3%B3n\\_5ta\\_edici%C3%B3n\\_Roberto\\_Hern%C3%A1ndez\\_Sampieri](https://www.academia.edu/20792455/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_5ta_edici%C3%B3n_Roberto_Hern%C3%A1ndez_Sampieri)

Manaharan, M., Jasper, D., Premkumar, s., Vedhanayaghi, V. 2020. Study on behaviour of crumb rubber modified bitumen. *Revista International Journal of Advanced Science and Technology*, 29 (7), pp. 342-351. En: *Scopus* [en línea]. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85084261718&partnerID=40&md5=41d47d23782f24b1bc408dfd5af9e03>

Marek, I. *Materiales* 2021. Asphalt-Cement Concretes with Reclaimed Asphalt Pavement and Rubber Powder from Recycled Tire. *MPDI*, 14 (9), En: *MPDI* [en línea]. <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/9/2412>.

Martinez, G., Caicedo, B., González, D., Celis, L., Fuentes, L., Torres, V., 2018. Thirteen Years of Continuous Development in Crumb Rubber Modified Asphalt Mixtures in Bogota: Achieving Pavement Sustainability [Article@Trece años de continuo desarrollo con mezclas asfálticas modificadas con Grano de Caucho Reciclado en Bogotá: Logrando sostenibilidad en pavimentos]. *Revista Ingenieria de Construccion*, 33 (1), pp. 41-50. En: *Scopus* [en línea]. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85048699366&doi=10.4067%2fs0718-50732018000100041&partnerID=40&DOI:10.4067/s0718-50732018000100041>

Ministerio de transportes y comunicaciones. *Manual de carreteras: Especificaciones técnicas generales para la construcción*. Lima: Diario "El Peruano", 2013. 876 pp.

Ministerio de transportes y comunicaciones. *Manual de ensayo de materiales*. Lima: Diario "El Peruano", 2016. 1264 pp.

Mohammad, Z. y Badak, M. 2020. Application of concordance analysis method (CA) for optimal selection of asphalt mixtures reinforced with rubber powder and carbon fiber. *Electronic Journal of Structural Engineering*. En: *ResearchGate*. [En línea]. [https://www.researchgate.net/publication/335338743\\_Application\\_of\\_concordance\\_analysis\\_method\\_CA\\_for\\_optimal\\_selection\\_of\\_asphalt\\_mixtures\\_reinforced\\_wit\\_h\\_rubber\\_powder\\_and\\_carbon\\_fiber](https://www.researchgate.net/publication/335338743_Application_of_concordance_analysis_method_CA_for_optimal_selection_of_asphalt_mixtures_reinforced_with_rubber_powder_and_carbon_fiber)

Morcillo, M.A., Hidalgo, M.C., Garcia, D., Torres, J., Arroyo. M.B. 2019. Life SOUNDLESS: New generation of eco-friendly asphalt with recycled materials. Environments - MDPI, 6 (4), art. no. 48, Cited 4 times. En: Scopus [en línea]. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85071053257&doi=10.3390%2fenvironments6040048&partnerID=40&md5=DOI:10.3390/environments6040048>

PORTOCARRERO, Max B. 2019. Influencia del caucho reciclado en la mezcla asfáltica en frío para el uso en el parchado de la carpeta asfáltica [en línea]. Tesis para titulación de Ingeniero Civil. Lima. Universidad Cesar Vallejo del Perú. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/42729>

RODRÍGUEZ, Alejandro Padilla 2014. Capítulo 3. Mezclas asfálticas. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

RONDÓN, Hugo y REYES, Fredy. PAVIMENTOS: Materiales, construcción y diseño. Lima: Macro EIRL, 2015. 605 pp. ISBN: 9786123042639

SALAMANCA, Diego A. 2018. Estudio comparativo del comportamiento de la mezcla asfáltica con incorporación de polvo de caucho nacional, mediante vía seca, versus mezcla con asfalto modificado con polímeros y asfalto multigrado. Tramo de prueba: Catapilco – La Laguna [en línea]. Tesis para titulación de Ingeniero Civil. Valparaíso. Universidad técnica Federico Santa María de Chile. <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/40998>

SALAZAR, Giancarlo K. 2019. Comportamiento de las mezclas asfálticas adicionándole caucho por la técnica de vía seca [en línea]. Tesis para titulación de Ingeniero Civil. Chimbote. Universidad Cesar Vallejo del Perú. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31641>.

TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica [en línea]. 4ª. Ed. México. Editorial LIMUSA S.A. 2006. [Fecha de consulta: 18 de junio de 2021]. <https://cucjonline.com/biblioteca/files/original/874e481a4235e3e6a8e3e4380d7adb1c.pdf>

UBIDIO, Luisa E. 2019. Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chavez cdra. 01-09 ciudad de Tarapoto San Martin [en línea]. Tesis para titulación de Ingeniero Civil. Tarapoto. Universidad Cesar Vallejo del Perú. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31570>.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación: Cuantitativa, cualitativa y mixta. 2ª. ed. Lima: San Marcos E. I. R. L, 2002. 495 pp. ISBN: 9786123028787

VARGAS, Zoila R. LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA CIENTÍFICA. Revista Educación [en línea] 2009, 33 (Sin mes): [Fecha de consulta: 4 de junio de 2021] <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>> ISSN 0379-7082

VEGA, Danilo S. 2016. Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico [en línea]. Trabajo experimental para la titulación de Ingeniería Civil. Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25264/1/Tesis%201113%20-%20Vega%20Zurita%20Danilo%20Sebasti%C3%A1n.pdf>

CASTRO C. Liliana y DÍAZ C. César M. 2017. Implementación del polvo de caucho reciclado (PCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE  Polvo de caucho de neumáticos.	(Vega, 2016) El caucho en polvo es un material obtenido de la trituración de neumáticos en desuso que está compuesto de caucho natural y materiales sintéticos. Este es utilizado para la ingeniería en pavimentaciones en tamaño menores a 1.5 mm, con un contenido de partículas de menos de 0.063 que es inferior al 15%.	Este material se obtendrá mediante la trituración de neumáticos en desuso y se evaluará en base a sus características físicas y temperatura de mezclado del polvo de caucho con la mezcla asfáltica.	Polvo de caucho	-Análisis granulométrico.  -Temperatura de mezclado.  -Dosificación (0.5%,1.0%,1.5% y 2%).	Intervalo
VARIABLE DEPENDIENTE  Mezcla asfáltica	(RODRÍGUEZ, 2014) Las mezclas asfálticas es la combinación de agregados pétreos más un ligante hidrocarbonato, de manera que aquellos quedan cubiertos por una capa uniforme de éste. La mezcla en su constitución está conformada aproximadamente por un 90% de agregado grueso y fino, un 5% de polvo mineral y otro 5% de ligante asfáltico.	En la realización de esta variable se realizaron briquetas con mezcla asfáltica convencional y con mezcla asfáltica incorporando polvo de caucho, evaluándose su comportamiento mecánico deformidad y resistencia a la inmersión-compresión para conocer la influencia que causa el polvo de caucho	Comportamiento mecánico  Deformabilidad  Resistencia a la inmersión-compresión	-Ensayo de Marshall.  - Estabilidad - Flujo  -Área -Fuerza -Relación fuerza/área	

FUENTE: Elaborado por los investigadores



**Anexo 2.** Matriz de consistencia: *Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021.*

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
General	General	General	Independiente			METODO: TIPO DE ENFOQUE: Cuantitativo.
¿En qué medida influye el polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021?	Determinar la influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021.	El polvo del caucho de neumático influye positivamente en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo.	Polvo de caucho de neumáticos.	Polvo de caucho	-Granulometría -Temperatura de mezclado. -Dosificación (0.5%,1.0%,1.5% y 2%)	TIPO DE INVESTIGACION: Aplicada.  NIVEL: Explicativa.
Específico	Específico	Específico	Dependiente			
¿Cuál es el comportamiento mecánico de las mezclas asfálticas a las cuales se les ha incorporado polvo de caucho de neumáticos para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021?	Determinar el comportamiento mecánico de las mezclas asfálticas a las cuales se les ha incorporado polvo de caucho de neumáticos para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021.	El comportamiento mecánico tendrá mejores resultados al incorporarle polvo de caucho de neumáticos a la mezcla asfáltica.	Mezcla asfáltica	Comportamiento mecánico	-Ensayo de Marshall	DISEÑO METODOLOGICO: Experimental.  TÉCNICAS -La observación. -Ensayos de laboratorio.
¿Qué influencia tiene en la resistencia a la inmersión-compresión el polvo de caucho incorporando 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021?	Comprobar la influencia en la resistencia a la inmersión-compresión del polvo de caucho incorporando 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021.	La influencia en la resistencia a la inmersión-compresión será positiva incrementando su valor al incorporarle el polvo de caucho en las proporciones 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%		Resistencia a la inmersión-compresión	-Área -Fuerza -Relación fuerza/área	INSTRUMENTOS -Equipos de laboratorio. -Ficha de investigación. -Software (Excel)
¿La adición del polvo de caucho en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021 reducirán la deformabilidad?	Determinar la deformabilidad de la mezcla asfáltica al adicionar polvo de caucho para la pavimentación de la Av. Los Incas-Chiclayo 2021.	La deformabilidad de la mezcla asfáltica reducirá con la incorporación del polvo de caucho.		Deformabilidad	-Estabilidad -Flujo	POBLACION. Se utilizará una población de 60 briquetas.

FUENTE: elaboración propia

**Anexo 3.** Panel fotográficos de los materiales y ensayos que se realizaron.

**FOTOGRAFÍA 01:** Grava chanchada, arena zarandeada y arena chancada para la mezcla con el asfalto.



**FOTOGRAFÍA 02:** Mezclado en caliente de los agregados.



**FOTOGRAFÍA 03:** Compactado de briquetas con el martillo de Marshall



**FOTOGRAFÍA 04:** Prensa hidráulica para desmoldar las briquetas.



**FOTOGRAFÍA 05:** Briquetas de mezcla asfáltica convencional.



**FOTOGRAFÍA 06:** Briquetas de mezcla asfáltica con polvo de caucho en proporciones de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%



**FOTOGRAFÍA 07:** Baño María de las briquetas



**FOTOGRAFÍA 07:** Ruptura de Marshall de las briquetas.



**FOTOGRAFÍA 08:** Granulometría del polvo de caucho.





SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SAC


# **DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70**


**PROYECTO:**

**“Influencia del polvo de caucho  
de neumáticos en la mezcla  
asfáltica para la pavimentación  
de la Av. Los Incas - Chiclayo  
2021”.**

**SEPTIEMBRE 2021**

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).

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe 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 de la norma Manual de Carreteras EG-2013.

## 2. GENERALIDADES

La mezcla asfáltica en caliente para empleo en pavimentación se compondrá de agregados minerales gruesos, finos y materiales bituminosos.

## 3. ESPECIFICACIONES DE LOS COMPONENTES

### 3.1 AGREGADOS GRUESOS

Los agregados gruesos deben cumplir con los siguientes requerimientos:

Tabla N°01: Requerimientos de calidad del agregado grueso

Ensayos	Norma	Requerimiento
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% min.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.
Absorción	MTC E 206	1.00%

*Nota: La notación "85/50" indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 50% tiene dos caras fracturadas.*





### 3.2 AGREGADOS MINERALES FINOS

Los agregados finos deberán cumplir con los requerimientos siguientes:

Tabla N°02: Requerimientos de calidad del agregado fino

Ensayos	Norma	Requerimiento
Equivalente de Arena	MTC E 114	60% mín.
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30% mín.
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8% máx.
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP
Índice de durabilidad	MTC E 214	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	Máx. 4
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4 mín.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.
Absorción	MTC E 205	0.50%

### 3.3 AGREGADOS GLOBAL (MEZCLA DE AGREGADOS)

La mezcla de agregados deberá cumplir con los requerimientos siguientes:

Tabla N°03: Requerimientos de calidad del agregado global

Ensayos	Norma	Requerimiento
Terrones de arcilla y partículas deleznales	MTC E 212	1% máx.

### 3.4 GRADACIÓN

La gradación de la mezcla asfáltica deberá responder a alguno de los siguientes usos granulométricos.

Tabla N°04: Usos granulométricos especificados

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

### 3.5 MEZCLA ASFALTICA

Las características de calidad de la mezcla asfáltica deberán estar de acuerdo con las exigencias para mezclas de concreto bituminoso que se indican en la tabla siguiente:

Tabla N°05: Resumen de las propiedades de la Mezclas Asfáltica

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

#### 4. DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA

##### 4.1 AGREGADO GRUESO

- **Piedra chancada <3/4"**. - Material procesado, producto del chancado del over mayor a 2", teniendo como TM de 3/4" y un TMN de 1/2"

Tabla N°06: Resumen de las Propiedades del Agregado Grueso

Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultados	Observaciones
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	5.9%	Cumple
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	19.5%	Cumple
Adherencia	MTC E 517	+95	+95	Cumple
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% min.	53.6	Cumple
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	6.5%	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%	0.42%	Cumple

##### 4.2 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 N°07: Resumen de las Propiedades del Agregado Fino

Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultados	Observaciones
Equivalente de Arena	MTC E 114	60% mín.	70%	Cumple
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30% mín.	49.9%	Cumple
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8% máx.	2.18%	Cumple
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	N.P.	Cumple
Índice de durabilidad	MTC E 214	35 mín.	61.7	Cumple
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	Máx. 4	2.4%	Cumple
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4 mín.	Grado 5	Cumple
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.04%	Cumple

### 3.1 MEZCLA DE AGREGADOS

- Agregado global

Tabla N°08: Resumen de las Propiedades del Agregado Global

Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultados	Observaciones
Terrones de arcilla y partículas deleznales	MTC E 212	1% máx.	0.01%	Cumple

### 4.3 PRUEBAS DE ADHERENCIA EN LOS AGREGADOS

Se han desarrollado pruebas de adherencia en los agregados finos y gruesos, para el agregado fino de la mezcla de arenas mediante el procedimiento de ensayo de Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos (Riedel Weber) y para la mezcla de gravas mediante el ensayo de adherencia del agregado grueso.

Tabla N°09: Resumen de los ensayos de Afinidad entre agregados y bitumen.

Material	Dosis aditiva	Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultado
Arena Zarandeada	0.50%	Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	Grado 4 mín.	Grado 5
Arena Chancada					
Agregado grueso	0.50%	Adherencia	MTC 519	+ 95	+ 95%

#### 4.4 COMBINACIÓN DE AGREGADOS DISEÑO

Tabla N°10: Combinación física y teórica de agregados para la mezcla asfáltica

Tamices	Agregados a intervenir			MAC - 2		
	Tolva 1	Tolva 2	Tolva 3	Combinación teórica (%)	Especificación	
	Piedra Chancada (%)	Arena Chancada (%)	Arena Zarandeada (%)			
	42.0	28.0	30.0	100.0	MAC-2	
3/4"	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100
1/2"	83.0	100.0	100.0	92.9	80	100
3/8"	39.7	100.0	100.0	74.7	70	88
# 04	0.6	95.4	95.5	55.6	51	68
# 10	0.0	68.7	82.3	43.9	38	52
# 40	0.0	35.0	46.0	23.6	17	28
# 80	0.0	14.9	30.9	13.4	8	17
# 200	0.0	6.7	13.3	5.9	4	8

#### 4.5 PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

Tabla N°11: Porcentajes de agregados para la mezcla asfáltica

Agregados	Diseño MAC-2
Piedra chancada	42.0%
Arena chancada	28.0%
Arena zarandeada	30.0%
Cemento Asfáltico	5.76%
Aditivo Mejorador de Adherencia	0.5%

#### 4.6 RESULTADOS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL

La mezcla asfáltica resultante debe tener las siguientes propiedades:

Tabla N°12: Resumen de las propiedades de la Mezclas Asfáltica

Parámetro de diseño	Especificaciones	Resultados	Observaciones
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	1244kg	Cumple
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56	3.3	Cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. – máx.)	3 - 5	3.7	Cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	16%	Cumple

#### 4.7 RESULTADOS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL CON POLVO DE NEUMÁTICOS

Tabla N°13: Resumen de las propiedades de la Mezclas Asfáltica con polvo de neumáticos

Parámetro de diseño	Especificaciones	Polvo de caucho (0.5%)	Observaciones
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	1287	Cumple
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56	3.30	Cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. – máx.)	3 - 5	4.22	Cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	16.26	Cumple
Parámetro de diseño	Especificaciones	Polvo de cacuho (1.0%)	Observaciones
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	1234	Cumple
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56	3.47	Cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. – máx.)	3 - 5	4.92	Cumple

5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	17.07	Cumple
Parámetro de diseño	Especificaciones	Polvo de caucho (1.5%)	Observaciones
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	775	No cumple
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56	3.85	No cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. - máx.)	3 - 5	6.29	No cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	18.22	Cumple
Parámetro de diseño	Especificaciones	Polvo de caucho (2.0%)	Observaciones
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	544	No cumple
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56	4.02	No cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. - máx.)	3 - 5	8.11	No cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	19.59	Cumple

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los agregados gruesos cantera Tres Tomas cumplen satisfactoriamente lo exigido en las especificaciones técnicas.
- La mezcla asfáltica consiste en una combinación de agregados gruesos, agregado finos, cemento asfáltico PEN 60-70 y aditivo mejorador de adherencia en las siguientes proporciones diseño: piedra chancada (42%), arena chancada (28%), arena zarandeada (30%), y pen 60/70 (5.76%) y aditivo mejorador de adherencia en las proporciones del diseño (0.5%).
- Se utilizó la gradación del tipo MAC-2, establecida en la Especificaciones Técnicas de la norma Manual de Carreteras EG-2013.

