



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos  
plásticos - Nuevo Chimbote, 2019”**

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

**AUTORES:**

Escalante Hervias, Henry Daniel (ORCID: 0000-0002-4782-7561)  
Infantes Vásquez, Gilmer Hipólito (ORCID: 0000-0001-5244-2052)

**ASESORA:**

Mgtr. SOLAR JARA, Miguel Ángel: (ORCID: 0000-0002-8661-418X)

**LÍNEA DE INVESTIGACION:**

Diseño de Infraestructura Vial

**CHIMBOTE – PERU**

**2019**

## **Dedicatoria**

### **A Dios.**

Por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud para lograr los objetivos y la oportunidad de cumplir nuestras metas, además de su infinita bondad y amor.

### **A nuestros padres.**

Por ser la más grande inspiración en mi vida, por orientarnos y guiarnos de alguna u otra manera, por haber estado en las decisiones importantes de nuestra vida no solo profesional sino también por formar parte de nuestro día a día por brindarnos su incondicional apoyo y el verdadero amor durante todo este tiempo.

### **A los docentes.**

Que compartieron sus conocimientos, enseñanza y nos brindaron su apoyo y consejos con la finalidad de hacernos profesionales competentes.

*Henry y Gilmer*

## **Agradecimiento**

Nunca nos cansaremos de darle gracias a Dios por hacer su voluntad en nosotros y darnos la posibilidad de ser buenos profesionales y unos grandes seres humanos, porque su amor y bondad han estado presente en nuestros pensamientos y acciones.

A nuestros padres por estar apoyándonos siempre en todo lo que hagamos, por fortalecernos en nuestra formación ética, moral y espiritual para realizar todos los proyectos que nos hemos propuesto, a nuestras esposas e hijos por darnos su apoyo moral con palabras de confianza cuando las circunstancias se ponían difíciles.

A la facultad de Ingeniería Civil y sus docentes, quien con su exigencia se pudo lograr que la investigación sea exitosa, asesorando y guiándonos en el desarrollo de la tesis, gracias por su paciencia y dedicación.

A la Universidad César Vallejo, por facilitarnos la oportunidad de recibir la educación y preparación académica de excelente calidad con gran sentido humano, ético y moral.

*Los autores*

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de Originalidad de Autores.....	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de tablas.....	viii
Índice de gráficos.....	ix
Índice de figuras.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. MARCO TEORICO.....	16
III. METODOLOGÍA.....	28
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	28
3.2. Variables y operacionalización.....	29
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	30
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.5. Procedimiento.....	32
3.6. Métodos de análisis de datos.....	42
3.7. Aspectos éticos.....	42
IV. RESULTADOS.....	43
V. DISCUSIÓN.....	70
VI. CONCLUSIONES.....	71
VII. RECOMENDACIONES.....	72
REFERENCIAS.....	73
ANEXOS.....	78

## Índice de tablas

<b>Tabla N° 1: Operacionalización de variables</b> .....	29
<b>Tabla N° 2: Población (briquetas)</b> .....	30
<b>Tabla N° 3: Obtención de muestra de ensayo</b> .....	33
<b>Tabla N° 4: Máximo porcentaje de alargadas y chatas</b> .....	34
<b>Tabla N° 5: Cantidad de muestra para ensayo</b> .....	34
<b>Tabla N° 6: Porcentaje mínimos de caras fracturadas</b> .....	34
<b>Tabla N° 7: Porcentajes mínimos para equivalente de arena</b> .....	36
<b>Tabla N° 8: Muestra mínima para ensayo</b> .....	36
<b>Tabla N° 9: Máximo porcentaje de absorción</b> .....	37
<b>Tabla N° 10: Absorción y gravedad específica</b> .....	37
<b>Tabla N° 11: Requisitos para mezcla asfáltica</b> .....	41
<b>Tabla N° 12: Resultados de ensayo de tensión</b> .....	43
<b>Tabla N° 13: Resultados del ensayo de compresión.</b> .....	44
<b>Tabla N° 14: Diseño de M.A.C</b> .....	46
<b>Tabla N° 15: Diseño de mezcla asfáltica tradicional (4.5% M.A)</b> .....	47
<b>Tabla N° 16: Diseño de Mezcla asfáltica tradicional (5.0 % M.A)</b> .....	48
<b>Tabla N° 17: Diseño de Mezcla asfáltica tradicional (5.5 % M.A)</b> .....	49
<b>Tabla N° 18: Diseño de Mezcla asfáltica tradicional (6.0 % M.A)</b> .....	50
<b>Tabla N° 19: Diseño de Mezcla asfáltica tradicional (6.5 % M.A)</b> .....	51
<b>Tabla N° 20: Resultado del Diseño de Mezcla asfáltica convencional</b> .....	55
<b>Tabla N° 21: Diseño de mezcla asfáltica modificada (5.68% Asfalto con 3% PET)</b> .....	56
<b>Tabla N° 22: Diseño de mezcla asfáltica modificada (5.68% Asfalto con 4% PET)</b> .....	57
<b>Tabla N° 23: Diseño de mezcla asfáltica modificada (5.68% Asfalto con 5% PET)</b> .....	58
<b>Tabla N° 24: Resultado del Diseño de Mezcla asfáltica modificado</b> .....	62
<b>Tabla N° 25: Comparación de mezcla asfáltica convencional y modificada</b> .....	66
<b>Tabla N° 26: Análisis de precios unitarios –Mezcla asfáltica convencional</b> .....	67
<b>Tabla N° 27: Análisis de precios unitarios –Mezcla asfáltica modificada</b> .....	68
<b>Tabla N° 28: Ahorro en la producción total de las mezclas</b> .....	69
<b>Tabla N° 29: Vida útil del pavimento con los dos tipos de alternativas</b> .....	69

<b>Tabla N° 30: Factor de corrección para la estabilidad</b> .....	79
<b>Tabla N° 31: Matriz de Consistencia</b> .....	145

### Índice de gráficos

<b>Gráfico N° 1: probeta para ensayos de tensión</b> .....	43
<b>Gráfico N° 2: Curva de ensayo de tensión</b> .....	44
<b>Gráfico N° 3: Curva de ensayo de compresión</b> .....	45
<b>Gráfico N° 4: Porcentaje de mezcla asfáltica vs peso específico</b> .....	52
<b>Gráfico N° 5: Porcentaje de Mezcla asfáltica vs Porcentaje de Vacíos</b> .....	52
<b>Gráfico N° 6: Porcentaje de Mezcla asfáltica vs Porcentaje de VMA</b> .....	53
<b>Gráfico N° 7: Porcentaje de Mezcla asfáltica vs Porcentaje de V.LL.M. A</b> .....	53
<b>Gráfico N° 8: Porcentaje de mezcla asfáltica vs estabilidad</b> .....	54
<b>Gráfico N° 9: Porcentaje de mezcla asfáltica vs flujo</b> .....	54
<b>Gráfico N° 10: Porcentaje de mezcla asfáltica vs índice de rigidez</b> .....	55
<b>Gráfico N° 11: Peso específico de M.A. modificado con 3%, 4% y 5% de Polietileno</b> .....	59
<b>Gráfico N° 12: % Vacíos de M.A. modificado con 3%, 4% y 5% de Polietileno</b> ..	59
<b>Gráfico N° 13: % V.M.A. de M.A. modificado con 3%, 4% y 5% de Polietileno</b> ..	60
<b>Gráfico N° 14: % V.LL.M.A. de M.A. modificado con 3%, 4% y 5% de Polietileno</b> .....	60
<b>Gráfico N° 15: Estabilidad de M.A. modificado con 3%, 4% y 5% de Polietileno</b> .....	61
<b>Gráfico N° 16: Flujo de M.A. modificado con 3%, 4% y 5% de Polietileno</b> .....	61
<b>Gráfico N° 17: Índice de rigidez de M.A. modificado con 3%, 4% y 5% de Polietileno</b> .....	62
<b>Gráfico N° 18: Peso específico (M. Convencional vs Modificado 4% PET)</b> .....	63
<b>Gráfico N° 19: % Vacíos (M. Convencional vs Modificado 4% PET)</b> .....	63
<b>Gráfico N° 20: % V.M.A. (M. Convencional vs Modificado 4% PET)</b> .....	64
<b>Gráfico N° 21: Estabilidad (M. Convencional vs Modificado 4% PET)</b> .....	64
<b>Gráfico N° 22: Flujo (M. Convencional vs Modificado 4% PET)</b> .....	65
<b>Gráfico N° 23: Índice de Rigidez (M. Convencional vs Modificado 4% PET)</b> .....	65
<b>Gráfico N° 24: Índice de V.LL.M.A. (M. Convencional vs Modificado 4% PET)</b> ...	66

## Índice de figuras

<b>Figura N° 1: Ensayo de Tensión .....</b>	<b>82</b>
<b>Figura N° 2: Ensayo de Compresión .....</b>	<b>85</b>
<b>Figura N° 3: Informe Técnico de Ensayos en Laboratorio .....</b>	<b>89</b>
<b>Figura N° 4: Análisis Granulométrico de la Piedra Chancada .....</b>	<b>97</b>
<b>Figura N° 5: Análisis Granulométrico de la Arena Chancada .....</b>	<b>105</b>
<b>Figura N° 6: Análisis Granulométrico de la Arena Zarandeada .....</b>	<b>112</b>
<b>Figura N° 7: Análisis Granulométrico del Cal .....</b>	<b>118</b>
<b>Figura N° 8: Ensayo Marshall de la Mezcla Asfáltica Convencional en 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6,5% .....</b>	<b>120</b>
<b>Figura N° 9: Ensayo Marshall de la Mezcla Asfáltica Modificado con Polietileno en 3%, 4% y 5% .....</b>	<b>133</b>
<b>Figura N° 10: Calibración de los Instrumentos .....</b>	<b>139</b>

## Resumen

La presente tesis tiene como objetivo principal determinar la influencia de los residuos plásticos (polietileno) en las propiedades de la mezcla asfáltica. Se especifican el uso del asfalto PEN 60/70 y agregados provenientes de la cantera “La Sorpresa” ubicado en Coishco, las cuales han sido ensayados de acuerdo a procedimientos y especificaciones indicados en las normas EG-2013.

Al comparar los resultados obtenidos, el diseño de mezcla asfáltica modificado con polietileno presenta una leve reducción en el flujo con respecto a la mezcla asfáltica convencional, lo cual indica que además de proporcionar propiedades elásticas a la mezcla, también aporta rigidez, obteniendo una mezcla con cualidades muy importantes para la resistencia ante las deformaciones permanentes.

También se determinó que la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional fue 1200 kg mientras que la mezcla modificada con residuos plásticos (polietileno) fue 1310 kg, un aumento de 9.16%. Es decir, que la mezcla asfáltica modificada tiene la capacidad de resistir desplazamientos y deformaciones bajo tráficos pesados.

Por lo tanto, la incorporación de polímeros polietileno a la mezcla asfáltica convencional, mejora notablemente sus propiedades físicas y mecánicas disminuyendo así fallas comunes en pavimentos flexibles producidos por los efectos del clima y tráficos de cargas pesadas.