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



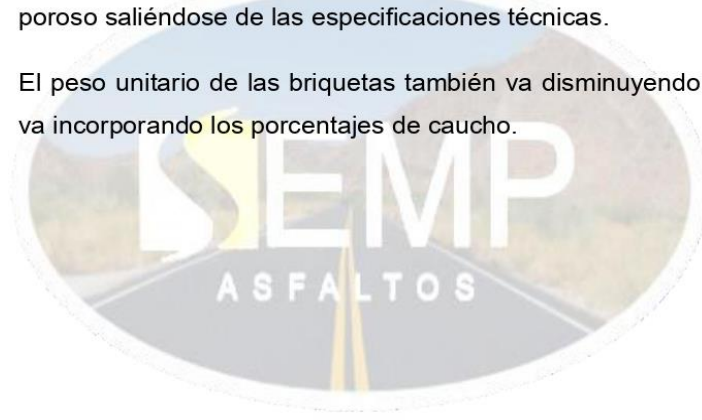
Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

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

- El óptimo contenido de cemento asfáltico obtenido para el diseño es de 5.76%.
- De acuerdo con los resultados obtenidos sobre efecto que tiene el caucho en las proporciones 0.5% y 1.0%, los resultados se encuentran dentro de los parámetros exigidos de estabilidad, porcentaje de vacíos y flujo.
- En los porcentajes de 1.5% y 2.0%, la mezcla va perdiendo estabilidad y el porcentaje de vacíos aumenta dando un material más poroso saliéndose de las especificaciones técnicas.
- El peso unitario de las briquetas también va disminuyendo según se va incorporando los porcentajes de caucho.



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

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).



**6. ANEXOS**

**6.1 DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA**

**6.2 DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE NEUMÁTICOS**

**6.3 ENSAYOS DE REQUERIMIENTOS DE AGREGADO GRUESO**

**6.4 ENSAYOS DE REQUERIMIENTOS DE AGREGADO FINO**

**6.5 GRANULOMETRIA DE COMPONENTES**



  
**SEMP** SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Secundino Burgos Fernandez**  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 189278

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).



  
**SEMP** SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C  
**Secundino Buaya Fernandez**  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 180278

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).

## 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)

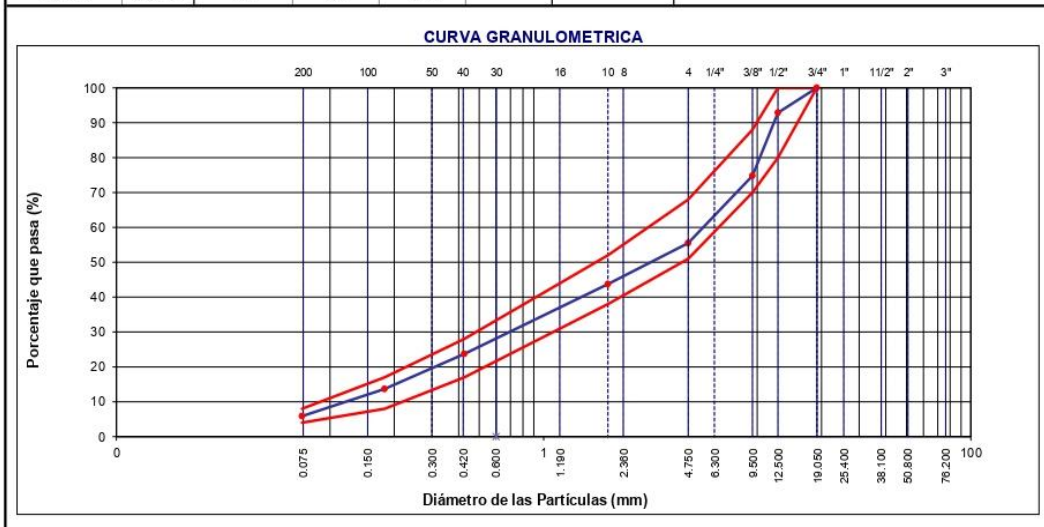
Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS (MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27)

PROYECTO	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
DESCRIPCIÓN	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	FECHA: Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	42.0%
Arena Chancada	28.0%
Arena Zarandeada	30.0%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO							
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION N MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000				100.0	100	TAMAÑO MÁXIMO 3/4"
1/2"	12.500	356.0	7.1	7.1	92.9	80	Peso inicial seco : 5000.0 gr
3/8"	9.500	904.0	18.1	25.2	74.8	70	Peso fracción fino : 700.0 gr
Nº 4	4.750	965.0	19.3	44.5	55.5	51	Peso húmedo : 700.0 gr
Nº 10	2.000	148.4	11.8	56.3	43.7	38	Peso seco : 690.0 gr
Nº 40	0.425	252.6	20.0	76.3	23.7	17	Humedad : 1.45 %
Nº 80	0.180	126.9	10.1	86.4	13.6	8	
Nº 200	0.074	98.0	7.8	94.1	5.9	4	
< Nº 200	FONDO	74.1	5.9	100.0			



Observaciones :

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

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

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

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas ('Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>RESP. LAB. :</b> S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB. :</b> C.A.D.S
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA :</b> Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	42.0%
Arena Chancada	28.0%
Arena Zarandeada	30.0%
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	44.50	42.50											
B Arena.	55.50	53.00											
<b>Mezcla</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>92.9</b>	<b>74.8</b>	<b>55.5</b>	<b>43.7</b>	<b>23.7</b>	<b>13.6</b>	<b>5.9</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	Numero de probeta	#				
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.50	42.50	42.50	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	53.00	53.00	53.00	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%				
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.	2.636	2.636	2.636	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.666	2.666	2.666	2.651
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.651	2.651	2.651	2.617
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6.1	6.0	6.0	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1224.5	1225.4	1223.6	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1227.6	1227.9	1225.6	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	678.9	679.0	679.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	548.7	548.9	546.6	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.232	2.232	2.239	2.234
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.443	2.443	2.443	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2)(7/8) + (4/2)(9/10))$	gr/cc.	2.458	2.458	2.458	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	8.67	8.63	8.39	8.56
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.632	2.632	2.632	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.658	2.658	2.658	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-0.25	-0.25	-0.25	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 17/21$	%	80.97	81.00	81.22	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	10.36	10.36	10.39	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	19.03	19.00	18.78	18.93
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	4.74	4.74	4.74	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	54.44	54.55	55.34	54.78
30	Lectura del aro.	kg	145	150	160	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	613.7	634.7	676.5	
32	Factor de estabilidad		0.89	0.89	0.89	
33	Estabilidad corregida 31 * 32	kg	546	565	602	571
34	Lectura del flexímetro $(0.01") (35 / 0.254)$	pul.	9	10	9	9
34	Fluencia	m.m.	2.29	2.54	2.29	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2389	2224	2634	2416

Observaciones :

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Blasquez Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CH. 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.

## DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

<b>PROYECTO</b>	"Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b> : Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	42.0%
Arena Chancada	28.0%
Arena Zarandeada	30.0%
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	44.50	42.28										
B Arena.	55.50	52.73										
<b>Mezcla</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>92.9</b>	<b>74.8</b>	<b>55.5</b>	<b>43.7</b>	<b>23.7</b>	<b>13.6</b>	<b>5.9</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	Numero de probeta	#				
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.0	5.0	5.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	42.28	42.28	42.28	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	52.73	52.73	52.73	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%				
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, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.636	2.636	2.636	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.666	2.666	2.666	2.651
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.651	2.651	2.651	2.617
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6.1	6.1	6.1	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1221.2	1224.5	1223.6	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1223.9	1227.0	1225.9	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	695.8	697.0	696.0	
16	Volumen de la Probeta	c.c.	528.1	530.0	529.9	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.312	2.310	2.309	2.311
18	Peso específico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.446	2.446	2.446	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)))$	gr/cc.	2.440	2.440	2.440	
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.47	5.56	5.61	5.55
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.632	2.632	2.632	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-2)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2.658	2.658	2.658	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4*P-10))$	gr/cc.	2.640	2.640	2.640	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.12	0.12	0.12	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	83.47	83.39	83.35	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	11.06	11.05	11.04	
27	% vacios del agregado mineral $100-25$	%	16.53	16.61	16.65	16.60
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	4.88	4.88	4.88	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	66.89	66.53	66.32	66.58
30	Lectura del aro.	kg	234	240	227	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	987	1012	957	
32	Factor de estabilidad		0.96	0.96	0.96	
33	Estabilidad corregida $31*32$	kg	947	971	919	946
34	Lectura del fleximetro (0.01") $(35/0.254)$	pul.	11	11	12	11
34	Fluencia	m.m.	2.79	2.79	3.05	
35	Relacion Estabilidad /Fluencia	kg/cm	3390	3476	3015	3293

Observaciones :

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. CIR. 185278



# 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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b> : Septiembre 2021

### DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada	42.0%
Arena Chancada	28.0%
Arena Zarandeada	30.0%

PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.50	42.05
B Arena.	55.50	52.45

### % Que Pasa el Tamiz

	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200
Mezcla	100.0	100.0	92.9	74.8	55.5	43.7	23.7	13.6	5.9	
Especificaciones	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	%	5.5	5.5	5.5	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	42.05	42.05	42.05	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	52.45	52.45	52.45	
5 % de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%				
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.	2.636	2.636	2.636	
8 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2.666	2.666	2.666	2.651
9 Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	
10 Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.651	2.651	2.651	2.617
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc.				
12 Altura promedio de la probeta	cm.	6.2	6.2	6.1	
13 Peso de la probeta en el aire	gr.	1229.6	1228.5	1231.2	
14 Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1231.3	1230.6	1233.9	
15 Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	708.6	707.9	707.0	
16 Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	522.7	522.7	526.9	
17 Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTMD 2726 , MTC E 514 )	gr/cc.	2.352	2.350	2.337	2.346
18 Peso específico teorico maximo (Rice) (ASTMD 2041 , AASHTO T 209 , MTC E 508)	gr/cc.	2.435	2.435	2.435	
19 Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/6)+(3*2/(7+8))+4*2/(9+10))$	gr/cc.	2.422	2.422	2.422	
20 % de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	3.39	3.48	4.04	3.64
21 Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.632	2.632	2.632	
22 Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2.658	2.658	2.658	
23 Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4*P-10))$	gr/cc.	2.649	2.649	2.649	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.24	0.24	0.24	
25 % del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	84.46	84.38	83.90	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	12.15	12.14	12.07	
27 % vacios del agregado mineral 100-25	%	15.54	15.62	16.10	15.75
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	5.27	5.27	5.27	
29 Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	78.17	77.72	74.92	76.94
30 Lectura del aro.	kg	300	295	290	
31 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1263	1242	1221	
32 Factor de estabilidad		0.96	0.96	0.96	
33 Estabilidad corregida 31*32	kg	1212	1192	1172	1192
34 Lectura del fleximetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	13	12	12.5	13
34 Fluencia	m.m.	3.30	3.05	3.18	
35 Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3672	3912	3692	3759

Observaciones :

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Cesar A. Diaz-Salvedra  
TECNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Buitrago 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.

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

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas ('Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>RESP. LAB. :</b> S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB. :</b> C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA :</b> Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	42.0%
Arena Chancada	28.0%
Arena Zarandeada	30.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
A	Grava Triturada	44.50	41.83	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200
B	Arena.	55.50	52.17										
<b>Mezcla</b>				<b>100</b>	<b>100.0</b>	<b>92.9</b>	<b>74.8</b>	<b>55.5</b>	<b>43.7</b>	<b>23.7</b>	<b>13.6</b>	<b>5.9</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>	

#	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.0	6.0	6.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.83	41.83	41.83	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.17	52.17	52.17	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%				
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.	2.636	2.636	2.636	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.666	2.666	2.666	2.651
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.651	2.651	2.651	2.617
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6.2	6.0	6.0	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1232.3	1230.6	1233.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1235.0	1232.9	1236.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	709.0	710.0	710.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	526.0	522.9	526.0	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.343	2.353	2.344	2.347
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.441	2.441	2.441	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3^2 / (7+8)) + (4^2 / (9+10)))$	gr/cc.	2.404	2.404	2.404	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.02	3.59	3.95	3.85
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (3/11))$	gr/cc.	2.632	2.632	2.632	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.658	2.658	2.658	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3P - 8) + (4P - 10))$	gr/cc.	2.679	2.679	2.679	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.68	0.68	0.68	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 17/21$	%	83.67	84.05	83.73	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	12.31	12.36	12.32	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	16.33	15.95	16.27	16.18
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	5.36	5.36	5.36	
29	Relacion betun vacios $(26/27) * 100$	%	75.36	77.51	75.70	76.19
30	Lectura del aro.	kg	298	290	284	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1255	1221	1196	
32	Factor de estabilidad		0.96	0.96	0.96	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1204	1172	1148	1175
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	13	13	13.5	13
34	Fluencia	m.m.	3.30	3.30	3.43	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3648	3550	3348	3515

Observaciones :

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Elvira 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).

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

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>RESP. LAB. :</b> S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB. :</b> C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA :</b> Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	42.0%
Arena Chancada	28.0%
Arena Zarandeada	30.0%
<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	44.50	41.61										
B Arena.	55.50	51.89										
<b>Mezcla</b>			<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>92.9</b>	<b>74.8</b>	<b>55.5</b>	<b>43.7</b>	<b>23.7</b>	<b>13.6</b>	<b>5.9</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	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.5	6.5	6.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	41.61	41.61	41.61	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	51.89	51.89	51.89	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%				
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	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.	2.636	2.636	2.636	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2.666	2.666	2.666	2.661
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.651	2.651	2.651	2.617
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6.1	6.2	6.1	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1204.6	1205.6	1204.6	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1208.6	1209.0	1208.9	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	692.6	691.0	691.0	
16	Volumen de la Probeta	c.c.	516.0	518.0	517.9	
17	Peso Unitario de la Probeta	gr/cc.	2.334	2.327	2.326	2.329
18	Peso especifico teorico maximo (Rice)	gr/cc.	2.447	2.447	2.447	
19	Maxima densidad teorica de los agregados	gr/cc.	2.387	2.387	2.387	
20	% de vacios con aire	%	4.58	4.87	4.93	4.79
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.632	2.632	2.632	
22	Peso especifico Aparente del agregado total	gr/cc.	2.658	2.658	2.658	
23	Peso especifico efectivo del agregado total	gr/cc.	2.710	2.710	2.710	
24	Asfalto absorbido por el agregado total	%	1.11	1.11	1.11	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	82.93	82.68	82.63	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta	%	12.49	12.45	12.44	
27	% vacios del agregado mineral	%	17.07	17.32	17.37	17.25
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla	%	5.46	5.46	5.46	
29	Relacion betun vacios	%	73.16	71.88	71.62	72.22
30	Lectura del aro.	kg	251	242	260	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1058	1020	1095	
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida	kg	1058	1020	1095	1058
34	Lectura del fleximetro	pul.	14	14	15	14
34	Fluencia	m.m.	3.56	3.56	3.81	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2975	2868	2875	2906

Observaciones :

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Secundino Blasco 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).

### GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b> : Septiembre 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
1.- PESO DEL MATERIAL	1205.6	1206.3	1208.5	1205.6	1206.4
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4441.9	4442.6	4444.8	4441.9	4442.7
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3948.5	3949.5	3948.5	3948.0	3949.6
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	493.4	493.1	496.3	493.9	493.1
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.443	2.446	2.435	2.441	2.447
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.443	2.446	2.435	2.441	2.447

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.76	DISEÑO	

Observaciones :

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

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

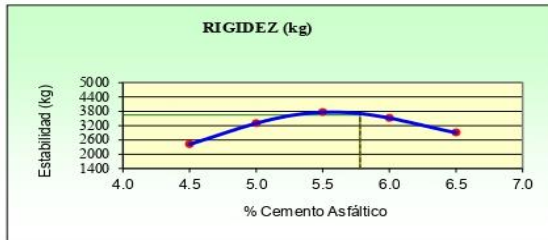
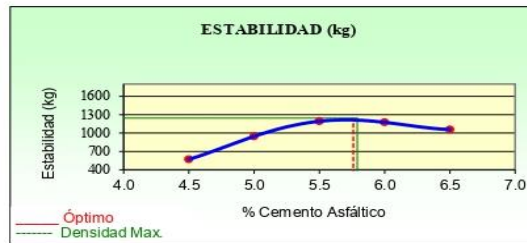
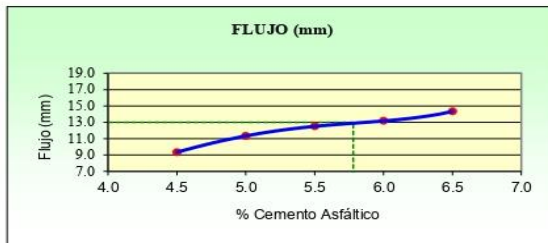
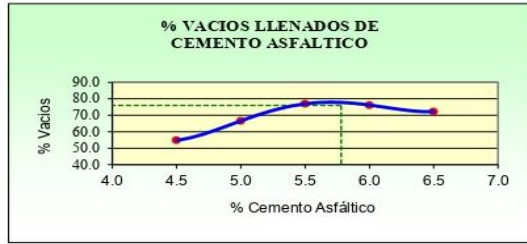
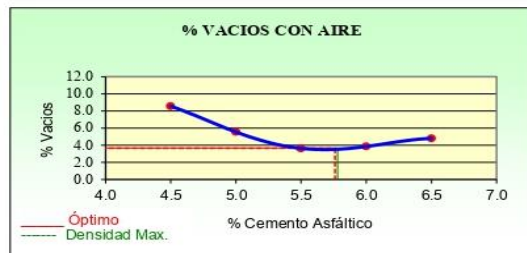
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

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

## REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas ("Corporación Asfalpaca S.A.C.")	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b> : Septiembre 2021



RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	5.76
Peso Unitario (gr/cm2)	2.353
Vacios (%)	3.7
Vacios del Agregado mineral (%)	16.0
Vacios Llenados de C.A (%)	76.0
Flujo (mm)	3.3
Estabilidad (Kg)	1244
Relación Polvo Asfalto	0.98
Rigidez	3642

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Secundino Busta Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 189278



## 6.2 DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE NEUMÁTICOS



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

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).