Por otro lado, económicamente, se puede observar que el costo total de producción por m<sup>3</sup> de mezcla asfáltica modificada es más económico, representando un menor costo en comparación al costo de la mezcla asfáltica convencional.

**Palabras Claves:** Polietileno, propiedades de la mezcla asfáltica, método Marshall, estabilidad, rigidez y vacíos.



## Abstract

The main objective of this thesis is to determine the influence of plastic waste (polyethylene) on the properties of the asphalt mixture. The use of PEN 60/70 asphalt and aggregates from the “La Sorpresa” quarry located in Coishco are specified, which have been tested according to procedures and specifications indicated in the EG-2013 standards.

When comparing the results obtained, the design of asphalt mixture modified with polyethylene presents a slight reduction in the flow with respect to the conventional asphalt mixture, which indicates that in addition to providing elastic properties to the mixture, it also provides rigidity, obtaining a mixture with Very important qualities for resistance to permanent deformations.

It was also determined that the stability of the conventional asphalt mixture was 1200 kg while the modified mixture with plastic waste (polyethylene) was 1310 kg, an increase of 9.16%. That is, the modified asphalt mixture has the ability to resist displacements and deformations under heavy traffic.

Therefore, the incorporation of polyethylene polymers to the conventional asphalt mixture, significantly improves its physical and mechanical properties, thus reducing common failures in flexible pavements produced by the effects of weather and heavy load traffic.

On the other hand, economically, it can be seen that the total production cost per m<sup>3</sup> of modified asphalt mixture is cheaper, representing a lower cost compared to the cost of conventional asphalt mixing.

**Keywords:** Polyethylene, asphalt mixture properties, Marshall method, stability, rigidity and voids.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el mayor problema a nivel mundial de los pavimentos en las avenidas y carreteras son los baches, debido al desgaste y deformación permanente las cuales han sido construidas con MAC (Mezclas asfálticas en caliente). Además, existen condiciones donde, las mezclas asfálticas convencionales no son aptos para resistir al tráfico de vehículos y las acciones del clima, y es necesario diseñar mezclas asfálticas más resistentes, mejorando sus propiedades, haciéndolo más durable y resistente a las deformaciones.

Un caso resaltante a nivel internacional es lo realizado por Forigua (2014, p. 23), quien investigó en Bogotá, Colombia sobre el modificar las mezclas asfálticas mediante la adición de residuos plásticos, encontrando los beneficios que trae este tipo de mezclas y la resistencia que le proporciona al asfalto, por otro lado, con esta técnica el país de Colombia redujo los índices de desechos plásticos, contribuyendo con el bienestar ecológico de la ciudad y del país. Por otro lado, hay un problema en particular perjudicando nuestro medio ambiente, siendo el protagonista de ello el incremento de residuos sólidos plásticos; existiendo aproximadamente 18 millones de toneladas de plástico que flotan en el mar, necesitando ser minimizado debido a ser una cifra alarmante de desechos plásticos.

En el Perú, todavía se evidencia muchos trabajos relacionados al diseño de asfaltos con residuos de plástico, trayendo consigo la falta de este tipo de material que es muy beneficioso para la resistencia de las pistas y muy utilizado por diferentes países con el objetivo de optimizar la calidad de asfaltos y minimizar los índices de desechos plásticos al medio ambiente, por otro lado se requiere pavimentos y mezclas asfálticas con patrones estratégicos en base a la necesidad de cada región ya que existe diversidad climática; sin embargo, haciendo un estudio de las raíces que producen deformación indestructible y de las circunstancias climáticas, su aporte ayuda a anticipar un desperfecto prematuro de los pavimentos, y repercutirá en la economía del país.

En el caso de la región Áncash este tipo de material no es muy conocido por las empresas que se dedican al diseño de asfaltos, con lo cual surge la necesidad de realizar capacitaciones sobre este material de gran importancia.

Por otro lado, en el distrito de Nuevo Chimbote, en zonas como Av. Pacífico y la Av. Universitaria, en la cual se centra nuestro estudio presenta vías de pavimento flexible en malas condiciones, con ahuellamientos, parches, descascaramiento y baches lo cual ocasiona que los vehículos transiten lentamente causando gran congestión en horas puntas, accidentes inesperados, malestar a los vecinos y conductores que transitan por el lugar ya que dañan sus vehículos. Por lo cual, es recomendable la adición de residuos plásticos PET (polietileno) a la mezcla asfáltica convencional, ya que influye mejorando sus propiedades, haciéndolo más resistente a las acciones del tráfico vehicular y disminuyendo la deformación.

El siguiente proyecto de investigación tiene por objeto dar a conocer la posibilidad de adicionar residuos plásticos en la fabricación de las mezclas asfálticas convencionales, como componente de mejora en sus propiedades, y así sean utilizados en la Av. Pacífico y la Av. Universitaria de la ciudad de Nuevo Chimbote.

Para la investigación se planteó el siguiente problema: ¿De qué manera influye la adición de residuos plásticos en las propiedades de la mezcla asfáltica?

La justificación de la investigación responde él porque es necesario aportar con el análisis de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos que no es muy común utilizarlo en la ciudad, con el cual se puede realizar mejoras en el diseño de mezclas asfálticas. Las razones que dieron origen al estudio, es ver el comportamiento de sus propiedades físicas de la mezcla asfáltica incorporando residuos plásticos polietileno y el porcentaje indicado para una buena dosificación, diseñando una mezcla asfáltica que cumpla las propiedades para un buen diseño de mezcla para el distrito de Nuevo Chimbote , En la actualidad España, Argentina, entre otros países, realizan estudios para crear nuevas mezclas asfálticas, una de estas nuevas mezclas es a base de Polietileno (residuos plásticos).

En Perú, la mezcla asfalto es muy importante para la construcción de carreteras, además la capacidad de carga que permite una perfecta fusión entre los agregados y su propiedad impermeabilizante causa sensibilidad a la estructura del pavimento frente a la humedad, asimismo tiene resistencia a la presión originada por las sobrecargas vehiculares. Esta tesis es importante porque va a minimizar los gastos económicos, basándose en el reciclaje de plástico, puesto que el PET es muy utilizado en la vida diaria y tiene mucha demanda la cual permitirá concientizar la cultura del reciclaje del plástico en nuestra sociedad, además generará mayores oportunidades de trabajo que se verá reflejado en el beneficio de toda la comunidad de Nuevo Chimbote.

Ante el problema mencionado en líneas anteriores se plantea como hipótesis de investigación que la adición de residuos plásticos influye favorablemente en las propiedades de la mezcla asfáltica, Nuevo Chimbote 2019. Y como hipótesis nula, que la adición de residuos plásticos influye negativamente en las propiedades de la mezcla asfáltica, Nuevo Chimbote 2019.

Por tal motivo nuestro objetivo general es: Definir las propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos, Nuevo Chimbote 2019, considerando muestras. Así también los Objetivos Específicos son: (1) Definir la caracterización del polietileno. (2) Realizar el diseño de la mezcla asfáltica convencional, por el método Marshall. (3) Realizar el diseño de la mezcla asfáltica modificado, en un 3%, 4% y 5% polietileno (residuos plásticos), por método Marshall. (4) Comparar las propiedades físicas de la mezcla asfáltica convencional y las mezclas modificadas en 3%, 4% y 5% de polietileno (residuos plásticos). (5) Evaluar los beneficios utilizando la nueva mezcla asfáltica modificada con polietileno (residuos plásticos) comparando con una mezcla convencional.

## II. MARCO TEÓRICO

En el trabajo de investigación se consideran los siguientes trabajos previos en la cual tenemos a nivel internacional:

Según el autor Flores (2014, p. 23) realizó un trabajo de investigación titulado “Diseño de un pavimento flexible adicionando Tereftalato de polietileno como material constitutivo junto con ligante AC-20” cuyo objetivo de investigación es reutilizar los desechos plásticos originados en todas partes de Ecuador como material adicional aplicado a las mezclas asfálticas tradicional, para el diseño utilizó la metodología de adición del material plástico de forma óptima, llegando a las siguientes conclusiones: las briquetas con mezcla asfáltica modificada presenta una estabilidad mayor a un 33%; el flujo es superior en un 32%, ambos diseños de mezcla asfáltica presentan una deformación similar. El estudio demostró la efectividad del diseño de pavimento flexible en las carreteras y que su incorporación se considera de suma importancia por la resistencia y durabilidad.

Según el autor Aimacaña (2017, p. 13) realizó un trabajo de investigación titulado “Comparación del comportamiento a presión de pavimentos asfálticos a base de polímeros y pavimentos flexibles tradicionales”, cuyo objetivo principal es contrastar los patrones de la mezcla asfáltica tradicional y modificada con polímeros (tapones plásticos triturados), por cual uso la metodología de observación y realización de pruebas de las mezclas, llegando a las siguientes conclusiones: se logra una reducción importante del impacto ambiental de estos residuos; la mezcla asfáltica modificada con este polímero presenta mayor durabilidad, así como también una mejor cohesión de sus partículas.

El estudio demuestra que la mezcla con polímeros presenta una mejor resistencia en relación a al pavimento tradicional, lo que demuestra su efectividad y contribución a reducir los índices de plástico en el mundo.

Según el autor Berrio (2017, p. 9) realizó un trabajo de investigación titulado “Diseño y valoración del rendimiento de una mezcla asfáltica tipo MSC-19 con integración de Tereftalato de polietileno reciclado como agregado constitutivo”, cuyo objetivo

de investigación es diseñar una mezcla asfáltica con la incorporación de Tereftalato de polietileno, evaluando sus propiedades mecánicas, usando la metodología de revisión bibliográfica y realización de pruebas, llegando a las siguientes conclusiones: debido a su alto punto de fusión puede incorporarse dentro de la matriz, sin degradarse; el índice de CBR es superior al margen normalizado, lo cual es beneficioso. El estudio considera que los residuos polietileno reciclados presentan una mejor resistencia asfáltica que el método tradicional.

Según el autor Calderón (2018, p. 17) realizó un trabajo de investigación titulado “Evaluación del desempeño del hormigón asfáltico con plástico polietileno reciclado para vías de segundo orden” cuyo objetivo de investigación es obtener un asfalto modificado con plástico polietileno reciclado, en el cual utilizó el método Marshall, presentando las siguientes conclusiones: se logró evidenciar que la adición de 1% de polietileno, es óptima en el diseño de mezcla asfáltica; esta adición permite dar mayor resistencia a la deformación; al mismo tiempo se logró estar por encima del rango en cuanto a la capacidad de carga y reducción de vacíos. Los estudios de laboratorios realizados comprueban la mejor resistencia de la mezcla asfáltica para evaluar el rendimiento de las pistas.

También, se han encontrado trabajos a nivel nacional como:

Según el autor Navarro (2017, p. 5) realizó un trabajo de investigación titulado “Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET” cuyo objetivo de investigación es adicionar PET en una mezcla asfáltica tradicional, determinando la resistencia y estabilidad en los pavimentos flexibles, utilizando la metodología de dosificación de Marshall, llegando a las siguientes conclusiones: la adición de PET mejorar el flujo vehicular, solamente considerando el tránsito liviano. Los aditivos demostraron que son efectivos para mejorar la resistencia de las pistas, además se comprobó que utilizar este tipo de métodos favorece a la reducción de plásticos en el mundo.