# 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)

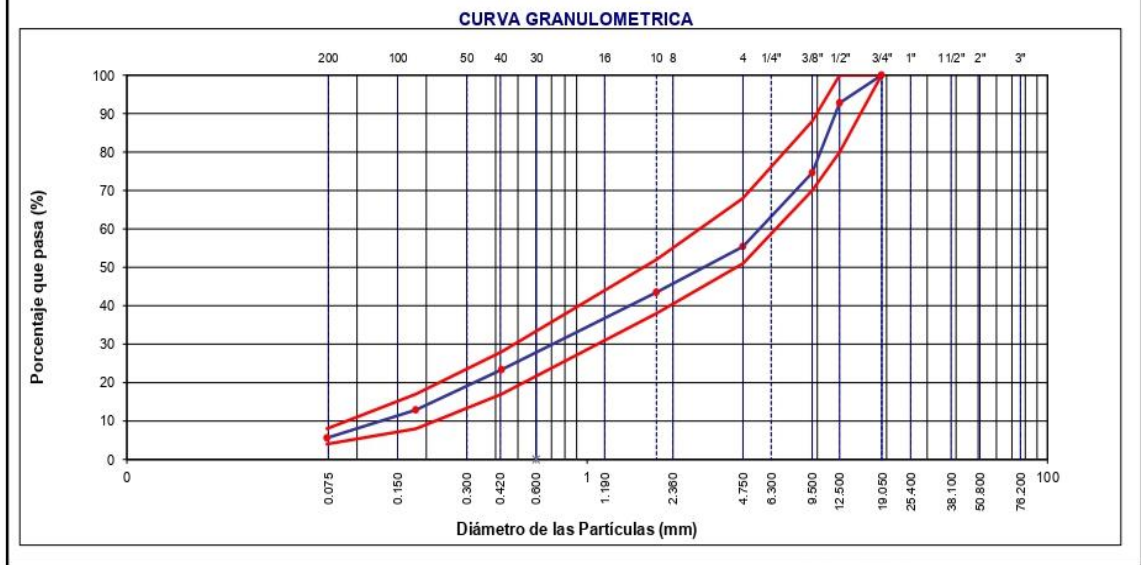
## ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

(MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27)

PROYECTO	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	RESP. LAB. : S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. : C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	FECHA : Septiembre 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados	
SOLICITANTE	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	42.0%
Arena Chancada	28.0%
Arena Zarandeada	29.5%
Polvo de caucho de neumáticos	0.5%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO								
TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION MAC - 2		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA			
1"	25.000					100	100	<b>TAMAÑO MAXIMO 3/4"</b> Peso inicial seco : 5000.0 gr Peso fraccion fino : 700.0 gr
3/4"	19.000				100.0	100	100	
1/2"	12.500	362.0	7.2	7.2	92.8	80	100	
3/8"	9.500	908.0	18.2	25.4	74.6	70	88	
Nº 4	4.750	961.0	19.2	44.6	55.4	51	68	
Nº 10	2.000	150.2	11.9	56.5	43.5	38	52	
Nº 40	0.425	254.6	20.1	76.6	23.4	17	28	
Nº 80	0.180	132.5	10.5	87.1	12.9	8	17	
Nº 200	0.074	92.0	7.3	94.4	5.6	4	8	
< Nº 200	FONDO	70.7	5.6	100.0				



Observaciones :

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 Buzza Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CR. 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.

## DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	RESP. LAB. : S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. : C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	FECHA : Septiembre 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados	
SOLICITANTE	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	42.0%
Arena Chancada	28.0%
Arena Zarandeada	29.5%
Polvo de caucho de neumáticos	0.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.62	42.05
B Arena.	55.38	52.19

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200
Mezcla	100.0	100.0	92.8	74.6	55.4	43.5	23.4	12.9	5.6	
Especificaciones	100	100	80-100	70-85	51-65	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8	

#	Descripción	#	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.76	5.76	5.76	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	42.05	42.05	42.05	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	52.19	52.19	52.19	
5	% de filler en peso de mezcla(mínimo 65% pasa malla #200)	%				
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/oc.	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/oc.	2.636	2.636	2.636	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/oc.	2.666	2.666	2.666	2.651
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/oc.	2.583	2.583	2.583	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/oc.	2.651	2.651	2.651	2.617
11	Peso específico aparente del filler	gr/oc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6.1	6.2	6.1	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1225.5	1226.3	1224.5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1228.6	1228.9	1226.9	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	704.2	704.0	704.4	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	524.4	524.9	522.5	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/oc.	2.337	2.336	2.344	2.339
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/oc.	2.442	2.442	2.442	
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/((2/6)+(3*2/(7+8))+4*2/(9+10))	gr/oc.	2.413	2.413	2.413	
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.30	4.33	4.03	4.22
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/oc.	2.632	2.632	2.632	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/oc.	2.658	2.658	2.658	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/((3/8-9)+(4/10-10))	gr/oc.	2.669	2.669	2.669	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.54	0.54	0.54	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	83.67	83.65	83.91	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	12.03	12.02	12.06	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	16.33	16.35	16.09	16.26
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	5.25	5.25	5.25	
29	Relación betun vacíos (26/27)*100	%	73.66	73.52	74.95	74.04
30	Lectura del aro.	kg	271	268	286	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1142	1129	1204	
32	Factor de estabilidad		0.96	0.96	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1258	1278	1326	1277
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	13	13	13	13
34	Fluencia	m.m.	3.30	3.30	3.30	3.30
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	381.2	387.2	401.8	390.1

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Salvedra  
TECNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burgos Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. CIP 18272



## 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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas ("Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b> : Septiembre 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO			5.5		
1.- PESO DEL MATERIAL			1207.8		
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE			3236.3		
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)			4444.1		
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3949.5	3949.5	3949.5		
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	499.5	491.2	494.6	492.2	
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.442	2.442	2.442	2.440	2.444
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.454	2.450	2.442	2.440	2.444

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.76	DISEÑO	

Observaciones :

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burgos 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)

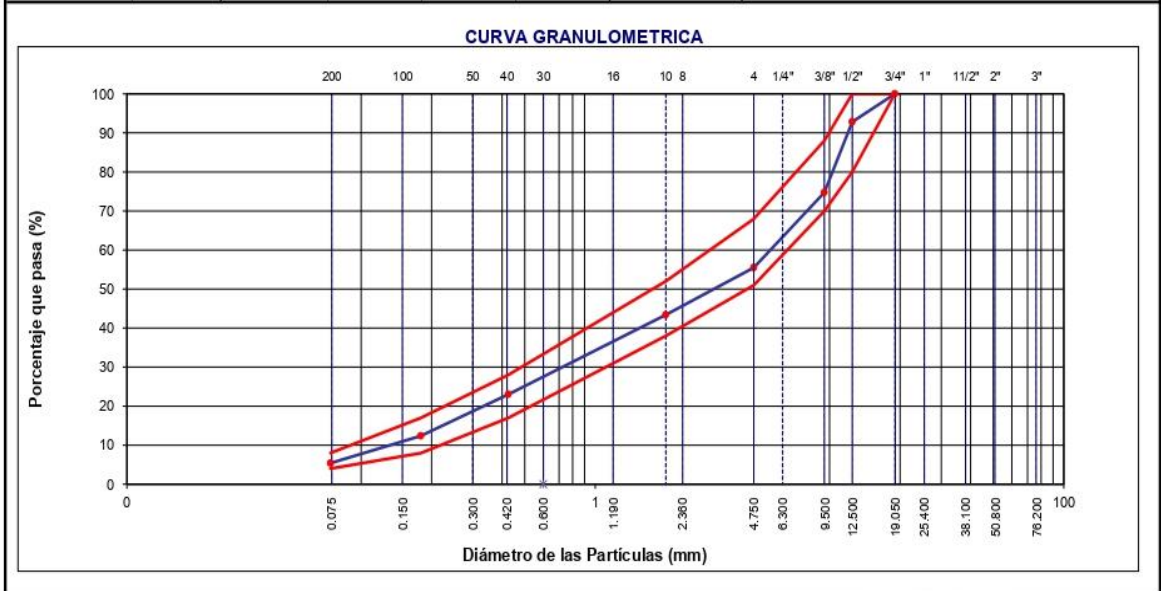
## ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

(MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27)

PROYECTO	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	FECHA: Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	42.0%
Arena Chancada	28.0%
Arena Zarandeada	29.0%
Polvo de caucho de neumáticos	1.0%
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					100 100	<b>TAMAÑO MAXIMO 3/4"</b> Peso inicial seco : 5000.0 gr Peso fraccion fino : 700.0 gr
3/4"	19.000				100.0	100 100	
1/2"	12.500	358.0	7.2	7.2	92.8	80 100	
3/8"	9.500	905.0	18.1	25.3	74.7	70 88	
Nº 4	4.750	963.0	19.3	44.5	55.5	51 68	
Nº 10	2.000	152.4	12.1	56.6	43.4	38 52	
Nº 40	0.425	256.9	20.4	77.0	23.0	17 28	
Nº 80	0.180	134.5	10.7	87.6	12.4	8 17	
Nº 200	0.074	88.0	7.0	94.6	5.4	4 8	
< Nº 200	FONDO	68.2	5.4	100.0			



Observaciones :

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

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Bluma Fernández*  
**Secundino Bluma Fernández**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 139276



# 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

PROYECTO	"Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	: Tres Tomas (*Corporación Asfalpaca S.A.C.)		RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados		TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl		FECHA : Septiembre 2021

### DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada	42.0%
Arena Chancada	28.0%
Arena Zarandeada	29.0%
Polvo de caucho de neumáticos	1.0%

### PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.52	41.96
B Arena.	55.48	52.28

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200
Mezcla	100.0	100.0	92.8	74.7	55.5	43.4	23.0	12.4	5.4	
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8	

#	Descripción	#	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.76	5.76	5.76	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	41.96	41.96	41.96	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	52.28	52.28	52.28	
5	% de filler en peso de mezcla(mínimo 65% pasa malla #200)	%				
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 205)	gr/cc.	2.636	2.636	2.636	
8	Peso específico Aparente de la grava (-#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc.	2.666	2.666	2.666	2.651
9	Peso específico Bulk de la arena(-#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	
10	Peso específico Aparente de la arena(-#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.651	2.651	2.651	2.637
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1218.6	1219.6	1221.6	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1223.6	1224.6	1228.5	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	698.8	698.8	699.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	524.8	525.8	529.5	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/10 (ASTM D 2720, MTC E 514)	gr/cc.	2.322	2.320	2.307	2.316
18	Peso específico teórico máximo (R)ice (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.436	2.436	2.436	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100/((2/5)+(3^2/(7+8)+(4^2/(9+10)))$	gr/cc.	2.413	2.413	2.413	
20	% de vacíos con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.68	4.78	5.29	4.92
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.632	2.632	2.632	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2.658	2.658	2.658	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/((3P-8)+(4^2P-10))$	gr/cc.	2.662	2.662	2.662	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23^2*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.43	0.43	0.43	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)^2/17*21$	%	83.14	83.05	82.61	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	12.18	12.17	12.10	
27	% vacíos del agregado mineral $100-25$	%	16.86	16.95	17.39	17.07
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)^2(3+4)$	%	5.36	5.36	5.36	
29	Relacion betun vacíos $(26/27)^2*100$	%	72.24	71.78	69.57	71.19
30	Lectura del aro.	kg	245	238	251	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1033	1003	1058	
32	Factor de estabilidad		0.96	0.96	0.96	
33	Estabilidad corregida $31^2*32$	kg	1216	1236	1250	1234
34	Lectura del flexímetro (0.01") $(35 / 0.254)$	pul.	14	13.5	13.5	14
34	Fluencia	m.m.	3.56	3.43	3.43	3.47
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3416	3603	3644	3554

Observaciones :

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Díaz Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 188278





## 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** : "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".  
**DESCRIPCION** : Cemento Asfáltico Pen 60/70  
**CANTERA** : Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)  
**MATERIAL** : Combinación de agregados  
**SOLICITANTE** : Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl

**RESP. LAB.** : S.B.F.  
**TEC. LAB.** : C.A.D.S.  
**FECHA** : Septiembre 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO			5.5		
1.- PESO DEL MATERIAL			1205.6		
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE			3236.3		
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)			4441.9		
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3948.0	3948.0	3947.0		
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	489.5	481.2	494.9	492.2	
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		2.436	2.436	2.440	2.444
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.454	2.450	2.436	2.440	2.444

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.76	DISEÑO	

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 Blanca 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.

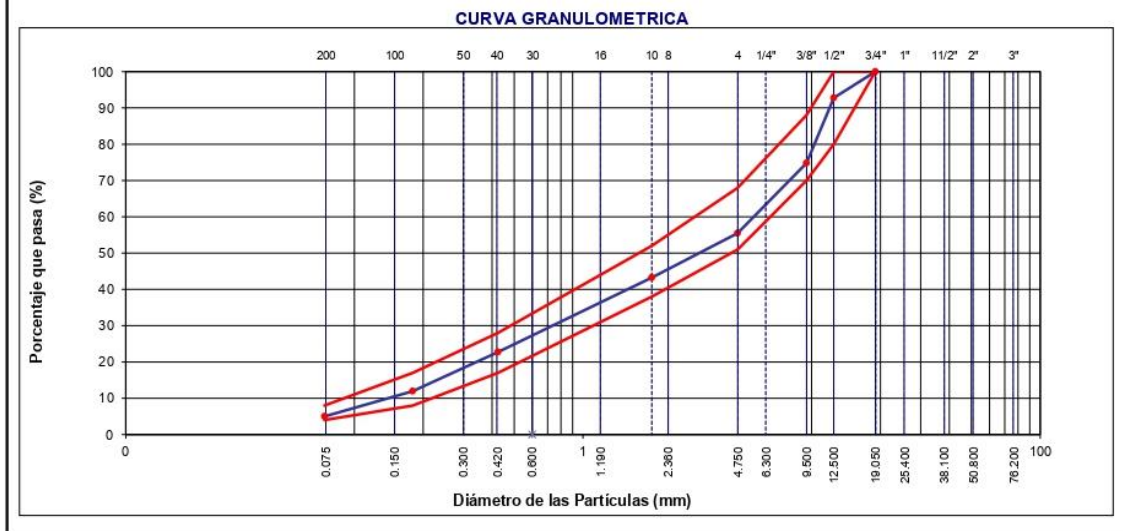
### ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

(MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27)

PROYECTO	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	RESP. LAB.: S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB.: C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	FECHA: Septiembre 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados	
SOLICITANTE	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	42.0%
Arena Chancada	28.0%
Arena Zarandeada	28.5%
Polvo de caucho de neumáticos	1.5%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO								DESCRIPCION DE LA MUESTRA
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION N MAC - 2		
1"	25.000					100	100	<b>TAMAÑO MAXIMO 3/4"</b> Peso inicial seco : 5000.0 gr Peso fraccion fino : 700.0 gr
3/4"	19.000				100.0	100	100	
1/2"	12.500	361.0	7.2	7.2	92.8	80	100	
3/8"	9.500	899.0	18.0	25.2	74.8	70	88	
Nº 4	4.750	965.0	19.3	44.5	55.5	51	68	
Nº 10	2.000	154.6	12.3	56.8	43.2	38	52	
Nº 40	0.425	258.9	20.5	77.3	22.7	17	28	
Nº 80	0.180	135.9	10.8	88.1	11.9	8	17	
Nº 200	0.074	87.6	6.9	95.0	5.0	4	8	
< Nº 200	FONDO	63.0	5.0	100.0				



Observaciones :

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Buzza Fernández  
 REG. CIVIL 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.

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

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas ('Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b> : Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	42.0%
Arena Chancada	28.0%
Arena Zarandeada	28.5%
Polvo de caucho de neumáticos	1.5%
<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	
<b>A</b> Grava Triturada	44.50	41.94											
<b>B</b> Arena.	55.50	52.30											
<b>Mezcla</b>			<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>92.8</b>	<b>74.8</b>	<b>55.5</b>	<b>43.2</b>	<b>22.7</b>	<b>11.9</b>	<b>5.0</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	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.76	5.76	5.76	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	41.94	41.94	41.94	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	52.30	52.30	52.30	
5	% de filer en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%				
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	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.	2.636	2.636	2.636	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2.666	2.666	2.666	2.661
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.651	2.651	2.651	2.617
11	Peso especifico aparente del filer	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1223.6	1224.5	1223.9	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1228.9	1229.0	1229.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	693.2	693.0	693.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	535.7	536.0	536.0	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514 )	gr/cc.	2.284	2.285	2.283	2.284
18	Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 , MTC E 508)	gr/cc.	2.437	2.437	2.437	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100((2/6)+(3*2/(7+8))+(4*2/(9+10)))$	gr/cc.	2.413	2.413	2.413	
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	6.28	6.26	6.31	6.29
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.632	2.632	2.632	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2.638	2.638	2.638	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P-8)+(4*P-10))$	gr/cc.	2.663	2.663	2.663	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*2)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.45	0.45	0.45	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	81.78	81.80	81.76	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	11.94	11.94	11.93	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	18.22	18.20	18.24	18.22
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	5.34	5.34	5.34	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	65.52	65.58	65.41	65.50
30	Lectura del aro.	kg	198	200	194	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	836	844	819	
32	Factor de estabilidad		0.93	0.93	0.93	
33	Estabilidad corregida $31*32$	kg	777	785	762	775
34	Lectura del fleximetro $(0.01") (35 / 0.254)$	pul.	15	15	15.5	15
34	Fluencia	m.m.	3.81	3.81	3.94	3.85
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2040	2060	1935	2012

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
CÓDIGO: D-113  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
EMP ASFALTOS  
Secundino Busta 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).

### GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas ('Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b> : Septiembre 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO			5.5		
1.- PESO DEL MATERIAL			1206.9		
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE			3236.3		
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)			4443.2		
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3948.0	3948.0	3948.0		
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	489.5	491.2	495.2	492.2	
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		2.437	2.437	2.440	2.444
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.454	2.450	2.437	2.440	2.444

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.76	DISEÑO	

Observaciones :

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

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Secundino Buzga Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. C.I.P. 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.

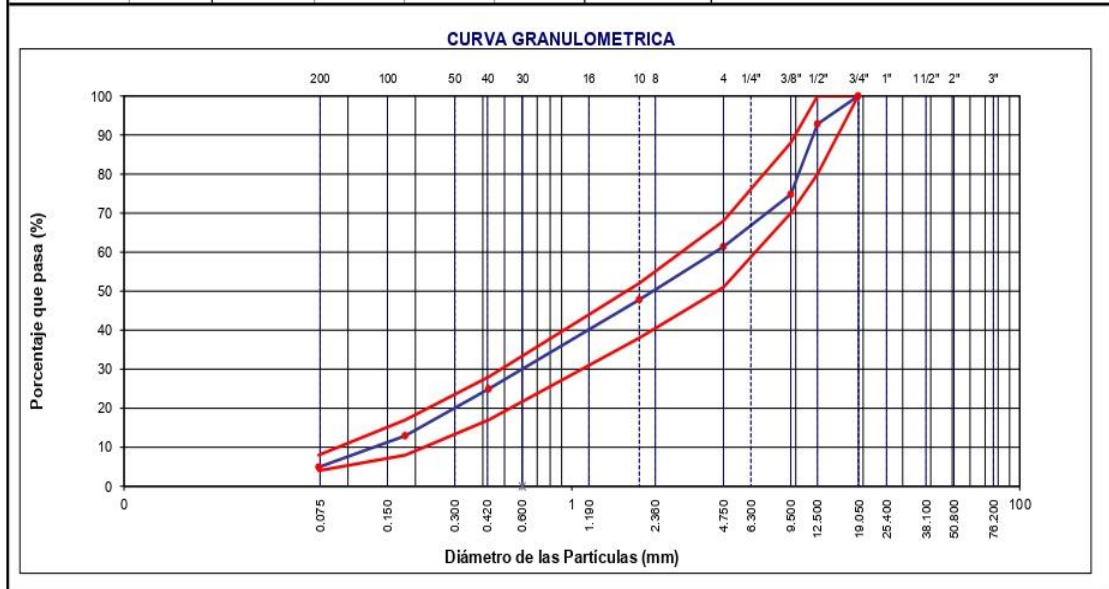
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS

(MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27)

PROYECTO	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
DESCRIPCIÓN	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	42.0%
Arena Chancada	28.0%
Arena Zarandeada	28.0%
Polvo de caucho de neumáticos	2.0%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO								DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION N MAC - 2		
1"	25.000					100	100	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b> 3/4" <b>Peso inicial seco</b> : 5000.0 gr <b>Peso fracción fino</b> : 700.0 gr
3/4"	19.000				100.0	100	100	
1/2"	12.500	358.0	7.2	7.2	92.8	80	100	
3/8"	9.500	902.0	18.0	25.2	74.8	70	88	
Nº 4	4.750	672.0	13.4	38.6	61.4	51	68	
Nº 10	2.000	154.5	13.5	52.2	47.8	38	52	
Nº 40	0.425	261.2	22.9	75.1	24.9	17	28	
Nº 80	0.180	136.9	12.0	87.1	12.9	8	17	
Nº 200	0.074	91.5	8.0	95.1	4.9	4	8	
< Nº 200	FONDO	55.9	4.9	100.0				



Observaciones :

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Blanga Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIR. 199278



# 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>	"Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	
	<b>RESP. LAB. :</b>	S.B.F.
	<b>TEC. LAB. :</b>	C.A.D.S.
	<b>FECHA :</b>	Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	42.0%
Arena Chancada	28.0%
Arena Zarandeada	28.0%
Polvo de caucho de neumáticos	2.0%
<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	38.64	36.41										
B Arena.	61.36	57.83										
<b>Mezcla</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>92.8</b>	<b>74.8</b>	<b>61.4</b>	<b>47.8</b>	<b>24.9</b>	<b>12.9</b>	<b>4.9</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	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.76	5.76	5.76	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	36.41	36.41	36.41	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	57.83	57.83	57.83	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%				
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	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.	2.636	2.636	2.636	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2.666	2.666	2.666	2.661
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.651	2.651	2.651	2.617
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1228.6	1230.9	1231.5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1239.0	1240.2	1241.1	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	692.1	692.0	691.5	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	546.9	548.2	549.6	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc.	2.246	2.245	2.241	2.244
18	Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 , MTC E 508)	gr/cc.	2.442	2.442	2.442	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/6)+(3^2/(7+8)+(4^2/(9+10)))$	gr/cc.	2.411	2.411	2.411	
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	8.02	8.07	8.25	8.11
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.630	2.630	2.630	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2.657	2.657	2.657	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))$	gr/cc.	2.669	2.669	2.669	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23^2*21)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.57	0.57	0.57	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	80.50	80.46	80.29	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	11.48	11.48	11.46	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	19.50	19.54	19.71	19.59
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	5.22	5.22	5.22	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	58.89	58.73	58.12	58.58
30	Lectura del aro.	kg	142	152	139	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	601	643	589	
32	Factor de estabilidad		0.89	0.89	0.89	
33	Estabilidad corregida $31*32$	kg	535	572	524	544
34	Lectura del flexometro (0.01") $(35 / 0.254)$	pul.	16	16	15.5	16
34	Fluencia	m.m.	4.06	4.06	3.94	4.02
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	1316	1408	1331	1352

Observaciones :

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

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).

### GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas ('Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b> : Septiembre 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO			5.5		
1.- PESO DEL MATERIAL			1204.8		
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE			3236.3		
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)			4441.1		
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3948.0	3948.0	3947.8		
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	189.5	481.2	493.3	482.7	
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		2.44	2.442	2.440	2.444
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.454	2.450	<b>2.442</b>	2.440	2.444

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.76	DISEÑO	

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 Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 159278



### 6.3 ENSAYOS DE REQUERIMIENTOS DE AGREGADO GRUESO



  
**E.M.P.** SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Secundino Buaya Fernández**  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 160278

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).



## 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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<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>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b>	: Septiembre 2021

#### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

#### AGREGADO GRUESO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)	1342.6	1456.4		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)	835.3	906.5		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	507.3	549.9		
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	1337.1	1450.2		
E	Vol. de masa = C- ( A - D ) (gr)	501.8	543.7		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	2.636	2.637		2.636
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	2.647	2.648		2.647
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	2.665	2.667		<b>2.666</b>
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )	0.41	0.43		<b>0.42%</b>

**Observaciones :**

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

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  
**Secundino Burga 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).

## DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(NTP 400.016, MTC E-209)

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<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>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA:</b>	: Septiembre 2021

### 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 ensayo (gr)	Perdida después del ensayo (%)	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"	1356.0	19.2	675.0	650.2	24.8	3.7	0.71
1/2"	3/8"	2925.0	41.4	300.0	281.9	18.1	6.0	2.50
3/8"	N° 4	2779.0	39.4	300.0	279.6	20.4	6.8	2.68
	< N° 4							
<b>TOTALES</b>		7060.0	100.0	1275.0				5.9

**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 Buaga Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 165278



## 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>	"Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".			
<b>DESCRIPCION</b>	Cemento Asfáltico Pen 60/70			
<b>CANtera</b>	Tres Tomas ('Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<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>	Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b>	Septiembre 2021	

#### 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			<b>5000</b>		
PESO RETENIDO EN TAMIZ N°12			4023		
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO			977		
N° DE ESFERAS			11		
PESO DE LAS ESFERAS			4532		
TIEMPO DE ROTACIONES (m)			15		
<b>% DE DESGASTE</b>			<b>19.5</b>		

Observaciones:

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz-Savedra  
 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.

## ENSAYOS DE AFINIDAD AGREGADO - BITUMEN DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ADHERENCIA (ASTM D 1064)

PROYECTO	: Tifluencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021.	RESP. LAB. : S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. : C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	FECHA : Septiembre 2021
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	
SOLICITANTE	: Rivera Palacios Abel - Todo Tompasca Santos Raúl	

MATERIAL	METODO DE ENSAYO	ESPECIFICACION	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA								ASFALTO TEMPERTURA 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.



Av. Vicente Russo 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

## ENSAYOS DE AFINIDAD AGREGADO - BITUMEN DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ADHERENCIA (ASTM D 1664)

PROYECTO	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	RESP. LAB.:	S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB.:	C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas (Corporación Asfaltos S.A.C.)	FECHA:	Septiembre 2021
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"		
SOLICITANTE	: Rivera Palacios Abel - Todo Tomopasca Santos Raúl		

MATERIAL	METODO DE ENSAYO	ESPECIFICACION	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA								ASFALTO TEMPERTURA 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.



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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<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>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b>	: Septiembre 2021

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : 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	09:36	09:38	
Hora de salida de decantación (mas 20')	09:56	09:58	
Altura máxima de material fino (pulg.0.1")	1.75	1.77	
Indice de Durabilidad (De la tabla)	<b>53.2</b>	<b>54.0</b>	<b>53.6</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 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).

## PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN LOS AGREGADOS

(NTP 400.040, MTC 223)

<b>PROYECTO</b>	"Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCION</b>	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<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>	Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b>	Septiembre 2021

### 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"	1356.0	64.1	4.73	31.7	150
1/2"	3/8"	2925.0	74.2	2.54	68.3	173
		<b>4281.0</b>			<b>100.0</b>	<b>323</b>
<b>PORCENTAJE PARTICULAS CHATAS ( ΣE / ΣD )</b>				<b>= 3.2 %</b>		

### 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"	1356.0	68.0	5.01	31.7	159
1/2"	3/8"	2925.0	72.0	2.46	68.3	168
		<b>4281.0</b>			<b>100.0</b>	<b>327</b>
<b>PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA ( ΣE / ΣD )</b>				<b>= 3.3 %</b>		

**% PARTICULAS CHATAS + % PARTICULAS ALARGADAS = 6.5**

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  
**CÓDIGO A. DIEZ SUBVOCA**  
**TÉCNICO LABORATORISTA**

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  
**Secundino Busta 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).

## PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO

(MTC E210-2000)

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<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>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b>	: Septiembre 2021

### 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"	1356.0	1356.0	100.00	31.7	3167
1/2"	3/8"	2925.0	2925.0	100.00	68.3	6833
		<b>4281.0</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"	1356.0	1356.0	100.00	31.7	3167
1/2"	3/8"	2925.0	2925.0	100.00	68.3	6833
		<b>4281.0</b>			<b>100.0</b>	<b>10000</b>
<b>PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA (ΣE / ΣD )</b>				<b>= 100.0 %</b>		

Observaciones :

**Cesar A. Diaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**Secundino Buxa Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 188278





# 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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas ("Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<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>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b>	: Septiembre 2021

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	IDENTIFICACION				Promedio
	1	2			
(1) Peso Tarro ( Biker 100 ml. ) Pyres	103.62	91.84			
(2) Peso Tarro + agua + sal	147.85	142.84			
(3) Peso Tarro Seco + sal	103.63	91.86			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.01	0.02			
(5) Peso de Agua ( 2-3 )	44.23	51.00			
(6) Porcentaje de Sal	0.02 %	0.03 %			0.03 %

**Observaciones :**

**Cesar A. Diaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**Secundino Buzza Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 189278



## 6.4 ENSAYOS DE REQUERIMIENTOS DE AGREGADO FINO



 **SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C**  
*Secundino Burgos Fernandez*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 189278

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).

# 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>	"Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCION</b>	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<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>	Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA:</b>	Septiembre 2021

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### AGREGADO FINO

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (gr)	300.0	300.0	
B	Peso Frasco + agua	669.8	665.2	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	969.8	965.2	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	854.6	850.4	
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	115.2	114.8	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	297.05	297.12	
G	Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)	112.3	111.9	PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.579	2.588	2.583
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.604	2.613	2.609
	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G	2.646	2.655	<b>2.651</b>
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.99	0.97	<b>0.98%</b>

**Observaciones :**

E.M.P. ASFALTOS  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Cesar A. Diaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.P. ASFALTOS  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Secundino Bluma Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278



# 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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<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>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b>	: Septiembre 2021

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	01	02	03			
HORA DE ENTRADA	10:23	10:25	10:27			
HORA DE SALIDA	10:33	10:35	10:37			
HORA DE ENTRADA	10:35	10:37	10:39			
HORA DE SALIDA	10:55	10:57	10:59			
ALTURA DE NIVEL MATERIAL FINO (A)	4.9	5.0	5.1			
ALTURA DE NIVEL ARENA (B)	3.4	3.5	3.6			
EQUIVALENTE DE ARENA (B x 100/A)	69.4%	70.0%	70.6%			
PROMEDIO:	70%					

Observaciones :

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

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Balsa 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).

### ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO

(MTC E 222)

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo : 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>MATERIAL</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<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>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b> : Septiembre 2021

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### DATOS DEL ENSAYO

ENSAYO	Nº	1	2	3	
PESO DEL AGREGADO FINO + MOLDE	gr.	248.50	248.20	248.60	
PESO DEL MOLDE	gr.	108.60	108.60	108.60	
PESO DEL AGREGADO FINO	(w)	139.90	139.60	140.00	
VOLUMEN DEL CILINDRO	(v)	105.29	105.29	105.29	
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE AGREGADO FINO	G <sub>sb</sub>	2.651	2.651	2.651	
VACÍOS NO COMPACTADOS	%	49.9	50.0	49.8	
<b>PROMEDIO</b>	%	49.9			

Observaciones :

SEMP SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Cosme A. Diaz Sotvedra  
 TECNICO LABORATORISTA

SEMP SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Busta 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)

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)


### VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS Y EN LLENANTES MINERALES. (NORMA ASSHTO TP 57)

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>MATERIAL</b>	: Tres Tomas ("Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<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>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b> : Septiembre 2021

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

DATOS DEL ENSAYO					
MUESTRA		1	2	3	PROMEDIO (mg/gr)
	:				
PESO DE MATERIAL PASANTE MALLA #200 (gr)	( :	10.9	10.8	10.8	
AGUA DESTILADA (ml)	:	30.0	30.0	30.0	
PESO DE MATERIAL PASANTE MALLA #200 + AGUA	:	40.9	40.8	40.8	
SOLUCION AZUL DE METILENO	:	0.5	0.5	0.5	
SOLUCION AZUL DE METILENO REQUERIDA EN LA TITULACION (ml)	:	46.9	47.2	47.5	
VALOR DE AZUL DE METILENO (mg/gr)	:	2.15	2.19	2.20	<b>2.18</b>

Observaciones:

  
 E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Constanza Pérez Servedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Bustos Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 159279



# 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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	: Tres Tomas ('Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<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>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b>	: Septiembre 2021

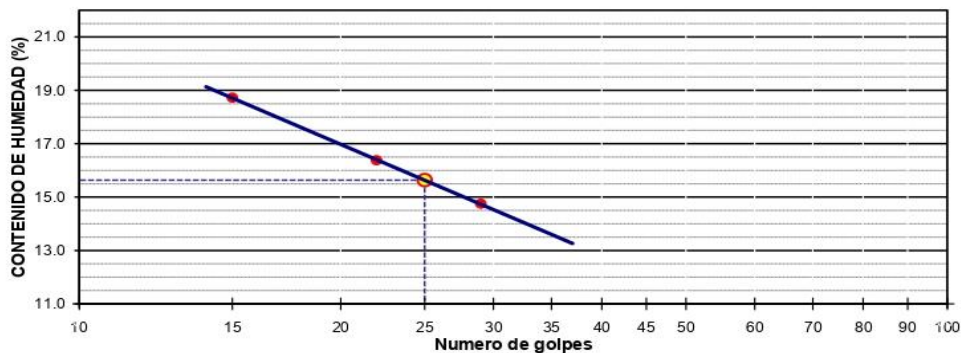
### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	14	48	10	
TARRO + SUELO HUMEDO	32.32	31.42	29.91	
TARRO + SUELO SECO	30.00	29.45	28.05	
AGUA	2.32	1.97	1.86	
PESO DEL TARRO	17.61	17.42	15.44	
PESO DEL SUELO SECO	12.39	12.03	12.61	
% DE HUMEDAD	18.72	16.38	14.75	
N° DE GOLPES	15	22	29	
LIMITE PLASTICO				
N° TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
<b>LL :</b>	<b>15.6</b>	<b>%</b>	<b>LP :</b>	<b>NP %</b>
			<b>IP :</b>	<b>NP %</b>

### % DE HUMEDAD A 25 GOLPES



**Observaciones :**

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Cosme A. Díez Salvadora**  
 TECNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Secundino Busta Fernández**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIR 150276



# 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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	: Tres Tomas ("Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<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>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b>	: Septiembre 2021

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : 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		11:23	11:25	
Hora de salida de saturación (mas 10')		11:33	11:35	
Hora de entrada a decantación		11:35	11:37	
Hora de salida de decantación (mas 20')		11:55	11:57	
Altura máxima de la arcilla (pulg.0.1")		5.20	5.18	
Altura máxima de la arena (pulg.0.1")		3.21	3.19	
Indice de Durabilidad (Df = L.arena/L.arcilla*100 )		<b>61.7</b>	<b>61.6</b>	<b>61.7</b>

**Observaciones :**

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

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Secundino Bluma Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 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).

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

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

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	: Tres Tomas ('Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<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>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b>	: Septiembre 2021

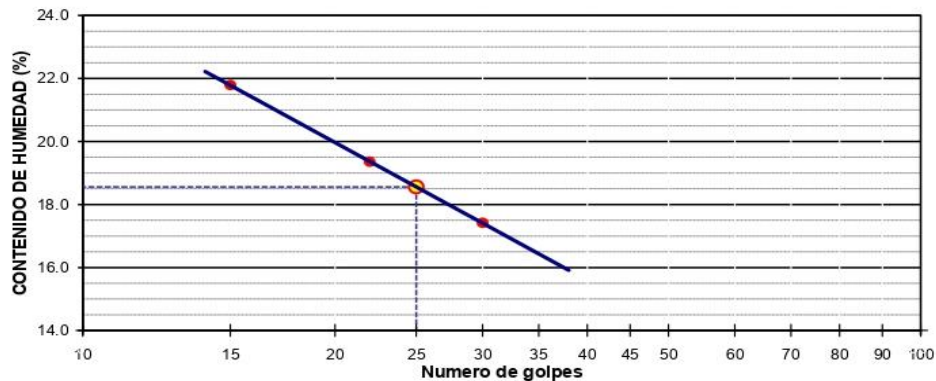
### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	45	5	21
TARRO + SUELO HUMEDO	34.51	38.65	40.51
TARRO + SUELO SECO	31.66	35.60	37.72
AGUA	2.85	3.05	2.79
PESO DEL TARRO	18.58	19.84	21.70
PESO DEL SUELO SECO	13.08	15.76	16.02
% DE HUMEDAD	21.79	19.35	17.42
N° DE GOLPES	15	22	30
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	1	2	
TARRO + SUELO HUMEDO	19.26	20.45	
TARRO + SUELO SECO	18.19	19.29	
AGUA	1.07	1.16	
PESO DEL TARRO	11.56	12.12	
PESO DEL SUELO SECO	6.63	7.17	
% DE HUMEDAD	16.14	16.18	
<b>LL :</b>	<b>18.6 %</b>	<b>LP :</b>	<b>16.2 %</b>
		<b>IP :</b>	<b>2.4 %</b>

### % DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Observaciones :

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Cosma Diaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Secundino Buzza Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 188278



# 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>	"Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<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>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b>	: Septiembre 2021

### DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : 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 A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Buzka Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 185278



# 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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>MATERIAL</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<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>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b> : Septiembre 2021

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-01

### DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	IDENTIFICACION				Promedio
	1	2			
(1) Peso Tarro ( Biker 100 ml. ) Pyres	57.56	85.66			
(2) Peso Tarro + agua + sal	100.12	135.66			
(3) Peso Tarro Seco + sal	57.58	85.68			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.02	0.02			
(5) Peso de Agua ( 2-3 )	42.56	50.00			
(6) Porcentaje de Sal	0.05 %	0.04 %			0.04 %

**Observaciones :**

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Cesar A. Diaz 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).

### ARCILLA EN TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES

(NORMA NTP 400.015, MTC E 212)

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.
<b>PROCEDENCIA</b>	: Agregado Global	<b>TEC. LAB.</b>	: C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b>	: Septiembre 2021

#### 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			999.9	gr.
Porcentaje de Terrones de arcilla			0.010	%

Observaciones:

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

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





SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SAC



  
 **SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  
**Secundino Buena Fernandez**  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 159278

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).

# 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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<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 (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b> : Septiembre 2021

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : 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					TAMANO MAX. 2"
3/4"	19.050				100.0	PESO TOTAL : 7154.0 gr
1/2"	12.700	1356	19.0	19.0	81.0	FRAC. LAVADO
3/8"	9.525	2925	40.9	59.8	40.2	PESO SECO : 500.0
1/4"	6.350			59.8	40.2	PESO HUMEDO : 498.6
N° 4	4.760	2779	38.8	98.7	1.3	HUMEDAD (%) : 0.26
N° 8	2.380			98.7	1.3	
N° 10	2.000	94	1.3	100.0	0.0	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					CLASIFICACION
N° 40	0.420					ASFA
N° 50	0.297					
N° 60	0.250					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074					
PAN						
TOTAL		7154				
% PERDIDA						

### MALLAS US STANDARD



Observaciones :

**Cesar A. Diaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**Secundino Buzza Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIV. 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).

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

<b>PROYECTO</b>	"Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	: Piedra Chancada	<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>TEC. LAB.</b>	: C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b>	: Septiembre 2021

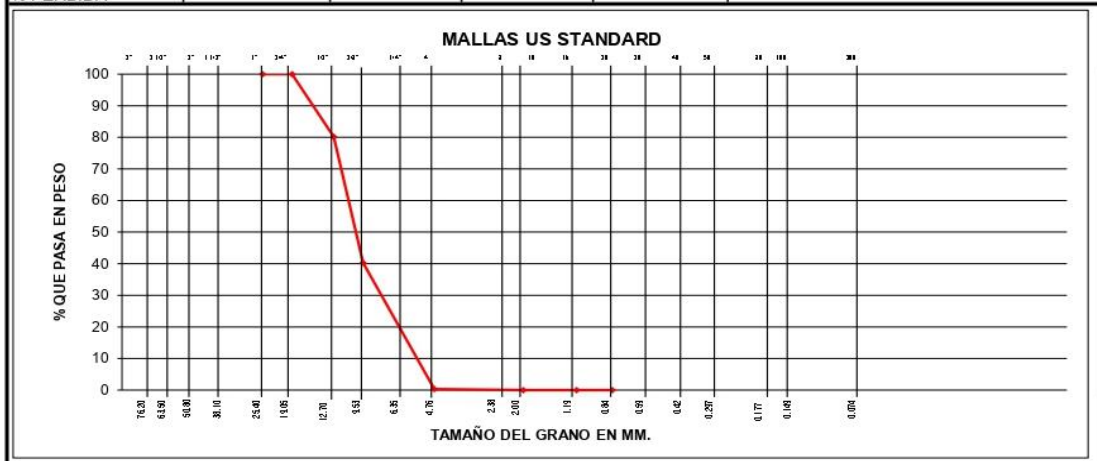
### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : M-02

### 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					TAMAÑO MAX: 2"
3/4"	19.050				100.0	<b>PESO TOTAL</b> : 7310.0 gr
1/2"	12.700	1452	19.9	19.9	80.1	FRAC. LAVADO
3/8"	9.525	2912	39.8	59.7	40.3	<b>PESO SECO</b> : 500.0
1/4"	6.350					<b>PESO HUMEDO</b> : 498.6
<b>N° 4</b>	<b>4.760</b>	<b>2923</b>	<b>40.0</b>	<b>99.7</b>	<b>0.3</b>	<b>HUMEDAD (%)</b> : 0.28
N° 8	2.380					
<b>N° 10</b>	<b>2.000</b>	<b>23</b>	<b>0.3</b>	<b>100.0</b>	<b>0.0</b>	
N° 16	1.190					
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>7310</b>				

% PERDIDA



Observaciones :

**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**Secundino Balsa 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).

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

<b>PROYECTO</b>	"Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	Piedra Chancada		<b>RESP. LAB. :</b> S.B.F.
<b>CANTERA</b>	Tres Tomas ('Corporación Asfalpaca S.A.C.)		<b>TEC. LAB. :</b> C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl		<b>FECHA :</b> Septiembre 2021

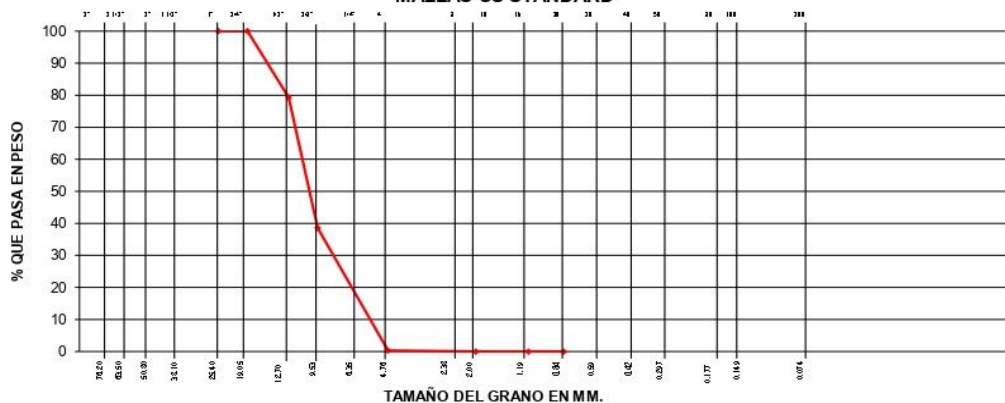
### DATOS DE LA MUESTRA

**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				100.0	TAMANO MAX 2"
3/4"	19.050		0.0	100.0	100.0	PESO TOTAL : 7353.0 gr
1/2"	12.700	1523	20.7	20.7	79.3	FRAC. LAVADO :
3/8"	9.525	2995	40.7	61.4	38.6	FRAC. SECO : 500.0
1/4"	6.350		0	61.4	38.6	FRAC. HUMEDO : 498.6
N° 4	4.760	2812	38.2	99.7	0.3	HUMEDAD (%) : 0.28
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	23	0.3	100.0	0.0	
N° 16	1.190					
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						
TOTAL		7353				
% PERDIDA						

### MALLAS US STANDARD



Observaciones :

**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**Secundino Buza Fernández**  
 REG. CIVIL  
 REG. CIP. 180278





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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongacion 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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>UBICACIÓN</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>MATERIAL</b>	: Arena Chancada	<b>RESP. LAB. :</b> S.B.F.
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>TEC. LAB. :</b> C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA :</b> Septiembre 2021

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : 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					3.5%
1"	25.400					96.5%
3/4"	19.050				0.0	
1/2"	12.700				100.0	PESO TOTAL : 600.0 gr
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	21.1	3.5	3.5	96.5	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	151.1	25.2	28.7	71.3	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	210.0	35.0	63.7	36.3	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	92.0	15.3	79.0	21.0	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	53.4	8.9	87.9	12.1	
PAN		72.4	12.1	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

### MALLAS US STANDARD



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Diaz Sotvedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundina Bustos Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIR. 189378



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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongacion 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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.
<b>UBICACIÓN</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	<b>TEC. LAB.</b>	: C.A.D.S.
<b>MATERIAL</b>	: Arena Chancada	<b>FECHA</b>	: Septiembre 2021
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)		
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl		

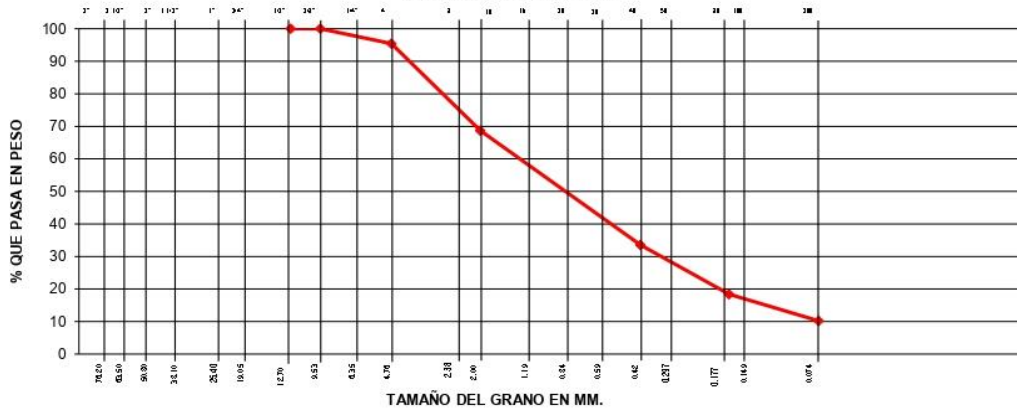
### DATOS DE LA MUESTRA

**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					4.6%
1"	25.400					95.4%
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	<b>PESO TOTAL : 600.0 gr</b>
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	27.4	4.6	4.6	95.4	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	160.4	26.7	31.3	68.7	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	210.7	35.1	66.4	33.6	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	91.0	15.2	81.6	18.4	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	49.3	8.2	89.8	10.2	
PAN		61.2	10.2	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

### MALLAS US STANDARD



Observaciones :

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Bustos Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. CIR. 182278



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



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

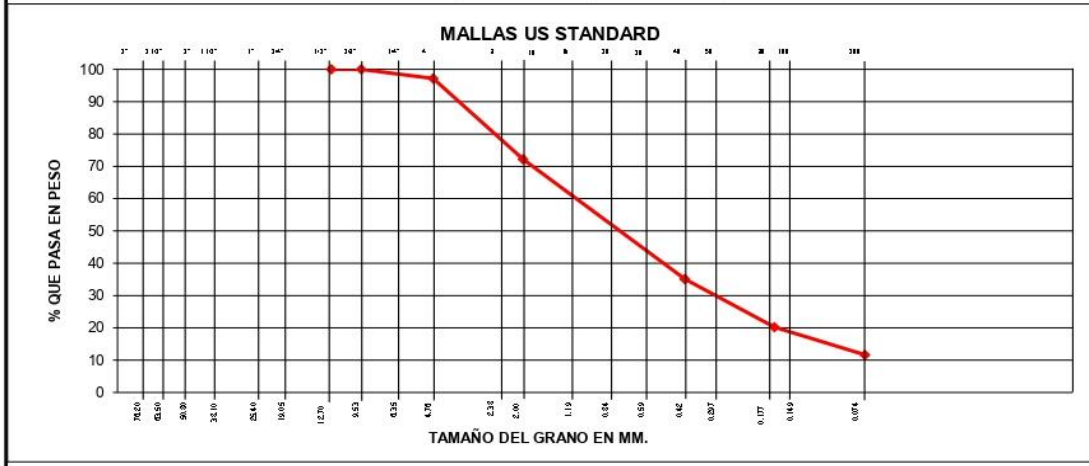
Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NORMA MTC E 204)

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>UBICACIÓN</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>MATERIAL</b>	: Arena Chancada	<b>RESP. LAB. :</b>	S.B.F.
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas ('Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>TEC. LAB. :</b>	C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA :</b>	Septiembre 2021

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					2.8%
1"	25.400					97.2%
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	PESO TOTAL : 600.0 gr
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	16.9	2.8	2.8	97.2	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	149.8	25.0	27.8	72.2	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	222.8	37.1	64.9	35.1	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	89.0	14.8	79.8	20.3	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	51.6	8.6	88.4	11.7	
PAN		69.9	11.7	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						



Observaciones :

**Cesar A. Diaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**Secundino Burgos Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 100278



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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongacion 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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<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 (*Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>TEC. LAB.:</b> C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA:</b> Septiembre 2021

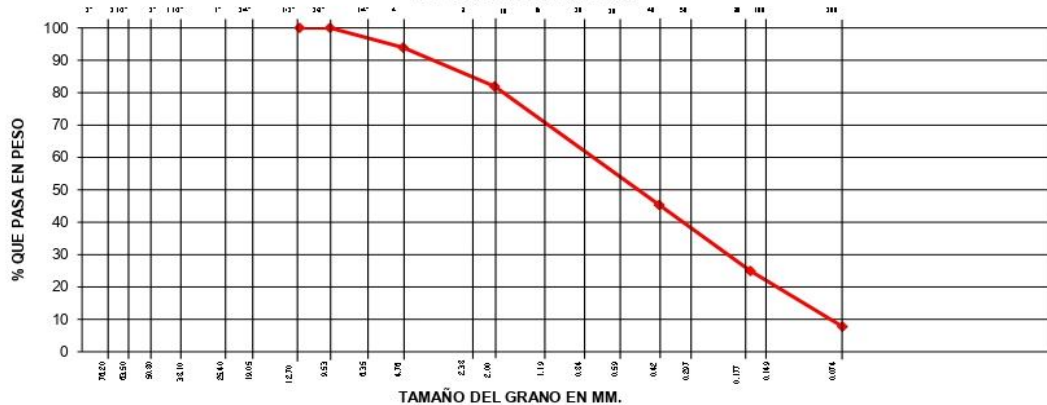
### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : 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					6.1%
1"	25.400					93.9%
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	PESO TOTAL : 500.0 gr
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	30.3	6.1	6.1	93.9	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	60.1	12.0	18.1	81.9	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	182.8	36.6	54.6	45.4	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	102.0	20.4	75.0	25.0	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	86.0	17.2	92.2	7.8	
PAN		38.8	7.8	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

### MALLAS US STANDARD



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César Al-Díaz Servedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Blasquez 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 - Prolongacion Bolognesi)

**f** 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>	"Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<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 ("Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>TEC. LAB. :</b>	C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA :</b>	Septiembre 2021