Según el autor Silvestre (2018, p. 11) realizó un trabajo de investigación titulado “Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado” cuyo objetivo de investigación es definir el

porcentaje óptimo para incidir positivamente en las propiedades de la mezcla asfáltica adicionada con residuos plásticos, para lo cual usó la metodología de dosificación de Marshall.

Se logró llegar a las respectivas conclusiones: de los tres diferentes porcentajes de adicciones (0.5%, 1% y 1.5%) se verificó que la adición óptima es 1%; aumento de resistencia a la deformación en 3.11%; la relación 'deformación-capacidad de carga' ascendió en un 4.49%; el PET triturado pasante de la malla #16 reduce los vacíos en un 2.5% mejorando la estabilidad; se evidenció una disminución de densidad de la mezcla asfáltica en un 1.7%. Esto muestra que la mezcla asfáltica con aditivos plásticos, mejora la resistencia de las pistas, además se suma la rentabilidad económica para las empresas y la sociedad.

Según el autor Silva (2018, p. 7) realizó un trabajo de investigación titulado "Influencia de la adición de residuos plásticos en el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente" cuyo objetivo de investigación es incorporar dentro de la fabricación de pavimentos flexibles, el plástico reciclado pulverizado, para lo cual usó la metodología de incorporación de plástico reciclado en cantidades de 1% con respecto al peso de los agregados, llegando a la conclusión de que: la adición de plásticos en la mezcla asfáltica tradicional mejora la estabilidad, el flujo, el porcentaje de vacíos e índice de rigidez; y logra también disminuir los costos unitarios de una mezcla convencional.

Este trabajo es relevante porque incorpora los mecanismos para favorecer el uso de plásticos como aditivos en los asfaltos y mejorar los costos de las pistas.

Según el autor Escobar (2017, p. 3), realizó un trabajo de investigación denominada "Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa" cuyo objetivo de investigación es reestructurar el pavimento flexible en base a los parámetros de diseño, usando la metodología científica, ayudado de la observación y demostración, llegando a las siguientes conclusiones: el IMD influye en el diseño de la carpeta asfáltica; optimizándolo para incrementar la base de 11.5 a 30.5 cm; el CBR de 7.2% influye en la sub-base. La resistencia de los pavimentos es mejorada con la adición de plásticos y favorecidos por la reducción de costos.

Los soportes teóricos en los cuales se apoya el estudio, responden a las exigencias técnicas, humanistas y científicas que dan sustento a cada una de las variables, así tenemos:

Seymour y Carraher (2014, p. 45) definen al polímero como un compuesto orgánico, con alto peso molecular y formado por la unión de unidades estructurales llamados monómeros que puede ser de origen natural o sintético. Se caracteriza por tener un menor punto de fusión y densidad, además de baja reactividad química y conductividad eléctrica. Los materiales plásticos y también los tejidos de los seres vivos son un ejemplo de polímeros.

En cuanto a su estructura, Reynoso (2018, p. 28) manifiesta que se clasifican en lineales y ramificados, siendo los primeros formados por monómeros difuncionales y el segundo por monómeros trifuncionales, y debido a la variedad de características se puede deducir que los polímeros ramificados son rígidos y frágiles, en cuanto a los lineales son blandos y moldeables.

En cuanto a su mecanismo de polimerización, Serrano y Mnedizábal (2015, p. 15) lo clasifican en polímeros de condensación donde las intervenciones de varias moléculas del monómero liberan muy aparte del polímero también moléculas más pequeñas siendo ejemplos el poliéster, nylon o polietilentereftalato; y en polímeros de adición que son producto de la continua agrupación de moléculas del monómero originando el polímero como producto total, siendo ejemplos el polipropileno y el polietileno.

En cuanto a sus propiedades físicas, Garrido e Ibarra (2014, p. 43) menciona a las fibras como polímeros naturales constituidos por partículas tensadas, que producen hilos delgados, extensos y resistentes, siendo ejemplo de ello: el nailon, la lana, el algodón, el poliéster y otros. Por otro lado, describe a los elastómeros como polímeros que tienen bastante elasticidad, siendo ejemplo de ello: neopreno y caucho, por último, se menciona a los plásticos como polímeros sintéticos que al



entrar en contacto con la presión o el calor tiende a moldearse, siendo ejemplo de ello: PVC, el poliestireno y otros.

Mendivil y Castro (2015, p. 57), en su proyecto de investigación define al polietileno PET como un polímero termoplástico compuesto por elementos repetitivos de etileno, por lo cual es denominado como HDPE (polietileno de alta densidad). Se sabe que este, es el componente más empleado en la producción de envases de plástico desechables. El polímero armoniza de buena forma con el asfalto.

Según Billmeyer (2016, p. 9), el polietileno posee una gran resistencia química, térmica y también al impacto. Además, es muy ligero y flexible, aun a bajas temperaturas, tampoco puede ser doblado por los ácidos. Posee grandes ventajas como su elasticidad, facilidad de transporte, bajo costo de adquisición, larga vida útil y es resistente a la corrosión. Indica que el proceso de reciclaje del plástico no es más que recuperar los desechos del mismo, con el objeto de usarlo como componente primario para la reutilización directa, producción de nuevos elementos y la transformación a combustibles o nuevos químicos.

Según Rogers (2015, p. 32), el polietileno, al igual que otros plásticos, comienza con la destilación de los combustibles de hidrocarburos (etano en este caso) en grupos más livianos llamados "fracciones", algunos de los cuales se combinan con otros catalizadores para producir plásticos (generalmente mediante polimerización o policondensación).

Aenor (2009, p. 8) menciona que, dentro de los ensayos más importantes para la caracterización del polietileno, se incluye la resistencia a la tracción, que está definido como la capacidad que tiene un polímero para resistir esfuerzos de estiramiento, medido mediante la concentración de fuerza aplicada a una probeta, tomando como base la norma ASTM-0638-72, en donde se menciona que las probetas tienen que estar normalizadas con las condiciones de temperatura (23°C) y humedad (50%); la aplicación de fuerza y esfuerzo necesario a la probeta está representada en base al alargamiento y deformación, siendo determinado al

momento que se rompe, su fórmula se manifiesta así: Resistencia a Tracción (Pa)= Fuerza (N) / Área (m<sup>2</sup>).

Además, Zupancic y Emri (2012, p. 91) manifiesta otra de las propiedades que es la resistencia a la flexión como la capacidad de resistencia al doblado o rigidez, al momento de colocar una probeta de ensayo en dos soportes y aplicar la carga necesaria en el centro de la muestra en un tiempo determinado, en base a la norma ASTM-0790. Pero en ciertos casos, los materiales empleados no se rompen a pesar de ser sometidos a grandes flexiones, por lo cual, no es posible calcular la resistencia que tiene; para ello se utilizará un módulo de deformación del 5% como medida.

Del mismo modo, Rajapaksha y Halwatura (2019, p. 60) define la resistencia a la compresión como la capacidad resistencia a la fuerza aplicada para aplastar una probeta de ensayo, mediante un aparato de compresión, en base a la norma ASTM-0695. La máxima resistencia está dado por la carga originado por la rotura del ensayo y esta expresado mediante la fórmula: Resistencia a la Compresión = Fuerza / Área. Sin embargo, en ciertos casos los materiales empleados no se rompen, por lo cual se tiende a registrar las resistencias causantes de una determinada deformación.

Kowalski y Radziszewski (2016, p. 37) manifiesta que el desarrollo de nuevos materiales y tecnologías para integrar materiales más ecológicos, residuos y materiales reciclados en el ciclo de producción de las mezclas asfálticas es una solución que mejora tanto la sostenibilidad como la rentabilidad de la industria del pavimento asfáltico.

Para Lavin (2003, p. 67), el asfalto es una mezcla de etapas orgánicas de elevada masa molecular. Estas la proporcionan de propiedades y características como: adherencia, viscosidad, estabilidad y color. También indica que las clasifica en: **Asfaltenos** (Forman entre 5-25 % del asfalto) y **Maltenos** (Fase ligera que disuelve el Asfalteno).

Para Wagner (2002, p. 95), los asfaltos pueden ser de 4 tipos. Entre ellos tenemos los siguientes: Asfaltos oxidados, Sólidos, Filerizados y Líquidos. Además, menciona en su investigación los usos más comunes del asfalto, entre ellos tenemos: Asfalto en pavimentos, como aglutinante en la fabricación de asfalto para pavimentos flexibles. Tratamientos especiales, reside en un fino estrato de desgaste, tiene espesor común que no sobrepasa los 2.5 cm. Asfalto como impermeabilizante, usados también en carreteras y está direccionado a impermeabilizar estas estructuras.

Para Zangena (2019, p. 29), las mezclas asfálticas consisten principalmente en cemento asfáltico, agregados minerales y aire, además sostiene que todo diseño de mezcla es producir mezclas mayor resistencia a la deformación y al agrietamiento. Las propiedades de las mezclas producidas dependen de los materiales utilizados en porcentajes óptimos.

Menciona Zúñiga (2015, p. 23) que la mezcla asfáltica tiene propiedades químicas como: Resistencia a la humedad, que es la resistencia del pavimento al ser penetrado por el agua o el aire siendo relacionado con el contenido de vacíos en el compacto de la mezcla; y resistencia al calor, que es la capacidad del pavimento de resistir al aumento de temperatura y mantener su conductividad eléctrica en lo más posible.

Manifiesta López y Fernández (2018, p. 34), que las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica suelen definirse por su viscosidad, ya que el asfalto es calentado hasta convertirse en fluido para su aplicación, siendo llevada a una baja temperatura o mayor viscosidad, de ahí, que, a temperaturas más bajas, el asfalto es un sólido visco-elástico y se describen por su módulo de stiffness. Además, podemos decir que los asfaltos procesados con penetraciones bajas, son producidos con temperaturas y vacíos aumentadas, por ello inversamente, en temperaturas y vacíos se producen asfaltos con penetraciones más altas; por otro lado, ello conlleva a determinar la dureza o consistencia, donde mediante la penetración vertical a la muestra de asfalto se mide la distancia, generado en condiciones determinadas por la temperatura, carga y tiempo.

Los autores Zhanping y Qingli (2018, p. 17), indica que las propiedades físicas del material asfáltico son muy importantes en el diseño, la construcción y el posterior mantenimiento de las carreteras. Las principales propiedades de este son: estabilidad, flujo, vacíos y rigidez.

Cáceres (2007, p. 9) menciona la estabilidad, como la resistencia que puede tener un asfalto frente a circulación de transporte, en cuanto a desplazamientos y deformaciones; siendo de este modo, un pavimento constante está apto para soportar cargas pesadas; de la misma forma, un pavimento variable transmite ondulaciones y ahuellamientos en la mezcla. La estabilidad debe mantener valores adecuados según las especificaciones, mientras sea alto el pavimento va soportar hasta tránsito pesado, pero siendo demasiado alto e inclusive sobrepasando las especificaciones técnicas, puede producir pavimentos demasiado rígidos y con menor duración de lo esperado.