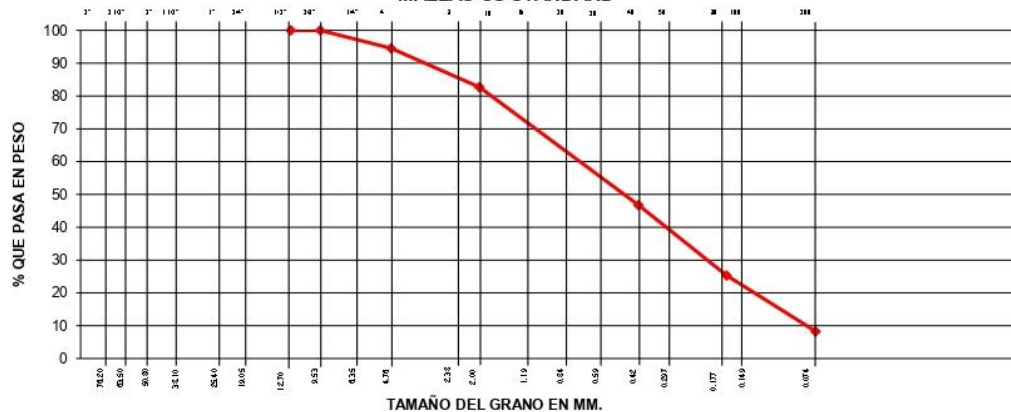
### DATOS DE LA MUESTRA

**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					5.4%
1"	25.400					94.6%
3/4"	19.050				100.0	
1/2"	12.700				100.0	
3/8"	9.525				100.0	PESO TOTAL : 600.0 gr
1/4"	6.350				100.0	
N° 4	4.760	32.6	5.4	5.4	94.6	PESO LÍQUIDO
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	71.2	11.9	17.3	82.7	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	215.6	35.9	53.2	46.8	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	129.0	21.5	74.7	25.3	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	102.0	17.0	91.7	8.3	
PAN		49.6	8.3	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

### MALLAS US STANDARD



Observaciones :

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

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  
**Secundino Buzza Fernández**  
 ING. CIVIL  
 REG. CH. 139273



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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongacion 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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.
<b>UBICACIÓN</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	<b>TEC. LAB.</b>	: C.A.D.S.
<b>MATERIAL</b>	: Arena Zarandeada	<b>FECHA</b>	: Septiembre 2021
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas ('Corporación Asfalpaca S.A.C.)		
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl		

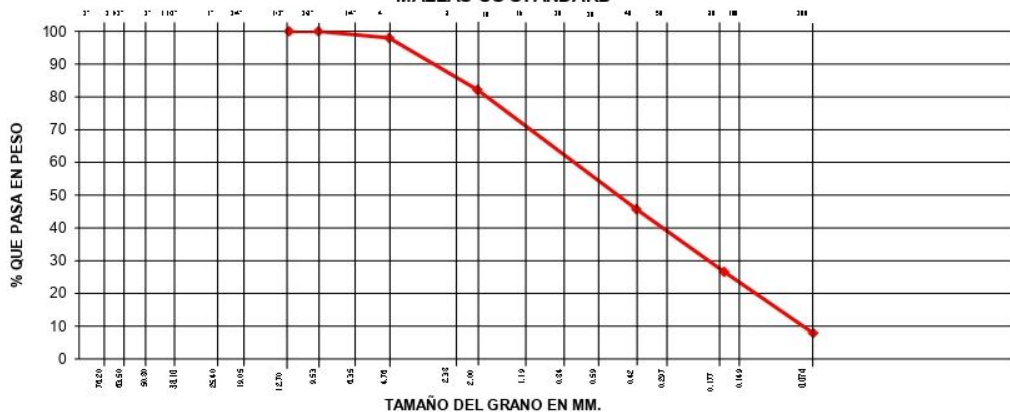
### DATOS DE LA MUESTRA

**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					2.0%
1"	25.400					18.0%
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	PESO TOTAL : 600.0 gr
1/4"	6.350				100.0	
N° 4	4.760	12.0	2.0	2.0	98.0	PESO PASA
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	95.0	15.8	17.8	82.2	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	218.5	36.4	54.3	45.8	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	115.0	19.2	73.4	26.6	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	112.0	18.7	92.1	7.9	
PAN		47.5	7.9	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

### MALLAS US STANDARD



Observaciones :

**Cesar A. Diaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**Secundino Blasco Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 130278



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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongacion 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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>UBICACIÓN</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>MATERIAL</b>	: Polvo de caucho de neumáticos	<b>RESP. LAB.:</b> S.B.F.
		<b>TEC. LAB.:</b> C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA:</b> Septiembre 2021

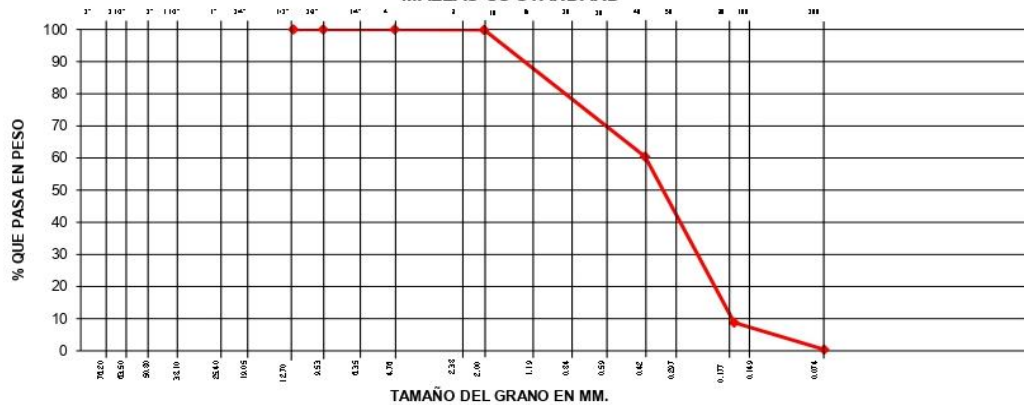
### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : 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					0.0%
1"	25.400					100.0%
3/4"	19.050					
1/2"	12.700				100.0	PESO TOTAL : 200.0 gr
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N° 4	4.760				100.0	PESO 111
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	0.3	0.2	0.2	99.9	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	78.9	39.5	39.6	60.4	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	103.2	51.6	91.2	8.8	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	16.8	8.4	99.6	0.4	
PAN		0.8	0.4	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

### MALLAS US STANDARD



Observaciones :

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**  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 139278



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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongacion 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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>UBICACIÓN</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>MATERIAL</b>	: Polvo de caucho de neumáticos	<b>RESP. LAB. :</b> S.B.F.
		<b>TEC. LAB. :</b> C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA :</b> Septiembre 2021

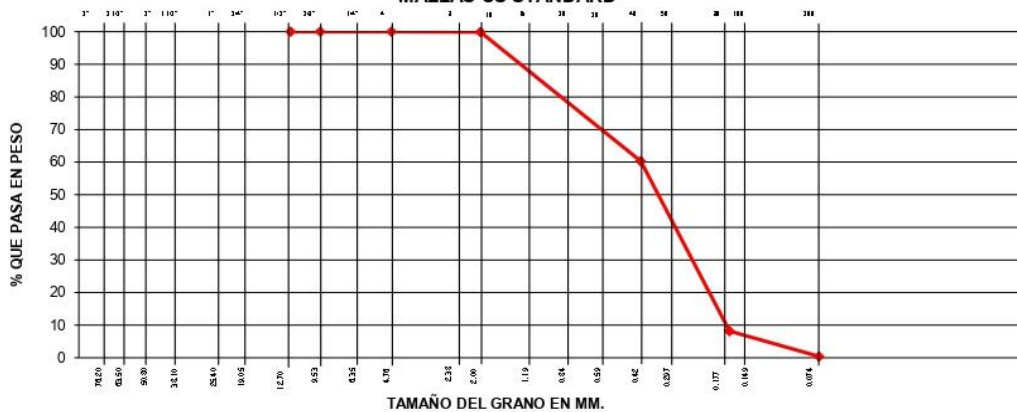
### DATOS DE LA MUESTRA

**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					0.0%
1"	25.400					100.0%
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					<b>PESO TOTAL : 200.0 gr</b>
1/4"	6.350					
N° 4	4.760				100.0	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	0.3	0.2	0.2	99.9	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	79.1	39.6	39.7	60.3	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	104.2	52.1	91.8	8.2	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	15.6	7.8	99.6	0.4	
PAN		0.8	0.4	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

### MALLAS US STANDARD



Observaciones :

**Cesar A. Diaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**Secundino Buzzi Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CTR. 159275





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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongacion 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>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.
<b>UBICACIÓN</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	<b>TEC. LAB.</b>	: C.A.D.S.
<b>MATERIAL</b>	: Polvo de caucho de neumáticos	<b>FECHA</b>	: Septiembre 2021
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl		

### 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					0.0%
1"	25.400					100.0%
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
Nº 4	4.760				100.0	PESO TOTAL : 200.0 gr
Nº 8	2.380					
Nº 10	2.000	0.4	0.2	0.2	99.8	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.590					
Nº 40	0.420	79.2	39.6	39.8	60.2	
Nº 50	0.297					
Nº 80	0.177	104.5	52.3	92.1	7.9	
Nº 100	0.149					
Nº 200	0.074	14.5	7.3	99.3	0.7	
PAN		1.4	0.7	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

### MALLAS US STANDARD



Observaciones :

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

**E.M.P.** SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Secundina Blasco Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIR. 103278



## **ENSAYO DE INMERSION-COMPRESION DE LA MEZCLA ASFALTICA**

## 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)

### EFFECTO DEL AGUA SOBRE LA COHESION DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS (ENSAYO INMERSION - COMPRESION)

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>RESP. LAB. :</b> S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados	<b>TEC. LAB. :</b> C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA :</b> Septiembre 2021

DATOS DEL ENSAYO							
GRUPOS		INMERSION EN BAÑO MARIA A 60° C POR 24H.			BAÑO DE AIRE A 25° C POR 24 HORAS		
		1	2	3	4	5	6
<b>Nº DE PROBETAS</b>							
1	Diámetro promedio de la briqueta	10.15	10.10	10.12	10.09	10.11	10.16
2	Altura promedio de la briqueta	10.65	10.59	10.55	10.50	10.58	10.57
3	Peso de la probeta en el aire	1945.5	1951.5	1944.2	1938.4	1939.5	1937.5
4	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	1947.1	1953.2	1946.5	1940.1	1941.9	1939.5
5	Peso de la Probeta en el Agua	1117.5	1119.8	1118.5	1112.1	1113.0	1114.0
6	Volumen de la Probeta	829.6	833.4	828.0	828.0	828.9	825.5
7	Peso Especifico Bulk de la Probeta	<b>2.345</b>	<b>2.342</b>	<b>2.348</b>	<b>2.341</b>	<b>2.340</b>	<b>2.347</b>
8	Peso Especifico Teórico Máximo	2.435	2.435	2.435	2.435	2.435	2.435
9	Vacios al aire	<b>3.692</b>	<b>3.835</b>	<b>3.570</b>	<b>3.858</b>	<b>3.908</b>	<b>3.611</b>
10	Carga máxima	3223	3242	3245	4098	4054	4042
11	Resistencia compresión (kg)	39.8	40.5	40.3	51.3	50.5	49.9
12	Resistencia compresión (Mpa)	3.91	3.97	3.95	5.02	4.95	4.89

CALCULO DEL INDICE DE RESISTENCIA CONSERVADA (%)		
DENOMINACION	INMERSION EN BAÑO MARIA A 60° C POR 24H.	BAÑO DE AIRE A 25° C POR 24 HORAS
PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (Mpa)	3.94	4.95
INDICE DE RESISTENCIA CONSERVADA (%)	<b>79.59</b>	

Observaciones :

  
**Cesar A. Diaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
**Secundino Burgos Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 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)

### EFFECTO DEL AGUA SOBRE LA COHESION DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS (ENSAYO INMERSION - COMPRESION)

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados + 0.5% Polvo de caucho de neumáticos	<b>TEC. LAB.</b>	: C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b>	: Septiembre 2021

DATOS DEL ENSAYO							
GRUPOS		INMERSION EN BAÑO MARIA A 60° C POR 24H.			BAÑO DE AIRE A 25° C POR 24 HORAS		
		1	2	3	1	2	3
Nº DE PROBETAS							
1	Diámetro promedio de la briqueta	10.13	10.16	10.19	10.15	10.21	10.17
2	Altura promedio de la briqueta	10.45	10.40	10.44	10.52	10.47	10.42
3	Peso de la probeta en el aire	1962.3	1958.5	1942.8	1951.1	1951.2	1954.4
4	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	1965.3	1961.6	1945.6	1954.1	1954.6	1957.9
5	Peso de la Probeta en el Agua	1125.9	1123.9	1114.1	1118.9	1119.9	1122.0
6	Volumen de la Probeta	839.4	837.7	831.5	835.2	834.7	835.9
7	Peso Especifico Bulk de la Probeta	<b>2.338</b>	<b>2.338</b>	<b>2.337</b>	<b>2.336</b>	<b>2.338</b>	<b>2.338</b>
8	Peso Especifico Teórico Máximo	2.441	2.441	2.441	2.441	2.441	2.441
9	Vacíos al aire	<b>4.230</b>	<b>4.222</b>	<b>4.281</b>	<b>4.298</b>	<b>4.236</b>	<b>4.216</b>
10	Carga máxima	3426	3490	3500	4242	4198	4245
11	Resistencia compresión (kg)	42.5	43.0	42.9	52.4	51.3	52.3
12	Resistencia compresión (Mpa)	4.17	4.22	4.21	5.14	5.02	5.12

CALCULO DEL INDICE DE RESISTENCIA CONSERVADA (%)		
DENOMINACION	INMERSION EN BAÑO MARIA A 60° C POR 24H.	BAÑO DE AIRE A 25° C POR 24 HORAS
PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (Mpa)	4.20	5.09
INDICE DE RESISTENCIA CONSERVADA (%)	<b>82.40</b>	

Observaciones :

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Buzza Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 139278



## 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).

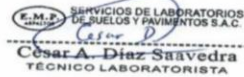
### EFFECTO DEL AGUA SOBRE LA COHESION DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS (ENSAYO INMERSION - COMPRESION)

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas ('Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados + 1.0% Polvo de caucho de neumáticos	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b> : Septiembre 2021

DATOS DEL ENSAYO							
GRUPOS	INMERSION EN BAÑO MARIA A 60° C POR 24H.			BAÑO DE AIRE A 25° C POR 24 HORAS			
	N° DE PROBETAS	1	2	3	1	2	3
1	Diámetro promedio de la briqueta	10.19	10.09	10.13	10.09	10.16	10.08
2	Altura promedio de la briqueta	10.52	10.69	10.70	10.60	10.66	10.70
3	Peso de la probeta en el aire	1942.5	1938.6	1941.0	1938.5	1936.9	1942.5
4	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	1951.2	1946.8	1949.8	1947.5	1934.6	1951.1
5	Peso de la Probeta en el Agua	1112.8	1108.9	1111.5	1110.9	1099.5	1112.0
6	Volumen de la Probeta	838.4	837.9	838.3	836.6	835.1	839.1
7	Peso Especifico Bulk de la Probeta	<b>2.317</b>	<b>2.314</b>	<b>2.315</b>	<b>2.317</b>	<b>2.319</b>	<b>2.315</b>
8	Peso Especifico Teórico Máximo	2.434	2.434	2.434	2.434	2.434	2.434
9	Vacios al aire	<b>4.810</b>	<b>4.945</b>	<b>4.873</b>	<b>4.802</b>	<b>4.710</b>	<b>4.890</b>
10	Carga máxima	2545	2512	2562	3498	3423	3436
11	Resistencia compresión (kg)	31.2	31.4	31.8	43.7	42.2	43.1
12	Resistencia compresión (Mpa)	3.06	3.08	3.12	4.29	4.14	4.22

CALCULO DEL INDICE DE RESISTENCIA CONSERVADA (%)		
DENOMINACION	INMERSION EN BAÑO MARIA A 60° C POR 24H.	BAÑO DE AIRE A 25° C POR 24 HORAS
PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (Mpa)	3.08	4.21
INDICE DE RESISTENCIA CONSERVADA (%)	<b>73.19</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 Busta Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 190278



# 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).

## EFFECTO DEL AGUA SOBRE LA COHESION DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS (ENSAYO INMERSION - COMPRESION)

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".	
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas (Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados + 1.5% Polvo de caucho de neumáticos	<b>TEC. LAB.</b> : C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b> : Septiembre 2021

DATOS DEL ENSAYO							
GRUPOS		INMERSION EN BAÑO MARIA A 60° C POR 24H.			BAÑO DE AIRE A 25° C POR 24 HORAS		
		1	2	3	1	2	3
	<b>N° DE PROBETAS</b>						
1	Diámetro promedio de la briqueta	10.23	10.19	10.24	10.03	10.08	10.04
2	Altura promedio de la briqueta	10.42	10.38	10.34	10.19	10.42	10.37
3	Peso de la probeta en el aire	1936.9	1931.2	1935.5	1942.8	1940.8	1937.5
4	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	1943.2	1938.9	1942.9	1948.9	1948.9	1948.9
5	Peso de la Probeta en el Agua	1097.2	1094.9	1100.1	1105.2	1104.9	1110.0
6	Volumen de la Probeta	846.0	844.0	842.8	843.7	844.0	838.9
7	Peso Especifico Bulk de la Probeta	<b>2.289</b>	<b>2.288</b>	<b>2.297</b>	<b>2.303</b>	<b>2.300</b>	<b>2.310</b>
8	Peso Especifico Teórico Máximo	2.441	2.441	2.441	2.441	2.441	2.441
9	Vacios al aire	<b>6.207</b>	<b>6.262</b>	<b>5.919</b>	<b>5.665</b>	<b>5.796</b>	<b>5.384</b>
10	Carga máxima	1980	1945	1992	2989	2998	2975
11	Resistencia compresión (kg)	24.1	23.8	24.2	37.8	37.6	37.6
12	Resistencia compresión (Mpa)	2.36	2.34	2.37	3.71	3.68	3.68

CALCULO DEL INDICE DE RESISTENCIA CONSERVADA (%)		
DENOMINACION	INMERSION EN BAÑO MARIA A 60° C POR 24H.	BAÑO DE AIRE A 25° C POR 24 HORAS
PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (Mpa)	2.36	3.69
<b>INDICE DE RESISTENCIA CONSERVADA (%)</b>	<b>63.86</b>	

Observaciones :

**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**Secundino Buaga 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).