Garnica y Delgado (2004, p. 85) comenta que el flujo está definida como la deformación que sucede en una briqueta disminuyendo su diámetro vertical; la medición que se le aplica esta dada en centésimas de pulgada. De esta manera, las mezclas son consideradas muy frágiles y rígidas para la realización de un pavimento, cuando posee menores flujos y alta estabilidad. De manera inversa de fluencia y estabilidad, son determinados como demasiado plásticas y se deforman de manera rápida con el tránsito pesado.

Macero (2014, p. 2) indica que la rigidez del asfalto mide la resistencia que produce un pavimento al entrar en contacto con el tráfico repetido desde cargas livianas hasta pesadas, denotando los esfuerzos y la fatiga producida. Ésta se reduce ligeramente con el aumento de contenido de huecos, pero se incrementa con la reducción de la temperatura debido al endurecimiento de la mezcla asfáltica.

Los vacíos de una mezcla asfáltica compactada, es definida, como bolsas de aire dispersadas entre las partículas de agregados con asfalto, se representa mediante porcentajes y es usado como uno de los parámetros en los métodos de diseño y

evaluación de compactación. La mezcla asfáltica es densa cuando son compactados, los vacíos con aire son menores a 10%; y es abierta cuando los espacios vacíos son del 10% o más.

En cuanto al asfalto, Salazar (2011, p. 29) manifiesta que para medir la penetración a 25°C, se ejecuta el ensayo a cierta longitud de penetración de manera vertical a una carga específica, además de tiempo y temperatura al asfalto, durante el intervalo de 5 segundos. La penetración del asfalto, según el Instituto del Asfalto, manifiesta cuatro grados que son 60-70, 85-100, 120-150 y 200-300.

Sitecal (2015, p. 117) menciona que, para medir el punto de ablandamiento, se necesita determinar ciertos parámetros de la viscosidad a una temperatura específica realizado por el método anillo y bola, en la cual los materiales fluyen a altas temperaturas indicando su valor. En ese sentido, el material será mojado a una temperatura de 30 a 80°C, iniciando un baño de 5°C.

Para ASTM International (2017, p. 35) encontrar la viscosidad, es aplicar un ensayo donde se establezca la temperatura a emplear y el fluido que mantiene durante el suministro del bitumen, llegando a la conclusión y verificación de la viscosidad que mantiene el bitumen establecido.

En cuanto a los agregados, Backus (2015, p. 16) menciona que el objetivo del ensayo "Abrasión a los Ángeles" es la determinación del desgaste producido por la máquina Los Ángeles, que manifiesta una rotación en velocidades de 30 rpm a 33rpm, se descarga en el tamiz y se calcula el desgaste sufrido de manera porcentual, siguiendo las especificaciones del manual de ensayos de materiales. En cuanto al, índice de plasticidad, tiene el objetivo de obtener los Límites: líquido y plástico; además, a través de la Copa de Casagrande se obtiene el índice de plasticidad.

Para el MTC (2016, p. 38) la gravedad específica y absorción, es el ensayo en la cual se precisa el peso específico normal, saturado y aparente; además de la absorción que se determina al sumergir un agregado en agua durante el tiempo de

24 horas, y usado frecuentemente para comprobar los vacíos que tiene dicho agregado.

En cuanto al equivalente de arena, el MTC (2016, p. 39b) menciona que este ensayo consiste en llevar el agregado fino por la malla N° 4, después es transportado y llenado en cilindros transparentes para su posterior sacudida mediante una agitadora mecánica, se deja reposar por alrededor de 20 minutos y por último se lee la altura máxima determinando la proporción del limo o arcilla, de manera relativa. Además, se manifiesta que son nocivos para el diseño de mezcla asfáltica.

En cuanto al contenido de sales solubles en agregados, Valverde (2013, p. 62) lo menciona como el ensayo que sostiene el método razonable de cristalización con el objetivo de diagnosticar contenido de cloruros y sulfatos, disueltas en agua, de los agregados rocosos utilizados en mezclas bituminosas; por lo que se somete una muestra del agregado a lavados sucesivos con agua destilada a hervor, llegando a la totalidad de sales, luego se coge una parte proporcional para comenzar a cristalizar y de esta manera determinar la suma de sales presentes.

Maxil y Salinas (2006, p. 17) indican que, para aprovechar mejor el asfalto en la realización de pavimentos de vías carreteras, es necesario modificar el mismo, siendo este una nueva técnica mediante la adición de polímeros a los asfaltos convencionales con el objetivo de influir de manera positiva en sus propiedades físicas y mecánicas.

Los asfaltos modificados, son producidos por la adición de polímeros, siendo estas sustancias estables a temperaturas cambiantes, que se mezclan con el material asfáltico con la finalidad de ofrecer un nuevo producto mejorado, ofreciendo mayor resistencia, estabilidad y disminución de la susceptibilidad a la humedad.

Tonda (2015, p. 2) manifiesta que el propósito de modificar los asfaltos con sustancias polímeras, es mantener ligantes más viscosos para disminuir las deformaciones permanentes y aumentar la rigidez de las mezclas que constituyen

el espacio de rodamiento y tráfico. Además de aumentar su elasticidad, disminuyendo el fisuramiento por la fatiga expuesta.

Pincay y Zúñiga (2018, p. 56), manifiestan que se ha utilizado diferentes métodos para establecer un diseño óptimo de mezcla asfáltica, siendo los más comunes el método Marshall y Superpave.

El método Marshall, es un procedimiento orientado al diseño de mezclas asfálticas en caliente realizadas en laboratorio y verificación de campo, elaborándose en base a un método determinado para calentar, mezclar y compactar mezclas asfálticas. Existen dos aspectos importantes de este método, siendo: la densidad-análisis de vacíos y la prueba de estabilidad y flujo de los especímenes compactados. Esta metodología usa una gráfica semilogarítmica para definir la granulometría permitida.

Según Garnica y Delgado (2004, p. 67), es esencial realizar varios combos de prueba para descubrir uno que cumpla con todos los estándares de diseño, por lo que cada agregado de prueba sirve como un manual para evaluar y regular las pruebas posteriores. De esta manera, dentro del método Marshall, se realizan 3 tipos de exámenes para realizar tanto sus características volumétricas como mecánicas, que son: Determinación de la gravedad precisa, estabilidad y prueba de deriva y análisis de densidad y vacío.

Para Rondón y Reyes (2015, p. 102) la determinación de la gravedad única es una prueba ejecutada en base a ASTM D1188, la gravedad precisa de las mezclas de asfalto compactado, el uso de parafina; o ASTM D2726, gravedad particular de combinaciones de asfalto compactado utilizando superficies saturadas de muestras secas, siendo importante una prueba de absorción para decidir qué uso generalizado debe usarse. Una vez que se ha decidido la gravedad única, se realiza el control de estabilidad y ondulación, que incluye sumergir la muestra en una bañera de agua a 60° C, 30 a 40 minutos antes del control. Posteriormente, la carga de prueba se lleva a cabo en la muestra hasta que ocurre la falla, el rango general

de Newton requerido para que la falla surja como el precio de estabilidad de Marshall.

Mientras la prueba de estabilidad está en proceso, se debe mantener la deriva sobre la barra guía y leer el último costo de deslizamiento mientras la carga disminuye, la distinción es la tarifa de deriva Marshall. Después de eso, se realiza la evaluación de densidad y vacío; utilizando la poderosa gravedad precisa de la combinación general, la gravedad común de las combinaciones compactadas y la gravedad precisa más teórica del agregado de asfalto, el porcentaje de asfalto absorbido por el peso de la combinación seca, el porcentaje de huecos, el porcentaje de huecos se calcula lleno de asfalto y la parte de huecos dentro del agregado mineral.

Menciona Mora y Echevarría (2018, p. 76) que el análisis granulométrico por tamizado – ASTM D-422, es la que permite determinar de manera cuantitativa los porcentajes en peso de los diversos tamaños de partículas del suelo que pasan por los diferentes tamices de la serie empleada en el ensayo hasta el de 74mm, realizando un proceso de separación y clasificación por tamaños los granos del suelo, para ello se ejecuta un análisis mayormente combinado, realizado por mallas y aplicando el método hidrómetro respectivamente, a las proporciones gruesas y finas de un mismo material.

Luego del análisis en conjunto de la proporción de cada uno de los tamaños, serán representados en una curva granulométrica, donde si las curvas son muy verticales indicarían reducida variabilidad en los tamaños, mientras que las curvas inclinadas muestran una gradación importante del tamaño de las partículas.



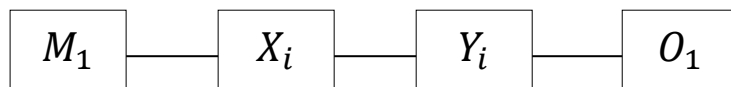
### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación se considera aplicada y el diseño de investigación fue experimental, dentro de ello, se encuentra en el Cuasi experimental.

El esquema del estudio Cuasi experimental fue el siguiente:

Grupo control:



Grupo experimental:



Siendo:

$M_1$ : Mezcla asfáltica convencional

$M_2$ : Mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos

$O_1$ ,  $O_2$ : Resultado comparativo

$X_i$ : (V.D.) Propiedades de la mezcla asfáltica

$Y_i$ : (V.I.) Residuos plásticos (Polietileno)

### 3.2. Variables y operacionalización

**Tabla N° 1: Operacionalización de variables**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>INDEPENDIENTE</b>  Residuos plásticos (Polietileno)	Residuos Plásticos se obtienen del polietileno. Subproducto gaseoso de la refinación del petróleo.	Se analizará su caracterización para luego incorporar la mezcla asfáltica con residuos plásticos Polietileno.	Propiedades Mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Resistencia a tensión</li> <li>➤ Resistencia a compresión</li> </ul>	Razón
<b>DEPENDIENTE</b>  Propiedades de la mezcla asfáltica	Las propiedades de la mezcla asfáltica, son muy importantes porque son las que brindan el concreto asfáltico funcional de la capa de rodadura o de una carpeta asfáltica dependiendo los tipos de materiales que se utilizan.	Incorporaremos porcentajes de 3%,4%,5%, al concreto asfáltico, determinando el comportamiento y la durabilidad y deformación del asfalto.	Propiedades Físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estabilidad</li> <li>➤ Flujo</li> <li>➤ Rigidez</li> <li>➤ Límites de Vacíos</li> <li>➤ Agregados minerales</li> </ul>	Razón

**Fuente:** *Elaboración Propia*

### 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

#### 3.3.1. Población

La población estuvo conformada por el número de briquetas (especímenes) (24) entre mezcla asfáltica convencional y con adición de residuos plásticos (polietileno) las cuales posteriormente fueron comparadas mediante el método del diseño Marshall, teniendo las siguientes 15 briquetas de mezcla asfáltica convencional y 9 con agregados parciales de plástico reciclado en distintos porcentajes.

**Tabla N° 2: Población (briquetas)**

<b>Reemplazo de plástico polietileno reciclado con componentes asfálticos</b>			
<b># Muestra</b>	<b>% Mezcla asfáltica</b>	<b>El plástico sustituyente una parte del árido</b>	
		<b>Agregado grueso</b>	<b>Agregado fino</b>
3	4.5	Muestra patrón	
3	5	Muestra patrón	
3	5.5	Muestra patrón	
	5.68	Muestra patrón	
3	6	Muestra patrón	
3	6.5	Muestra patrón	
<b>Porcentaje de plástico reciclado polietileno 3%</b>			
3	5.68	Variación	Constante
<b>Porcentaje de plástico reciclado polietileno 4%</b>			
3	5.68	Variación	Constante
<b>Porcentaje de plástico reciclado polietileno 5%</b>			
3	5.56	Variación	Constante
Total =		<b>24</b>	

*Fuente: Elaboración Propia*

#### 3.3.2. Muestra y muestreo

La muestra estuvo conformada por la misma cantidad de briquetas (24) porque se trabajó con un patrón de mezcla asfáltica convencional y una

experimental que tiene adición de residuos plásticos determinando las muestras mediante un ensayo de laboratorio.

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

#### **3.4.1. Técnicas**

**A. Análisis documental:** Se revisaron normas, manuales, libros, tesis, entre otros, orientadas al diseño de mezclas asfálticas con porcentajes adicionales de residuos plásticos, para así poder determinar el procedimiento y establecer el diseño que se utilizó en esta investigación.

**B. Observación directa:** Esta técnica ayudó a la recopilación de datos, del estudio de los componentes para diseñar las mezclas asfálticas (tradicionales y con adición de residuos plásticos) previas a la elaboración de las briquetas. Los resultados de estos ensayos ejecutados en el laboratorio fueron anotados para posteriormente ser procesados.

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos que se usaron son los protocolos en laboratorio de la UCV y Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), dispuestos en los anexos con el fin de tomar datos de la mejor manera ordenada, coherente y específica de los ensayos realizados, tales como:

- Prueba de Compresión (ASTM D-1621).
- Prueba de Tensión (ASTM D-638).
- Partículas chatas alargadas (ASTM 4791).
- Caras fracturadas (MTC E 210).
- Análisis granulométrico por tamizado. (MTC E503)
- Equivalente de arena (MTC E114)
- Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (MTC E 206)

- Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (ASTM C128)
- Peso Unitario Suelto y Compactado (MTC E203)
- Resistencia de Mezclas Bituminosas - Aparato MARSHALL (MTC E504)

Para la evaluación de los ensayos elaborados en el laboratorio, se presentaron certificados (posteriormente anexados) emitidos por especialistas de dicho laboratorio, además de ser validados por expertos Ingenieros civiles colegiados de la Universidad César Vallejo. Estos documentos garantizaron la autenticidad de los resultados arrojados por los ensayos que se realizaron en base a los protocolos y los instrumentos que son las normas AASHTO, ASTM, así como también la confiabilidad de los procedimientos y equipos utilizados, las cuales están sujetos al Manual de Ensayos de Materiales del MTC.

### **3.5. Procedimiento**

#### **3.5.1. Ensayos de caracterización polietileno**

##### **A) Ensayo de tensión (ASTM-D 638)**

El ensayo de tensión se realizó aplicando una carga en una probeta que se fijó en una mordaza fija y otra móvil, con velocidades bajas de desplazamiento, hasta alcanzar el máximo esfuerzo o carga permitiendo la división en mitades de la muestra, siendo éste el final del ensayo. Una vez realizado, los datos obtenidos fueron presentados en tablas y siendo expresados en un gráfico de tensión –deformación.

##### **B) Ensayo de compresión (ASTM-D 1621)**

El ensayo de compresión se realizó al fijar probetas rellenas de residuos plásticos, el cual consistía en una fase de compresión isotrópica, permitiendo asegurar la probeta en el lapso de 15 minutos, para luego adherirle una carga desviadora con desplazamiento vertical

con el objetivo de lograr las máximas deformaciones posibles, dadas de forma automática por el aparato utilizado. Por otro lado, se realizó lecturas visuales en intervalos de tiempo, respecto a la presión y cambios volumétricos. Una vez realizado, los datos obtenidos fueron presentados en tablas y siendo expresados en un gráfico de compresión.

### 3.5.2. Ensayos sobre la Mezcla Asfáltica.

#### A) Partículas chatas y alargadas (ASTM 4791)

Este ensayo se realizó teniendo en cuenta, las pautas del MTC, donde se explica dos aspectos importantes: La determinación del tamaño de la muestra, siendo éste  $\frac{3}{4}$ " (pulgadas) expresado en la tabla N° 4; y el porcentaje máximo de partículas chatas y alargadas que debe poseer un agregado, teniendo un máximo de 10% expresado en la tabla N° 5.

Se tomó en cuenta los materiales, equipos y procesos a seguir, basándonos en la norma MTC E 223. Además, se cumplirá con los parámetros ya establecidos con la finalidad de lograr un buen compacto de la mezcla.

**Tabla N° 3: Obtención de muestra de ensayo**

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (PULGADAS)	MÍNIMO DE MUESTRA (KG)
$\frac{3}{8}$ " (9.5 mm)	1.0
$\frac{1}{2}$ " (12.5 mm)	2.0
$\frac{3}{4}$ " (19.0 mm)	5.0
1" (25.0 mm)	10.0

**Fuente:** Manual de ensayo de materiales MTC E 223

**Tabla N° 4: Máximo porcentaje de alargadas y chatas**

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		Altitud (MSNM)	
		≤3,000	> 3,000
Partículas chatas y alargadas	MTC E 219	10% máx.	10% máx.

*Fuente: Manual de carreteras EG-2013*

### **B) Caras fracturadas (MTC E 210)**

Se desarrolló siguiendo las pautas del MTC E 210, donde se explicados dos aspectos importantes: la elección de la cantidad de agregado en base al tamaño máximo, expresado en la tabla N° 6; y el porcentaje mínimo de caras fracturadas, expresado en la tabla N° 7 y sabiendo que a mayor valor presenta una mejor adhesión a la mezcla.

**Tabla N° 5: Cantidad de muestra para ensayo**

Tamaño máximo nominal del agregado	Muestra en gr
1" (25.0 mm)	3000
3/4" (19.0 mm)	1500
1/2" (12.5 mm)	500
3/8" (9.5 mm)	200

*Fuente: Manual de ensayo de materiales MTC E 210.*

**Tabla N° 6: Porcentaje mínimos de caras fracturadas**

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		Altitud (MSNM)	
		≤3,000	> 3,000
Porcentaje de caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70

*Fuente: Manual de carreteras EG-2013*

### **C) Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 503)**

El análisis granulométrico es realizado con la finalidad de separar los gránulos mediante la recolección de tamices, clasificándolos en base al tamaño específico.

#### **Procedimiento**

Primero, se cuartea el agregado para obtener una muestra, que luego es situado en un separador para verificar que dicha muestra tenga el mayor tamaño de partículas. El material se inspeccionó visualmente para asegurar homogeneidad.

Dicha muestra se situó en una bandeja con la finalidad de encontrar la masa y posterior a ello se colocó sobre una torre de pedazos lleno de tamices 1",  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{8}$ ", N°4, N°8, N°30, N°50, N°100, N°200, de inmediato, se agita haciendo ondulaciones, permitiendo que las partículas sean retenidas o pasen por los tamices respectivos.

Del ensayo se deduce un resultado, que se manifiesta de manera porcentual en peso total del material ingresado a cada tamiz, siendo pesadas las cantidades retenidas y aumentadas de forma sucesiva a las anteriores de mayor dimensión, luego los pesos son divididos para encontrar el peso total de la muestra y por consiguiente multiplicadas por 100. De esta manera, la diferencia entre los porcentajes acumulados con el 100% representa la proporción que permite el traslado de tamiz correspondiente.

**Interpretación:** La granulometría de los áridos de la Cantera La Sorpresa de Coishco, presentaron una curva que cumplió con los límites permitidos en la norma cuyo tamaño nominal máximo (TNM) corresponde a  $\frac{1}{2}$ " (12.500mm) estando dentro de los requisitos de graduación para agregados para mezclas asfálticas (Marshall).



#### D) Equivalente de arena (MTC E114)

Para la realización de este ensayo, se basó en las pautas del MTC E 114, considerando utilizar una muestra de 1500 gramos pasando por uno de los tamices de manera cuidadosa. Además, se consideró, tomar en cuenta los materiales, equipos y procesos a seguir en base a los requisitos establecidos en la tabla N° 8, y así fijar cantidades de agregados finos y material arcilloso.

**Tabla N° 7: Porcentajes mínimos para equivalente de arena**

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		Altitud (MSNM)	
		≤3,000	> 3,000
Equivalente de arena	MTC E 114	60 min.	70 min.

**Fuente:** Manual de carreteras EG-2013

#### E) Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (MTC E 206)

##### Procedimiento

Para la realización del ensayo se tomó un valor mínimo de muestra en base al tamaño nominal especificado en el MTC.

**Tabla N° 8: Muestra mínima para ensayo**

Tamaño máximo nominal abertura cuadrada		Cantidad mínima de la muestra de ensayo
Pulgadas	mm	kg
½" o menos	12,5	2
¾"	19,0	3
1"	25,0	4

**Fuente:** Manual de ensayo de materiales MTC E 206

Luego de obtener la muestra, se cuartea, se sumerge en agua para poder determinar el peso saturado y superficial, y se procede a secar a  $105 \pm 5$  °C en un lapso no mayor a 3 horas para obtener el peso seco final; todo ello es realizado en base a la norma MTC E 206 que

considera los porcentajes máximo de absorción, los materiales y equipos a utilizar.

**Tabla N° 9: Máximo porcentaje de absorción**

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		Altitud (MSNM)	
		≤3,000	> 3,000
Peso específico y absorción	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

*Fuente: Manual de carreteras EG-2013*

#### **F) Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (ASTM C128)**

El agregado fino se logró tener por secado en un horno de  $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . La muestra se insertó en un frasco de 500 gramos con agua de hasta 500 cm<sup>3</sup>, luego mediante el baño maría se eliminó todos los vacíos posibles y posteriormente se dejó en reposo hasta tener una temperatura de  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$  para finalmente pesarlo.

Todo ello, basándose en los requerimientos especificados de absorción del agregado fino expresados en la tabla N° 11.

**Tabla N° 10: Absorción y gravedad específica**

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		Altitud (MSNM)	
		≤3,000	> 3,000
Gravedad específica y absorción	MTC E 114	0.5 máx.	0,5 máx.

*Fuente: Manual de carreteras EG-2013*

#### **G) Diseño Marshall de Mezcla Patrón y Modificado con Polietileno (MTC E 504)**

El método Marshall permite encontrar la proporción de agregado y asfalto en una mezcla asfáltica, siguiendo un procedimiento descriptivo y cuantitativo para verificar la resistencia a la deformación plástica. Por

lo consiguiente, con este método se moldea las briquetas siguiendo los parámetros establecidos por el MTC E 504.

El contenido de asfalto empleado se obtiene del promedio de resultados de tres muestras, para los 5 porcentajes utilizados de mezcla asfáltica que son 4,50%, 5,00%, 5,50, 6,00% y 6,50%. Por lo cual, la determinación del porcentaje óptimo de asfalto se dará en base a la preparación de 5 grupos de briquetas de acuerdo a los porcentajes indicados anteriormente, teniendo un contenido diferente de asfalto con incrementos de un grupo a otro.

### **Procedimiento**

Antes de comenzar a mezclar, se limpia la base de compactación calentándolo a una temperatura entre 100 y 150 °C. Además, los áridos son fijados en bandejas diferentes para luego ser calentadas a una temperatura de 175 a 190 °C. Por otro lado, la mezcla es calentada, agitándose para evitar que los agregados y el asfalto se sobrecalienten.

Luego de mezclar los materiales a una temperatura mayor a 107°C, se sitúa en una balanza donde se incorpora el asfalto en caliente, teniendo en cuenta el porcentaje de la mezcla total

La mezcla se completa en un molde abierto que poseen 4" de diámetro inferior y 2 ½" de altura. Los golpes de compactación, se realiza utilizando un martillo de 10 libras que contiene un disco circular de 3 7/8" de diámetro, de manera manual.

Al diseñar la mezcla, se aplicó 50 golpes por cada cara en la compactación, para un tráfico mediano, empleándose 15 briquetas que se ponen a enfriar a temperatura ambiente y se procede a realizar los siguientes ensayos:

- Ensayo de estabilidad y flujo.
- Determinación de la densidad máxima teórica.
- Vacíos en el agregado mineral

### **Ensayo de estabilidad y flujo**

Para empezar a realizar el ensayo, primero las briquetas se bañan en agua a 60°C en el lapso de 30 a 40 minutos, se limpian las superficies de las mordazas. Luego para permitir que la mordaza se deslice fácilmente, se lubrican las varillas con aceite verificando que el dial del anillo de carga se encuentre en cero.

A cada briqueta se le aplicó una carga con una velocidad de deformación de 50.8 mm por minuto hasta generarse la rotura, que representa la mayor cantidad carga generada. La cantidad de libras registradas que producen la rotura representan el valor de estabilidad Marshall. En paralelo, se mantiene el medidor de deformación de manera firme en base a la varilla de guía y se le quitó al producirse la carga máxima, siendo éste el valor de flujo de la briqueta.

### **Determinación de la densidad máxima teórica.**

Se indica como propiedades esenciales de la mezcla de asfalto a la densidad y la gravedad teórica específica, que se valorizan en función de la estructura de la mezcla en correlación con la cantidad y tipo de agregado y material asfáltico. Por medio de este valor, se define el nivel de porosidad del aire del pavimento de asfalto caliente comprimido; siendo fundamentales para determinar el nivel de absorción asfáltica en los poros del agregado de la mezcla de asfalto caliente. Es determinante en el tratamiento de compresión de las mezclas ya que le asigna un valor preponderante.

### **Vacíos en el agregado mineral**

Se identifican como vacíos intergranulares en base a los ya presentes en los agregados de las mezclas encajonadas, incorporados los vacíos

y el volumen necesario de asfalto. Ello se refleja de forma porcentual al volumen total de la mezcla, calculado en función al peso total del agregado. De esta forma, el VAM se halla mediante la diferencia del volumen agregado del total de toda la mezcla comprimida.

Se define en cada ocasión, el mejor índice porcentual de asfalto, alcanzando los tres porcentajes, y así fijamos el promedio que para nuestro caso es de 5.68% de mezcla asfalto con un 16.10% de vacío de agregado mineral; por consiguiente, constatamos en las curvas de flujo vs la mezcla asfalto que se muestra el contenido óptimo de mezcla asfáltica siendo 5.68 % de M.A con un flujo de 0.37 % , de mezcla asfalto calculado si cumple con especificaciones técnicas requeridas para el flujo y a la vez para el VAM, según las Especificaciones técnicas Generales Para la Construcción EG-2013.

### **Preparación de la mezcla asfáltica con plástico polietileno mediante proceso por vía seca.**

El plástico adicionado a la mezcla se da de manera sucesiva y porcentual de 3%, 4% y 5% respecto al peso del árido.

Las confecciones de las briquetas tienen un peso de 1200 gr., las cuales tienen 5.68% de Mezcla Asfáltica, en función al conseguido de la mezcla patrón, y, en sucesión tienen como parte del agregado al polímero.

En la realización del ensayo de estabilidad y flujo, se sujeta en las mordazas todas las briquetas confeccionadas para que les sea aplicada la carga, repitiéndose cada proceso como la ejecutada con la muestra patrón. Se da lectura de los valores mostrados y se registran en un cuadro junto con los resultados conseguidos para posteriormente analizarlos.

## Preparación de la mezcla asfáltica con plástico polietileno mediante proceso por vía húmeda.

En la siguiente investigación, el experimento se ejecutaría agregando el plástico en porcentajes de 3%, 4%, y 5% en función al peso de la Mezcla Asfáltica.

Se tomó el valor de 4 % de polímero, siendo el más óptimo y más cercano a las especificaciones técnicas para una carpeta asfáltica de peso medio (50 golpes) mostrando en base a las propiedades como rigidez, estabilidad, flujo y límites de vacío.

### Requisitos para mezcla asfáltica en caliente

En base al tipo de mezcla que se produzca, el MTC manifiesta ciertos requerimientos cuantitativos de las propiedades que deben estar alineadas por la compactación registrada.

**Tabla N° 11: Requisitos para mezcla asfáltica**

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
<b>Marshall MTC E 504</b>			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	<a href="#">Ver Tabla 423-10</a>		
<b>Inmersión – Compresión (MTC E 518)</b>			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto (2)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		

**Fuente:** Manual de carreteras EG-2013

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

#### **Análisis descriptivo**

El tipo de investigación se considera aplicada, debido a que se utiliza fuentes bibliográficas existentes por diferentes autores proponiendo una solución basada en el uso de residuos plásticos polietileno con el objeto de definir las propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos y su comparación económica, el tipo de investigación es experimental, dentro de ello se encuentra en el Cuasi experimental, los estudios experimentales se basan en la manipulación de la variable independiente residuos plásticos y el efecto que puede tener en la variable dependiente propiedades de asfalto a través de un instrumento de recolección de datos para responder a los objetivos, por otro lado, se considera Cuasi experimental porque se trabaja con un grupo control y un grupo experimental, analizando antes y después de realizar las pruebas de laboratorio.

Apoyándonos con un software como la hoja de cálculo de MS Excel 2016 que nos proporcionó gráficos de barras, dispersión y circulares en el procesamiento de datos evaluando de acuerdo a las normas nacionales (MTC) e internacionales (AASHTO).

### **3.7. Aspectos éticos**

Para la elaboración de la investigación se tomaron en cuenta reglas éticas esenciales. Además, la información encontrada, fue citada en fuentes bibliográficas que obedecen a la norma ISO 690. Se ha tomado en cuenta no incidir en copiar información de otros autores y más aún evitar fallas ortográficas.

Además, se tuvo consideración por la autenticidad de los resultados, el respeto por las normas éticas y morales de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, por el medio ambiente y biodiversidad, responsabilidad social y protección de la identidad de los individuos que participan en el estudio, entre otros.

#### IV. RESULTADOS

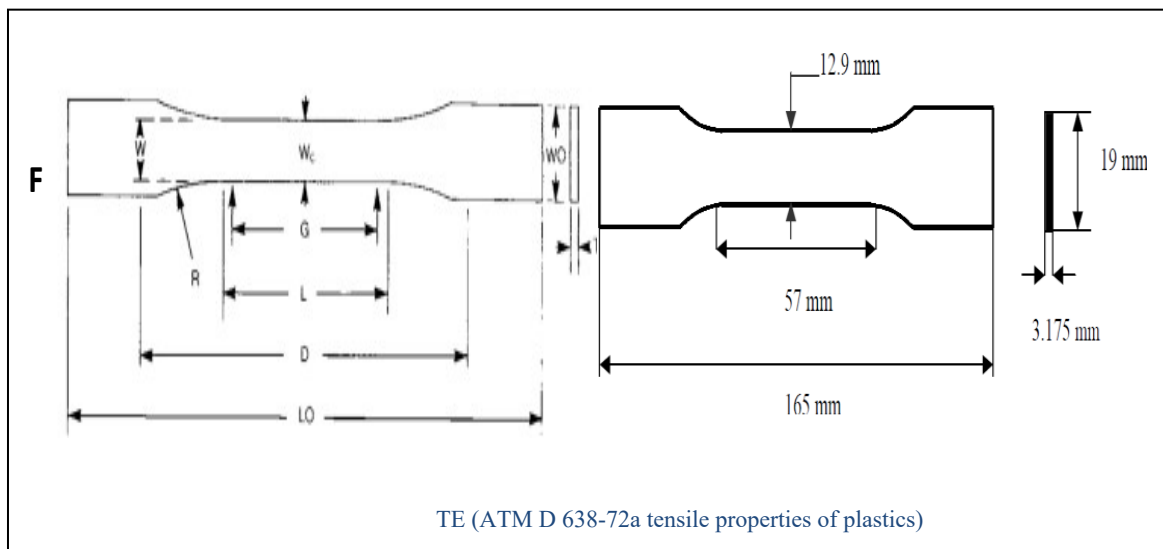
En base a los estudios realizados en campo y laboratorio, se obtuvo resultados que permiten desarrollar los objetivos planteados. Asimismo, se detallaron los resultados de cada objetivo.

#### OBJETIVO N°1: Definir la caracterización del polietileno.

##### A. Ensayo de tensión.

Para la ejecución de este ensayo de tensión (ASTM D638), colocamos la probeta en el instrumento de tensión, se introdujo los datos como espesor, ancho y número de muestra. Se procede a iniciar con una velocidad de 50 mm/min sugeridas en base a la norma técnica para polietileno.

**Gráfico N° 1: Probeta para ensayos de tensión**

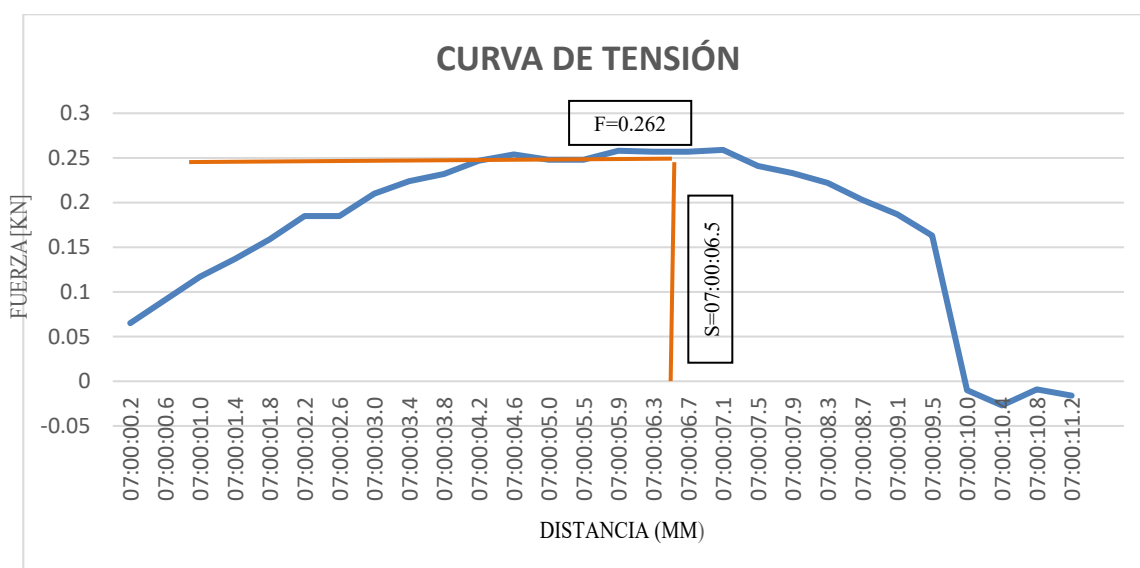


**Tabla N° 12: Resultados de ensayo de tensión**

PROBETA	VELOCIDAD	F(KN)	DESPLAZAMIENTO	TIEMP O	EPS%
1	50	0.262	6.3	11	21.772



**Gráfico N° 2: Curva de ensayo de tensión**



**Interpretación:**

Según el ensayo de tensión aplicado a las botellas de polietileno, se comprobó que resiste a una fuerza de 0.262 kn y se tensiona a 6.3 milímetros por lo cual tiene una resistencia buena.

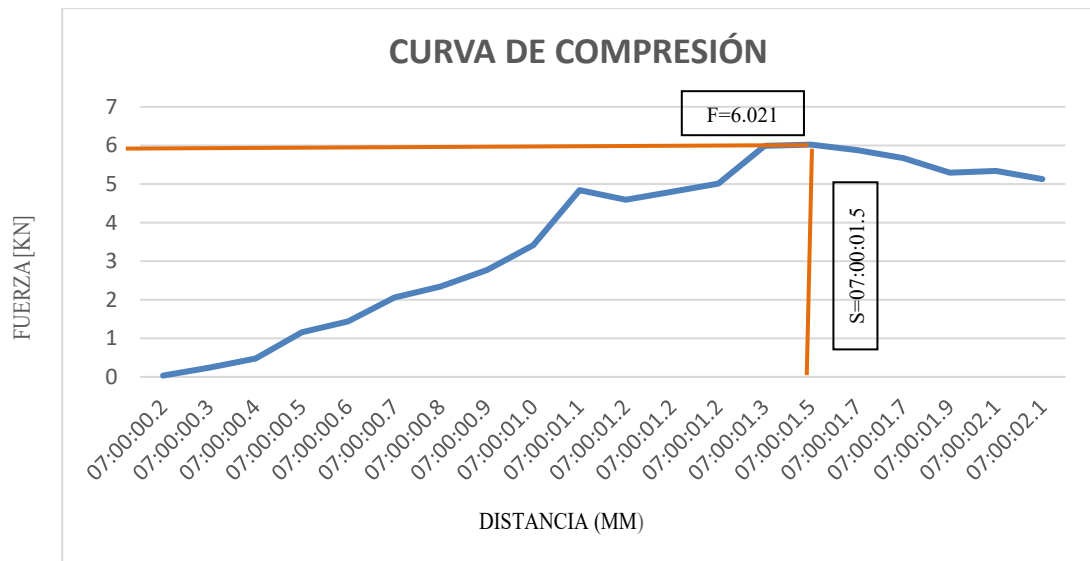
**B. Ensayo de compresión.**

Es indispensable contar con diferentes mediciones para hacer una buena caracterización y comportamiento de un material, siendo conocido dicha capacidad como repetibilidad. Por tanto, mediante este ensayo se consiguió la fuerza máxima de compresión soportada por una probeta (P1) anterior a fracturar. Por medio de los datos hallados se evidenció un valor de precarga. Por lo cual, se muestra que la fuerza máxima varía entre un rango de 1.5 KN, concluyendo que no es significativo y debe considerarse la fabricación de las muestras como la ejecución de la carga de compresión.

**Tabla N° 13: Resultados del ensayo de compresión.**

S distancia	F(kn)	EPS (%)	Sigma (N/mm)
1.3	6.021	1.954	301.045

**Gráfico N° 3: Curva de ensayo de compresión**



**Interpretación:**

A la muestra de residuo plástico se le generó una fuerza de 6.021kn en la maquina calibrada comprimiéndose 15 milímetros con una sigma de 301.045 n/mm.

**OBJETIVO N °2: Realizar el diseño de la mezcla asfáltica convencional, por el método Marshall.**

Con respecto al diseño de la mezcla asfáltica convencional se usaron 3 briquetas en cada uno de las cantidades de asfalto empleado de 4.5%, 5% y 5.5%, 6% y 6.5%, siendo compactados con 50 golpes por cada lado; se determinan los pesos específicos y absorción y finalmente con la rotura de la muestra se halla el valor de estabilidad, flujo, vacíos, V.M.A., V.LL.M.A e índice de rigidez.

Tabla N° 14: Diseño de M.A.C

<b>FORMATO DE ENSAYO MARSHALL</b>																													
MTC E-504 ASTM D-1559																													
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>																													
<p><b>Obra:</b> "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019 Henry Daniel</p> <p><b>Solicitante:</b> Escalante Hervías y Gilmer Hipólito Infante Vásquez</p> <p><b>Material:</b> Mezcla Asfáltica</p> <p><b>Cantera:</b> La Sorpresa (COISHCO)</p>	<p><b>Fecha:</b> 1/10/2019</p>																												
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">PORCENTAJES DE DISEÑO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Piedra Chancada(1/2)</td> <td style="text-align: center;">52.0%</td> </tr> <tr> <td>Arena Chancada</td> <td style="text-align: center;">31.5%</td> </tr> <tr> <td>Arena Zarandeada</td> <td style="text-align: center;">15.0%</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Filler</td> <td style="text-align: center;">1.5%</td> </tr> <tr> <td>∑ Suma</td> <td style="text-align: center;">100.0%</td> </tr> <tr> <td>C.A. (PEN)</td> <td style="text-align: center;">60-70</td> </tr> </tbody> </table>	PORCENTAJES DE DISEÑO		Piedra Chancada(1/2)	52.0%	Arena Chancada	31.5%	Arena Zarandeada	15.0%			Filler	1.5%	∑ Suma	100.0%	C.A. (PEN)	60-70	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Lectura dial</th> <th>Lectura calibración</th> <th>Flujo (0,01 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">230</td> <td style="text-align: center;">939.01</td> <td style="text-align: center;">152</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">230</td> <td style="text-align: center;">939.01</td> <td style="text-align: center;">191</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">240</td> <td style="text-align: center;">978.03</td> <td style="text-align: center;">165</td> </tr> </tbody> </table>	Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)	230	939.01	152	230	939.01	191	240	978.03	165
PORCENTAJES DE DISEÑO																													
Piedra Chancada(1/2)	52.0%																												
Arena Chancada	31.5%																												
Arena Zarandeada	15.0%																												
Filler	1.5%																												
∑ Suma	100.0%																												
C.A. (PEN)	60-70																												
Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)																											
230	939.01	152																											
230	939.01	191																											
240	978.03	165																											

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 15: Diseño de mezcla asfáltica tradicional (4.5% M.A)

Numero de Probetas		N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla TOTAL	%	4.50	4.50	4.50		
2	%de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	49.66	49.66	49.66		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	30.08	30.08	30.08		
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	14.33	14.33	14.33		
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.43	1.43	1.43		
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.779	2.779	2.779		
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.723	2.723	2.723		
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.569	2.569	2.569		
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.346	2.346	2.346		
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.					
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1226.9	1225.0	1224.4		
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1230.3	1228.9	1228.1		
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	724.0	724.1	721.7		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	506.3	504.8	506.4	505.8	
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.423	2.427	2.418	2.423	
19	Peso Especifico Maximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.595	2.595	2.595		
20	Peso Especifico Maximo (Teórico)		$100/(1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	2.570	2.570	2.570	
21	% de Vacios	%	$100*((19-18)/19)$	6.6	6.5	6.8	6.6
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	$(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	2.769	2.769	2.769	
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	$100-(2+3+4+5+6)*18/22$	16.4	16.3	16.6	16.4
24	% vacios llenados con C.A.	%	$100*((23-21)/23)$	59.6	60.2	58.8	59.6
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	$(2+3+4+5+6)/((100/19 - 1/7))$	2.800	2.800	2.800	
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	$(100*7)*((25-22)/(25*22)$	0.41	0.41	0.41	
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%		4.09	4.09	4.09	
28	Flujo	cm.		0.15	0.19	0.17	0.17
29	Estabilidad sin corregir			939	939	978	
30	Factor de Estabilidad			1.04	1.04	1.04	
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.		977	977	1017	990
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.		6425	5113	6165	5847
	Número de Golpes por Capa			50	50	50	

En la tabla se observa el porcentaje de asfalto utilizado de 4.5%, registrando los resultados de vacíos, estabilidad, flujo, V.M.A., V.L.L.M.A., peso específico y el índice de rigidez para la compactación de 50 golpes.

Tabla N° 16: Diseño de Mezcla asfáltica tradicional (5.0 % M.A)

Numero de Probetas	6	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	5.00	5.00	5.00		
2	%de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	49.40	49.40	49.40		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	29.93	29.93	29.93		
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	14.25	14.25	14.25		
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.43	1.43	1.43		
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.779	2.779	2.779		
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.723	2.723	2.723		
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.569	2.569	2.569		
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.346	2.346	2.346		
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.					
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1223.8	1222.4	1223.8		
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1224.7	1222.9	1225.1		
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	726.0	724.9	726.1		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	498.7	498.0	499.0		498.6
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.454	2.455	2.453		2.454
19	Peso Especifico Maximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.582	2.582	2.582		
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)		$100/(1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	2.549	2.549	2.549	
21	% de Vacios	%	$100*((19-18)/19)$	4.9	4.9	5.0	5.0
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	$(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	2.769	2.769	2.769	
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	$100-(2+3+4+5+6)*18/22$	15.8	15.8	15.8	15.8
24	% vacios llenados con C.A.	%	$100*((23-21)/23)$	68.7	68.8	68.4	68.6
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	$(2+3+4+5+6)/((100/19 - 1/7))$	2.809	2.809	2.809	
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	$(100*7)/((25-22)/(25*22)$	0.53	0.53	0.53	
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%		4.47	4.47	4.47	
28	Flujo	cm.		0.27	0.28	0.26	0.27
29	Estabilidad sin corregir			1087	1107	1115	
30	Factor de Estabilidad			1.04	1.04	1.04	
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.		1131	1151	1159	1147
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.		4268	4156	4459	4291
	Numero de Golpes por Cava			50	50	50	

En la tabla se observa el porcentaje de asfalto utilizado de 5%, registrando los resultados de vacíos, estabilidad, flujo, V.M.A., V.L.L.M.A., peso específico y el índice de rigidez para la compactación de 50 golpes.

Tabla N° 17: Diseño de Mezcla asfáltica tradicional (5.5 % M.A)

	Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	5.50	5.50	5.50		
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	49.14	49.14	49.14		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	29.77	29.77	29.77		
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	14.18	14.18	14.18		
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.42	1.42	1.42		
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.779	2.779	2.779		
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.723	2.723	2.723		
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.569	2.569	2.569		
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.346	2.346	2.346		
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.					
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1221.5	1225.4	1226.4		
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1222.3	1226.4	1226.8		
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	726.2	729.1	728.6		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento	(15-16)	c.c.	496.1	497.3	498.2	497.2
18	Peso Especifico de la Probeta	(14/17)	gr/cc.	2.462	2.464	2.462	2.463
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041		gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)	$100/(1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.529	2.529	2.529	
21	% de Vacíos	$100*((19-18)/19)$	%	4.1	4.1	4.2	4.1
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	$(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.769	2.769	2.769	
23	% V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral	$100-(2+3+4+5+6)*18/22$	%	16.0	15.9	16.0	15.9
24	% vacíos llenados con C.A.	$100*((23-21)/23)$	%	74.1	74.4	74.0	74.2
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	$(2+3+4+5+6)/((100/19 - 1/7))$	gr/cc.	2.818	2.818	2.818	
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	$(100*7)/((25-22)/(25*22)$	%	0.65	0.65	0.65	
27	% de Asfalto Efectivo	(1-26)	%	4.85	4.85	4.85	
28	Flujo		cm.	0.35	0.35	0.34	0.35
29	Estabilidad sin corregir			1252	1154	1056	
30	Factor de Estabilidad			1.04	1.04	1.04	
31	Estabilidad corregida	(27*28)	kg.	1302	1200	1098	1200
32	Factor de Rigidez	(29/26)	kg/cm.	3720	3429	3231	3462
	Número de Golpes por Capa			50	50	50	

En la tabla se observa el porcentaje de asfalto utilizado de 5.5%, registrando los resultados de vacíos, estabilidad, flujo, V.M.A., V.L.L.M.A., peso específico y el índice de rigidez para la compactación de 50 golpes.

Tabla N° 18: Diseño de Mezcla asfáltica tradicional (6.0 % M.A)

	Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00		
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	48.88	48.88	48.88		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	29.61	29.61	29.61		
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	14.10	14.10	14.10		
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.41	1.41	1.41		
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.779	2.779	2.779		
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.723	2.723	2.723		
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.569	2.569	2.569		
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.346	2.346	2.346		
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.					
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1223.3	1223.1	1221.9		
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1223.5	1223.5	1222.2		
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	726.0	725.5	724.0		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento	(15-16) c.c.	497.5	498.0	498.2		497.9
18	Peso Especifico de la Probeta	(14/17) gr/cc.	2.459	2.456	2.453		2.456
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.530	2.530	2.530		
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)	100/(1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12) gr/cc.	2.510	2.510	2.510		
21	% de Vacíos	100*((19-18)/19) %	2.8	2.9	3.0		2.9
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12) gr/cc.	2.769	2.769	2.769		
23	% V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral	100-(2+3+4+5+6)*18/22 %	16.5	16.6	16.7		16.6
24	% vacíos llenados con C.A.	100*((23-21)/23) %	83.1	82.5	81.8		82.5
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	(2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7)) gr/cc.	2.794	2.794	2.794		
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	(100*7)/((25-22)/(25*22)) %	0.34	0.34	0.34		
27	% de Asfalto Efectivo	(1-26) %	5.66	5.66	5.66		
28	Flujo	cm.	0.38	0.41	0.40		0.40
29	Estabilidad sin corregir		1205	1095	1076		
30	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04		
31	Estabilidad corregida	(27*28) kg.	1253	1139	1119		1170
32	Factor de Rigidez	(29/26) kg/cm.	3297	2778	2811		2955
	Número de Golpes por Capa		50	50	50		

En la tabla se observa el porcentaje de asfalto utilizado de 6%, registrando los resultados de vacíos, estabilidad, flujo, V.M.A., V.LL.M.A., peso específico y el índice de rigidez para la compactación de 50 golpes.

**Tabla N° 19: Diseño de Mezcla asfáltica tradicional (6.5 % M.A)**

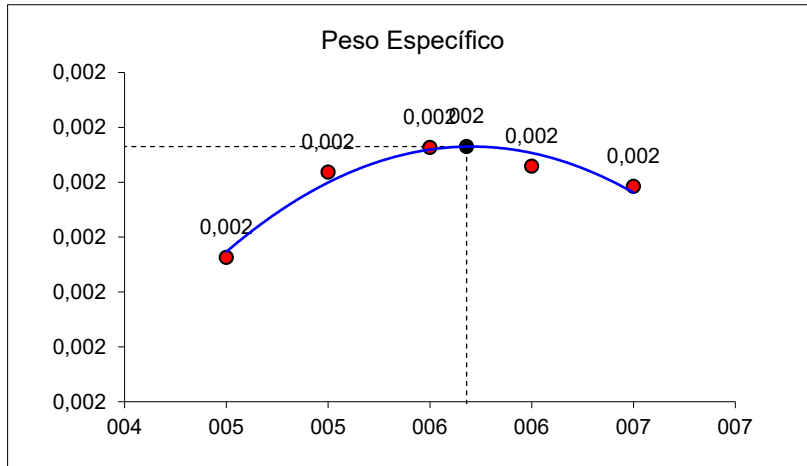
	Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	6.50	6.50	6.50		
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	48.62	48.62	48.62		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	29.45	29.45	29.45		
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	14.03	14.03	14.03		
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.40	1.40	1.40		
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc	1.018	1.018	1.018		
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc	2.779	2.779	2.779		
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc	2.723	2.723	2.723		
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc	2.569	2.569	2.569		
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc					
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc	2.346	2.346	2.346		
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.					
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr	1219.3	1223.4	1218.5		
15	Peso de la briqueta Saturada	gr	1219.4	1224.3	1218.6		
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr	722.0	724.0	721.0		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento	c.c.	497.4	500.3	497.6		498.4
18	Peso Especifico de la Probeta	gr/cc	2.451	2.445	2.449		2.448
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc	2.496	2.496	2.496		
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)		100/(1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)	2.490	2.490	2.490	
21	% de Vacios	%	100*((19-18)/19)	1.8	2.0	1.9	1.9
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc	(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)	2.769	2.769	2.769	
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	100-(2+3+4+5+6)*18/22	17.2	17.4	17.3	17.3
24	% vacios llenados con C.A.	%	100*((23-21)/23)	89.6	88.4	89.1	89.0
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc	(2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7))	2.776	2.776	2.776	
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	(100*7)*((25-22)/(25*22)	0.10	0.10	0.10	
27	% de Asfalto Efectivo	%	(1-26)	6.40	6.40	6.40	
28	Flujo	cm.		0.41	0.41	0.43	0.41
29	Estabilidad sin corregir			1076	1138	888	
30	Factor de Estabilidad			1.04	1.04	1.04	
31	Estabilidad corregida	kg.	(27*28)	1119	1184	924	1075
32	Factor de Rigidez	kg/cm.	(29/26)	2755	2916	2164	2604
	Número de Golpes por Capa			50	50	50	

En la tabla se observa el porcentaje de asfalto utilizado de 6.5%, registrando los resultados de vacíos, estabilidad, flujo, V.M.A., V.LL.M.A., peso específico y el índice de rigidez para la compactación de 50 golpes.



Obteniendo los datos, realizaremos las gráficas para determinar el contenido de la mezcla asfáltica y conseguir su porcentaje óptimo.

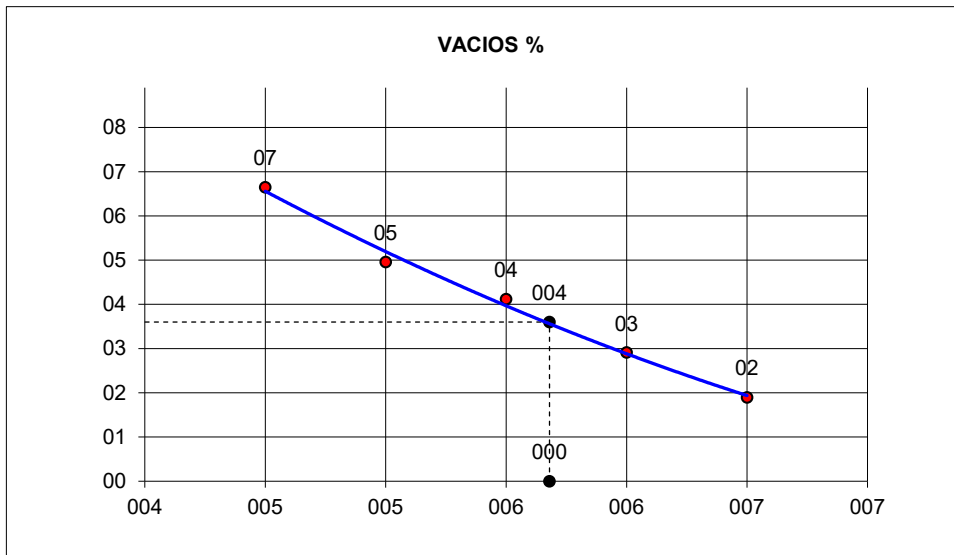
**Gráfico N° 4: Porcentaje de mezcla asfáltica vs peso específico**



% M.A.	P.U. (gr/cm3)
4.50	2.423
5.00	2.454
5.50	2.463
5.68	2.463
6.00	2.456
6.50	2.448

En el gráfico se muestra el contenido óptimo de mezcla asfáltica, siendo 5.68% de M.A. con un peso específico de 2.46 gr/cm3.

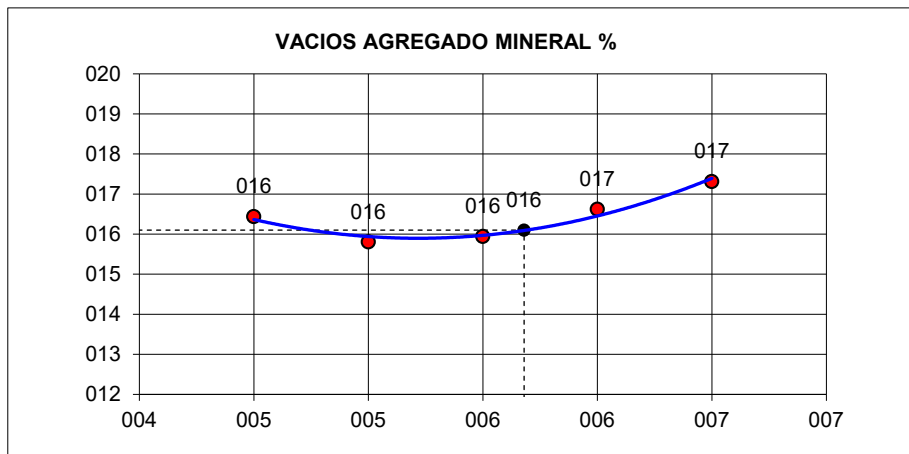
**Gráfico N° 5: Porcentaje de Mezcla asfáltica vs Porcentaje de Vacíos**



% M.A.	% VACIOS
4.50	6.6
5.00	5.0
5.50	4.1
5.68	3,60
6.00	2.9
6.50	1.9

En el gráfico se muestra el contenido óptimo de mezcla asfáltica, siendo 5.68% de M.A. con un porcentaje de vacíos de 3.60%.