### EFFECTO DEL AGUA SOBRE LA COHESION DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS (ENSAYO INMERSION - COMPRESION)

<b>PROYECTO</b>	: "Influencia del polvo de caucho de neumáticos en la mezcla asfáltica para la pavimentación de la Av. Los Incas - Chiclayo 2021".		
<b>DESCRIPCION</b>	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
<b>CANTERA</b>	: Tres Tomas ("Corporación Asfalpaca S.A.C.)	<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.
<b>MATERIAL</b>	: Combinación de agregados + 2.0% Polvo de caucho de neumáticos	<b>TEC. LAB.</b>	: C.A.D.S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Rivera Palacios Abel - Tocto Tomapasca Santos Raúl	<b>FECHA</b>	: Septiembre 2021

DATOS DEL ENSAYO							
GRUPOS		INMERSION EN BAÑO MARIA A 60° C POR 24H.			BAÑO DE AIRE A 25° C POR 24 HORAS		
		1	2	3	1	2	3
N° DE PROBETAS							
1	Diámetro promedio de la briqueta	10.12	10.11	10.16	10.15	10.12	10.13
2	Altura promedio de la briqueta	10.40	10.46	10.51	10.47	10.46	10.51
3	Peso de la probeta en el aire	1945.5	1946.5	1940.5	1948.5	1950.5	1946.3
4	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	1959.9	1958.6	1954.1	1959.6	1964.5	1958.9
5	Peso de la Probeta en el Agua	1093.0	1091.1	1084.0	1090.5	1092.6	1090.5
6	Volumen de la Probeta	866.9	867.5	870.1	869.1	871.9	868.4
7	Peso Especifico Bulk de la Probeta	<b>2.244</b>	<b>2.244</b>	<b>2.230</b>	<b>2.242</b>	<b>2.237</b>	<b>2.241</b>
8	Peso Especifico Teórico Máximo	2.438	2.438	2.438	2.438	2.438	2.438
9	Vacios al aire	<b>7.949</b>	<b>7.965</b>	<b>8.523</b>	<b>8.040</b>	<b>8.242</b>	<b>8.070</b>
10	Carga máxima	1426	1458	1445	2562	2521	2498
11	Resistencia compresión (kg)	17.7	18.2	17.8	31.7	31.3	31.0
12	Resistencia compresión (Mpa)	1.74	1.78	1.75	3.10	3.07	3.04

CALCULO DEL INDICE DE RESISTENCIA CONSERVADA (%)		
DENOMINACION	INMERSION EN BAÑO MARIA A 60° C POR 24H.	BAÑO DE AIRE A 25° C POR 24 HORAS
PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (Mpa)	1.76	3.07
INDICE DE RESISTENCIA CONSERVADA (%)	57.16	

Observaciones :

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

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



**Certificado de calibración de equipos del laboratorio.**



## INFORME DE MANTENIMIENTO

### IM-MP-166-2021



**CLIENTE:** SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**ORDEN DE TRABAJO:** 429-2021      **FECHA DEL SERVICIO:** 2021-09-11

**LUGAR DEL SERVICIO:** LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS - Av. Vicente Ruso lote 1 Fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE



**DATOS TÉCNICOS:**

**EQUIPO:** BOMBA DE VACÍO      **COD. DE IDENTIFICACION:** NO INDICA

**MARCA:** VALUE      **SERIE:** PR201605

**MODELO:** VEIGON



**CONDICIONES EN LAS QUE SE ENCONTRO EL EQUIPO:**

- Equipo se encontró operativo.
- Residuos de impurezas en la cabina de aceite



**DETALLES DEL SERVICIO REALIZADO:**

- Se retiró el aceite.
- Desmontaje del equipo.
- Limpieza interna y externa del equipo.
- Limpieza de la cabina de aceite.
- Montaje del equipo.
- Cambio de aceite.
- Verificación del buen funcionamiento.



**CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN:**

- El equipo queda operativo.
- Realizar mantenimientos preventivos de manera periódica.



**Responsable del servicio**  
METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.



**Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0587-2020

SERV- 0857-2020  
Pág. 1 de 3

**1 Cliente** : **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**  
Dirección : Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**2 Instrumento Calibrado** : **Balanza**  
Clasificación : No automática  
Marca : OHAUS  
Modelo : SPX622  
Número de serie : B613289787  
Procedencia : China  
Identificación : BAL-16  
Capacidad máxima : 620 g  
Capacidad mínima : No indica  
Div. de escala ( d ) : 0,01 g  
Div. de verificación ( e ) : No indica  
Clase de exactitud : No indica  
Tipo : Electrónica  
Ubicación : Laboratorio de Suelo, Concreto y Asfalto

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

SAT S.A.C., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

**3 Fecha y lugar de calibración**  
Fecha de calibración : 2020-11-27  
Lugar de calibración : Instalaciones de SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA, ubicado en Otr. Manzana Mza. A Lote. 9 Sec. El Cerrito - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

### 4 Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación según el procedimiento PC-011, 4ta Ed., "PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO. CLASE I y CLASE II", del INDECOPI-SNM.

### 5 Trazabilidad

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales y/o internacionales en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP) y/o Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración:

Código	Clase de exactitud	Certificado de calibración
LM-PE2-07	E2	LM-C-211-2020 / INACAL-DM
LM-PE2-05	E2	LM-C-137-2020 / INACAL-DM

Fecha de emisión: 2020-12-07



JORGE R. QUILLE RAMOS  
Jefe de Laboratorio de Masa (e)



Ing. YANET I. MALDONADO PANEZ  
Jefe de División de Metrología



**6 Resultados de medición**

**Inspección Visual**

<b>AJUSTE DE CERO</b>	Tiene	<b>ESCALA</b>	No aplica
<b>OSCILACIÓN LIBRE</b>	No aplica	<b>CURSOR</b>	No aplica
<b>PLATAFORMA</b>	Tiene	<b>NIVELACIÓN</b>	Tiene
<b>SISTEMA DE TRABA</b>	Tiene		

**Ensayo de Repetibilidad**

<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>INICIAL</b>	<b>FINAL</b>
	24,1	24,1

<b>HUMEDAD RELATIVA (%hr)</b>	<b>INICIAL</b>	<b>FINAL</b>
	65	65

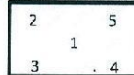
Medición N°	CARGA L <sub>1</sub> (g) = 300,00		E (g)
	I (g)	ΔL (mg)	
1	300,00	4	0,001
2	300,00	3	0,002
3	300,00	3	0,002
4	300,01	7	0,008
5	300,01	9	0,006
6	300,01	7	0,008
7	300,00	3	0,002
8	300,00	2	0,003
9	300,00	3	0,002
10	300,01	8	0,007
Diferencia máxima (g)			0,007
± Error máximo permisible (g)			0,03

Medición N°	CARGA L <sub>2</sub> (g) = 600,00		E (g)
	I (g)	ΔL (mg)	
1	600,00	3	0,002
2	600,01	7	0,008
3	600,00	2	0,003
4	600,00	4	0,001
5	600,00	4	0,001
6	600,00	4	0,001
7	600,00	4	0,001
8	600,00	2	0,003
9	600,01	6	0,009
10	600,00	4	0,001
Diferencia máxima (g)			0,008
± Error máximo permisible (g)			0,03

**Ensayo de Excentricidad**

**POSICIÓN DE LAS CARGAS**

<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>INICIAL</b>	<b>FINAL</b>
	24,1	24,2



<b>HUMEDAD RELATIVA (%hr)</b>	<b>INICIAL</b>	<b>FINAL</b>
	65	65

POSICIÓN DE CARGA	DETERMINACION DE E <sub>0</sub>				DETERMINACION DEL ERROR CORREGIDO E <sub>c</sub>				
	CARGA EN CERO (g)	I (g)	ΔL (mg)	E <sub>0</sub> (g)	CARGA L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,10	0,10	9	-0,004	200,00	200,00	5	0,000	0,004
2		0,10	8	-0,003		200,01	5	0,010	0,013
3		0,10	8	-0,003		200,01	10	0,005	0,008
4		0,10	6	-0,001		200,00	7	-0,002	-0,001
5		0,10	6	-0,001		200,01	10	0,005	0,006
± Error máximo permisible (g)									0,02





**Ensayo de Pesaje**

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL
	24,2	24,2

HUMEDAD RELATIVA (%hr)	INICIAL	FINAL
	65	65

CARGA L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± EMP (g)
	l (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
E <sub>0</sub> 0,10	0,10	7	-0,002	-----	-----	-----	-----	-----	-----
0,20	0,20	8	-0,003	-0,001	0,21	9	0,008	0,008	0,01
5,00	5,00	10	-0,005	-0,003	5,01	6	0,009	0,011	0,01
50,00	50,00	10	-0,005	-0,003	50,01	5	0,010	0,012	0,01
100,00	100,00	9	-0,004	-0,002	100,02	10	0,015	0,017	0,02
200,00	200,00	9	-0,004	-0,002	200,02	9	0,016	0,018	0,02
300,00	300,01	9	0,006	0,008	300,02	2	0,023	0,025	0,03
400,00	400,01	5	0,010	0,012	400,03	10	0,025	0,027	0,03
500,00	500,01	3	0,012	0,014	500,03	10	0,025	0,027	0,03
600,00	600,01	2	0,013	0,015	600,03	10	0,025	0,027	0,03
620,00	620,02	7	0,018	0,020	620,02	7	0,018	0,020	0,03

L: Carga puesta sobre la balanza.  
 l: Lectura de la balanza.  
 ΔL: Carga incrementada.

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
 E: Error encontrado.  
 E<sub>c</sub>: Error corregido.

EMP: Error máximo permisible.

**Lectura corregida e incertidumbre de la balanza**

Incertidumbre Expandida (g)	$U_R = 2 \times \sqrt{5,91E-05 \text{ g}^2 + 1,35E-08 \times R^2}$
Lectura corregida (g)	$R_{\text{corregida}} = R - 2,72E-05 \times R$

R= Lectura de la balanza después de la calibración (g)

E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-04 = 10<sup>-4</sup>

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura k = 2, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

**7 Observaciones**

- Se realizó una precarga usando la carga patrón de: 600 g para la cual la balanza indicó: 599,76 g
- Se realizó un ajuste a la balanza antes de la calibración.
- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- La balanza es de rango simple.
- Para esta balanza los Errores Máximos Permisibles (EMP) y capacidad mínima, son correspondientes a los EMP para una balanza en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, división de verificación 0,01 g y capacidad mínima 0,2 g, según la norma NMP-003-2009.





**Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.**

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014**



Registro N° LC-014

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0588-2020

SERV- 0857-2020

Pág. 1 de 3

**1 Cliente** : **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**  
**Dirección** : Cal. Juan Pablo II Nro. 882 Urb. Las Brisas - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**2 Instrumento Calibrado** : **Balanza**  
**Clasificación** : No automática  
**Marca** : OHAUS  
**Modelo** : R31P30  
**Número de serie** : 8339020109  
**Procedencia** : China  
**Identificación** : BAL-57  
**Capacidad máxima** : 30 000 g  
**Capacidad mínima** : 200 g (\*)  
**Div. de escala ( d )** : 1 g (\*\*)  
**Div. de verificación ( e )** : 10 g (\*\*\*)  
**Clase de exactitud** : III (\*\*\*)  
**Tipo** : Electrónica  
**Ubicación** : Laboratorio de Suelo, Concreto y Asfalto

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

SAT S.A.C., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

**3 Fecha y lugar de calibración**  
**Fecha de calibración** : 2020-11-27  
**Lugar de calibración** : Instalaciones de SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA, ubicado en Otr. Manzana Mza. A Lote 9 Sec. El Cerrito - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

#### 4 Método de calibración :

La calibración se efectuó por comparación según el procedimiento PC-001, 1ra Ed. , "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO CLASE III y IIII", del INACAL-DM.

#### 5 Trazabilidad

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales y/o internacionales en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP) y/o Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

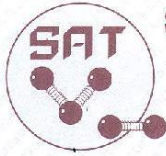
Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración:

Código	Clase de exactitud	Certificado de calibración
LM-PM2-30	M2	LM-0417-2020 / SAT S.A.C.
LM-PM2-90	M2	LM-0523-2020 / SAT S.A.C.
LM-PM2-258	M2	LM-0560-2020 / SAT S.A.C.
LM-PM2-260	M2	LM-0562-2020 / SAT S.A.C.

Fecha de emisión: 2020-12-07

**JORGE R. QUILLE RAMOS**  
 Jefe de Laboratorio de Masa (e)

**Ing. YANET I. MALDONADO PANEZ**  
 Jefe de División de Metrología



6 Resultados de medición

Inspección Visual

AJUSTE DE CERO	Tiene	ESCALA	No aplica
OSCILACIÓN LIBRE	No aplica	CURSOR	No aplica
PLATAFORMA	Tiene	NIVELACIÓN	Tiene
SISTEMA DE TRABA	No tiene		

Ensayo de Repetibilidad

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL
	23,4	23,2

HUMEDAD RELATIVA (%)	INICIAL	FINAL
	66	65

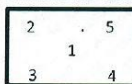
Medición N°	CARGA L <sub>1</sub> (g) = 15 000		E (g)
	I (g)	ΔL (mg)	
1	15 000	600	-0,1
2	15 000	600	-0,1
3	15 000	600	-0,1
4	15 000	800	-0,3
5	15 000	600	-0,1
6	15 000	800	-0,3
7	15 000	700	-0,2
8	15 000	600	-0,1
9	15 000	700	-0,2
10	15 000	600	-0,1
Diferencia máxima (g)			0,2
± Error máximo permisible (g)			20

Medición N°	CARGA L <sub>2</sub> (g) = 30 000		E (g)
	I (g)	ΔL (mg)	
1	30 000	600	-0,1
2	30 000	600	-0,1
3	30 000	600	-0,1
4	30 000	200	0,3
5	30 000	300	0,2
6	30 000	300	0,2
7	30 000	600	-0,1
8	30 000	500	0,0
9	30 000	600	-0,1
10	30 000	700	-0,2
Diferencia máxima (g)			0,5
± Error máximo permisible (g)			30

Ensayo de Excentricidad

POSICIÓN DE LAS CARGAS

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL
	23,2	23,2



HUMEDAD RELATIVA (%)	INICIAL	FINAL
	65	65

POSICIÓN DE CARGA	CARGA MÍNIMA (g)	DETERMINACIÓN DE E <sub>0</sub>			DETERMINACIÓN DEL ERROR CORREGIDO E <sub>c</sub>				
		I (g)	ΔL (mg)	E <sub>0</sub> (g)	CARGA L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10	10	800	-0,3	10 000	10 000	700	-0,2	0,1
2		10	700	-0,2		9 999	100	-0,6	-0,4
3		10	600	-0,1		10 000	500	0,0	0,1
4		10	600	-0,1		10 000	500	0,0	0,1
5		10	700	-0,2		9 999	100	-0,6	-0,4
± Error máximo permisible (g)									20





**Ensayo de Pesaje**

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL	HUMEDAD RELATIVA (%)	INICIAL	FINAL
	23,1	23,1		65	65

CARGA L (g)	CRECIENTES					DECRECIENTES				± EMP (g)
	l (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)		
E <sub>0</sub> 10	10	600	-0,1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
200	200	600	-0,1	0,0	200	200	0,3	0,4	10	
1 000	1 000	600	-0,1	0,0	1 000	400	0,1	0,2	10	
5 000	5 000	700	-0,2	-0,1	5 000	500	0,0	0,1	10	
7 000	7 000	600	-0,1	0,0	7 000	400	0,1	0,2	20	
10 000	10 000	600	-0,1	0,0	10 000	400	0,1	0,2	20	
15 000	15 000	700	-0,2	-0,1	15 000	500	0,0	0,1	20	
20 000	20 000	200	0,3	0,4	20 000	300	0,2	0,3	20	
24 000	24 000	200	0,3	0,4	24 000	200	0,3	0,4	30	
27 000	27 000	100	0,4	0,5	27 000	100	0,4	0,5	30	
30 000	30 000	300	0,2	0,3	30 000	300	0,2	0,3	30	

L: Carga aplicada a la balanza.

E<sub>0</sub>: Error en cero.

EMP: Error máximo permisible.

l: Indicación de la balanza.

E: Error encontrado.

ΔL: Carga adicional.

E<sub>c</sub>: Error corregido.

**Lectura corregida e incertidumbre de la balanza**

Incertidumbre Expandida (g)	$U_R = 2 \times \sqrt{2,09E-01 \text{ g}^2 + 1,37E-08 \times R^2}$
Lectura corregida (g)	$R_{\text{corregida}} = R - 7,91E-06 \times R$

R= Lectura de la balanza después de la calibración (g)

E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-04 = 10<sup>-4</sup>

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura k = 2, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

**7 Observaciones**

- Se realizó una precarga usando la carga patrón de: 30 000 g para la cual la balanza indicó: 29 991 g
  - Se realizó un ajuste a la balanza antes de la calibración.
  - Se adjunta una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- (\*) A esta balanza le corresponde una capacidad mínima de 200 g, tomando como referencia la norma NMP-003-2020.  
 (\*\*) La balanza es de rango múltiple, d<sub>1</sub> = 1 g y d<sub>2</sub> = 10 g. A solicitud del cliente se calibró la balanza solo en d<sub>1</sub> = 1 g.  
 (\*\*\*) Dato obtenido del manual del fabricante.





**Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



Registro N° LC-014

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0591-2020

SERV- 0857-2020

Pág. 1 de 3

**1 Cliente** : SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA  
Dirección : Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**2 Instrumento Calibrado** : Balanza  
Clasificación : No automática  
Marca : KERN  
Modelo : FKB 16K0.1  
Número de serie : W 1408227  
Procedencia : No indica  
Identificación : BAL-37  
Capacidad máxima : 16 000 g  
Capacidad mínima : No indica  
Div. de escala ( d ) : 0,1 g  
Div. de verificación ( e ) : No indica  
Clase de exactitud : No indica  
Tipo : Electrónica  
Ubicación : Laboratorio de Suelo, Concreto y Asfalto

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohíbe toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

**3 Fecha y lugar de calibración**  
Fecha de calibración : 2020-11-27  
Lugar de calibración : Instalaciones de SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA, ubicado en Otr. Manzana Mza. A Lote 9 Sec. El Cerrito - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

SAT S.A.C., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

### 4 Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación según el procedimiento PC-011, 4ta Ed. , "PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO. CLASE I y CLASE II", del INDECOPI-SNM.

### 5 Trazabilidad

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales y/o internacionales en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP) y/o Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración:

Código	Clase de exactitud	Certificado de calibración
LM-PE2-01	E2	LM-C-136-2020 / INACAL-DM
LM-PF1-02	F1	PE20-C-0824 / KOSSOMET S.A.C.
LM-PF1-03	F1	PE20-C-0825 / KOSSOMET S.A.C.
LM-PF1-06	F1	LM-C-129-2020 / INACAL-DM
LM-PF1-07	F1	LM-C-130-2020 / INACAL-DM
LM-PM1-02	M1	M-0067-2020 / METROIL S.A.C.

Fecha de emisión: 2020-12-07

JORGE R. QUILLE RAMOS  
Jefe de Laboratorio de Masa (e)

Ing. YANET I. MALDONADO PANEZ  
Jefe de División de Metrología





**6 Resultados de medición**

**Inspección Visual**

AJUSTE DE CERO	Tiene	ESCALA	No aplica
OSCILACIÓN LIBRE	No aplica	CURSOR	No aplica
PLATAFORMA	Tiene	NIVELACIÓN	Tiene
SISTEMA DE TRABA	No tiene		

**Ensayo de Repetibilidad**

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL
	22,8	22,6

HUMEDAD RELATIVA (%hr)	INICIAL	FINAL
	68	68

Medición N°	CARGA L <sub>1</sub> (g) = 8 000,0		E (g)
	I (g)	ΔL (mg)	
1	7 999,8	60	-0,21
2	7 999,8	80	-0,23
3	7 999,7	20	-0,27
4	7 999,9	70	-0,12
5	7 999,7	20	-0,27
6	7 999,7	20	-0,27
7	7 999,9	90	-0,14
8	7 999,7	20	-0,27
9	7 999,8	50	-0,20
10	7 999,7	50	-0,30
Diferencia máxima (g)			0,18
± Error máximo permisible (g)			2

Medición N°	CARGA L <sub>2</sub> (g) = 16 000,0		E (g)
	I (g)	ΔL (mg)	
1	15 999,8	50	-0,20
2	15 999,6	40	-0,39
3	15 999,6	90	-0,44
4	15 999,5	60	-0,51
5	15 999,5	90	-0,54
6	15 999,5	70	-0,52
7	15 999,6	90	-0,44
8	15 999,5	40	-0,49
9	15 999,6	50	-0,40
10	15 999,5	40	-0,49
Diferencia máxima (g)			0,34
± Error máximo permisible (g)			2

**Ensayo de Excentricidad**

**POSICIÓN DE LAS CARGAS**

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL
	22,6	22,7

2	5
1	
3	4

HUMEDAD RELATIVA (%hr)	INICIAL	FINAL
	68	67

POSICIÓN DE CARGA	DETERMINACIÓN DE E <sub>0</sub>				DETERMINACIÓN DEL ERROR CORREGIDO E <sub>c</sub>					
	CARGA EN CERO (g)	I (g)	ΔL (mg)	E <sub>0</sub> (g)	CARGA L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	1,0	0,8	90	-0,24	5 200,0	5 199,5	20	-0,47	-0,23	
2		0,9	70	-0,12		5 199,8	50	-0,20	-0,08	
3		0,7	90	-0,34		5 199,1	80	-0,93	-0,59	
4		0,8	80	-0,23		5 199,6	50	-0,40	-0,17	
5		1,0	90	-0,04		5 200,5	60	0,49	0,53	
						± Error máximo permisible (g)				2





**Ensayo de Pesaje**

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL
	22,7	22,8

HUMEDAD RELATIVA (%hr)	INICIAL	FINAL
	67	67

CARGA L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± EMP (g)
	l (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
E <sub>0</sub> 1.0	0.8	80	-0.23	-----	-----	-----	-----	-----	-----
5.0	4.8	80	-0.23	0.00	5.0	90	-0.04	0.19	1
1 000.0	999.7	70	-0.32	-0.09	1 000.0	70	-0.02	0.21	1
3 200.0	3 199.7	50	-0.30	-0.07	3 200.0	100	-0.05	0.18	1
5 000.0	4 999.7	70	-0.32	-0.09	5 000.2	100	0.15	0.38	1
7 000.0	6 999.8	40	-0.19	0.04	7 000.0	90	-0.04	0.19	2
8 000.0	7 999.8	90	-0.24	-0.01	8 000.0	100	-0.05	0.18	2
10 000.0	10 000.0	20	0.03	0.28	10 000.6	50	0.60	0.83	2
12 000.0	11 999.9	50	-0.10	0.13	12 000.5	90	0.46	0.69	2
13 000.0	12 999.8	80	-0.23	0.00	13 000.3	70	0.28	0.51	2
16 000.0	15 999.8	20	-0.17	0.06	15 999.8	20	-0.17	0.06	2

L: Carga puesta sobre la balanza.  
 l: Lectura de la balanza.  
 ΔL: Carga incrementada.

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
 E: Error encontrado.  
 E<sub>c</sub>: Error corregido.

EMP: Error máximo permisible.

**Lectura corregida e incertidumbre de la balanza**

Incertidumbre Expandida (g)	$U_R = 2 \times \sqrt{3,85E-02 \text{ g}^2 + 1,51E-08 \times R^2}$
Lectura corregida (g)	$R_{\text{corregida}} = R - 1,31E-06 \times R$

R= Lectura de la balanza después de la calibración (g)

E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-04 = 10<sup>-4</sup>

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura k = 2, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

**7 Observaciones**

- Se realizó una precarga usando la carga patrón de: 16 000 g para la cual la balanza indicó: 15 999,1 g
- Se realizó un ajuste a la balanza antes de la calibración.
- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- La balanza es de rango simple.
- Para esta balanza los Errores Máximos Permisibles (EMP) y capacidad mínima, son correspondientes a los EMP para una balanza en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, división de verificación 1 g y capacidad mínima 5 g, según la norma NMP-003-2009.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 195 - 2021***Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	210475	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	Av. Vicente Ruso lote 1 Fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA MARSHALL</b>	
<b>Capacidad</b>	5000 kgf	
<b>Marca</b>	YUFAN	
<b>Modelo</b>	STM-56	
<b>Número de Serie</b>	101216	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Procedencia</b>	CHINA	
<b>Identificación</b>	PM-01 (*)	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Marca</b>	HIWEIGHT	
<b>Modelo</b>	315-X8	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Resolución</b>	0,1 kgf	
<b>Ubicación</b>	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2021-09-11	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-09-16

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.09.16 12:27:15  
-05'00'

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 195 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

**7. Lugar de calibración**

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Av. Vicente Ruso lote 1 Fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	21,4 °C	21,6 °C
Humedad Relativa	74 % HR	74 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-1 95857 / 2020-1 6727	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 024-21B

**10. Observaciones**

- (\*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido en el equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo trabaja con una celda de carga, Marca: KELI, Modelo: A-FED y Serie: AKT5374

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 195 - 2021**

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ ( kgf )	$F_1$ ( kgf )	$F_2$ ( kgf )	$F_3$ ( kgf )	$F_{Promedio}$ ( kgf )
10	500	503,8	503,1	502,7	503,2
20	1000	1004,3	1003,6	1003,2	1003,7
30	1500	1503,2	1502,7	1502,6	1502,8
40	2000	2002,5	2001,8	2001,9	2002,1
50	2500	2501,1	2500,9	2501,0	2501,0
60	3000	2999,5	2999,0	2999,2	2999,2
70	3500	3497,4	3496,5	3497,0	3497,0
80	4000	3996,5	3995,6	3996,0	3996,0
90	4500	4492,5	4491,7	4492,2	4492,1
100	5000	4989,5	4988,4	4989,0	4989,0
Retorno a Cero		0,1	0,1	0,0	

Indicación del Equipo F ( kgf )	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa σ (%)	
500	-0,64	0,22	---	0,02	0,21
1000	-0,37	0,11	---	0,01	0,21
1500	-0,19	0,04	---	0,01	0,21
2000	-0,10	0,03	---	0,01	0,21
2500	-0,04	0,01	---	0,00	0,21
3000	0,03	0,02	---	0,00	0,21
3500	0,09	0,03	---	0,00	0,21
4000	0,10	0,02	---	0,00	0,21
4500	0,18	0,02	---	0,00	0,21
5000	0,22	0,02	---	0,00	0,21

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0,00 %
---	--------

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LT - 176 - 2021***Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 5

<b>1. Expediente</b>	<b>210475</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	Av. Vicente Ruso lote 1 fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE	
<b>4. Equipo</b>	<b>BAÑO MARÍA</b>	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>Alcance Máximo</b>	NO INDICA	
<b>Marca</b>	A&A INSTRUMENTS	
<b>Modelo</b>	STSY-3	
<b>Número de Serie</b>	150705	
<b>Identificación</b>	EQ-BM-01 (*)	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>	

Descripción	Instrumento de medición	Controlador / Selector
Alcance	-100 °C a 300 °C	-100 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	TERMÓMETRO DIGITAL	DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**5. Fecha de Calibración**      **2021-09-10**

Fecha de Emisión

2021-09-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.09.16 12:39:26  
-05'00'

Sello



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LT - 176 - 2021**

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

**6. Método de Calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Baños Termostáticos PC-019; 2da edición; Abril 2009, del SNM-INDECOPI.

**7. Lugar de calibración**

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
Av. Vicente Ruso lote 1 fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,3 °C
Humedad Relativa	70 %	71 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 091 - 2019	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT - 0083 - 2021
FLUKE CORPORATION C0721069		

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 176 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### PARA LA TEMPERATURA DE 60 °C

Tiempo ( min )	Termómetro del equipo ( °C )	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom ( °C )	Tmax-Tmin ( °C )	
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
00	60,0	59,6	59,7	59,6	59,5	59,6	59,5	59,8	59,6	59,6	59,6	59,6	59,6	0,3
02	60,0	59,6	59,6	59,6	59,6	59,9	59,5	59,8	59,6	59,6	59,6	59,7	59,6	0,4
04	60,0	59,6	59,7	59,6	59,5	59,6	59,5	59,8	59,6	59,6	59,6	59,6	59,6	0,3
06	60,0	59,7	59,7	59,6	59,5	59,6	59,6	59,8	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	0,4
08	60,0	59,6	59,5	59,5	59,5	59,4	59,6	59,8	59,6	59,6	59,6	59,6	59,5	0,4
10	60,0	59,6	59,7	59,6	59,6	59,7	59,5	59,8	59,6	59,6	59,6	59,6	59,6	0,3
12	60,0	59,6	59,7	59,6	59,5	59,5	59,5	59,8	59,5	59,5	59,6	59,6	59,6	0,3
14	60,0	59,7	59,7	59,6	59,4	59,7	59,6	59,9	59,6	59,6	59,7	59,6	59,6	0,5
16	60,0	59,7	59,6	59,6	59,5	59,7	59,6	59,9	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	0,4
18	60,0	59,8	59,7	59,6	59,5	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	59,8	59,7	59,7	0,4
20	60,0	59,7	59,7	59,6	59,5	59,6	59,6	59,9	59,7	59,7	59,7	59,6	59,6	0,4
22	60,0	59,8	59,7	59,6	59,6	59,6	59,6	59,9	59,6	59,6	59,8	59,7	59,7	0,3
24	60,0	59,8	59,8	59,7	59,6	59,7	59,6	60,0	59,7	59,7	59,7	59,7	59,7	0,4
26	60,0	59,8	59,7	59,6	59,5	59,6	59,6	60,0	59,6	59,6	59,8	59,7	59,7	0,5
28	60,0	59,7	59,7	59,7	59,5	59,6	59,6	60,0	59,6	59,6	60,9	59,8	59,8	1,4
30	60,0	59,7	59,7	59,6	59,6	59,7	59,6	59,9	59,6	59,6	59,6	59,6	59,6	0,3
32	60,0	59,8	59,7	59,6	59,6	59,8	59,6	59,9	59,6	59,6	59,8	59,7	59,7	0,3
34	60,0	59,8	59,7	59,7	59,6	59,9	59,5	60,0	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	0,5
36	60,0	59,8	59,8	59,6	59,5	59,6	59,6	60,0	59,6	59,6	59,8	59,7	59,7	0,5
38	60,0	59,8	59,8	59,7	59,6	59,5	59,6	60,0	59,6	59,6	59,9	59,7	59,7	0,5
40	60,0	59,8	59,8	59,7	59,6	59,8	59,7	60,0	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	0,4
42	60,0	59,8	59,8	59,7	59,6	59,7	59,6	60,0	59,7	59,7	59,8	59,7	59,7	0,4
44	60,0	59,8	59,8	59,7	59,6	59,8	59,7	60,0	59,6	59,6	59,9	59,7	59,7	0,4
46	60,0	59,8	59,8	59,7	59,6	59,7	59,7	60,0	59,6	59,6	59,9	59,7	59,7	0,4
48	60,0	59,7	59,7	59,7	59,6	59,6	59,6	60,0	59,6	59,6	59,7	59,7	59,7	0,4
50	60,0	59,7	59,7	59,7	59,6	59,6	59,7	59,9	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	0,3
52	60,0	59,7	59,7	59,7	59,6	59,7	59,6	59,9	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	0,3
54	60,0	59,8	59,7	59,7	59,6	59,7	59,6	59,9	59,6	59,6	59,8	59,7	59,7	0,3
56	60,0	59,7	59,7	59,6	59,6	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	0,3
58	60,0	59,8	59,8	59,7	59,6	59,7	59,7	60,0	59,6	59,6	59,9	59,7	59,7	0,4
60	60,0	59,7	59,7	59,7	59,6	59,6	59,5	60,0	59,6	59,6	59,7	59,6	59,6	0,5
<b>T.PROM</b>	60,0	59,7	59,7	59,6	59,6	59,7	59,6	59,9	59,6	59,6	59,8	59,7	59,7	
<b>T.MAX</b>	60,0	59,8	59,8	59,7	59,6	59,9	59,7	60,0	59,7	59,7	60,9			
<b>T.MIN</b>	60,0	59,6	59,5	59,5	59,4	59,4	59,5	59,8	59,5	59,5	59,6			
<b>DTT</b>	0,0	0,2	0,3	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	1,3			



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LT - 176 - 2021**

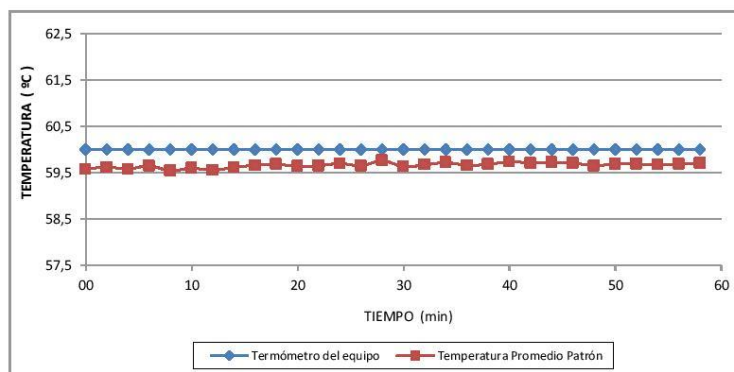
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

Temperatura ambiental promedio 23,3 °C  
Tiempo de estabilización del equipo 2 horas  
El selector de temperatura se posicionó en 60 °C

PARÁMETRO	VALOR ( °C )	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ( °C )
Máxima Temperatura Medida	60,9	0,2
Mínima Temperatura Medida	59,4	0,04
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,3	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	0,4	0,2
Estabilidad Medida ( ± )	0,6	0,04
Uniformidad Medida	1,4	0,3

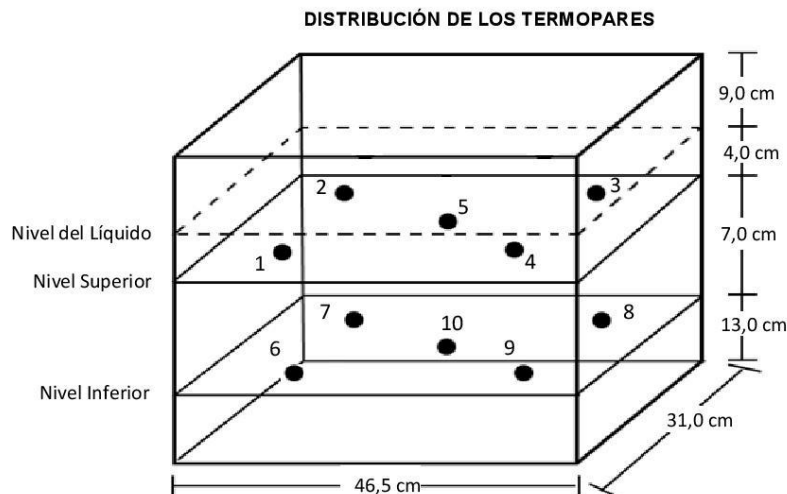
T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO  
TEMPERATURA DE TRABAJO: 60 °C**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LT - 176 - 2021**

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5



Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento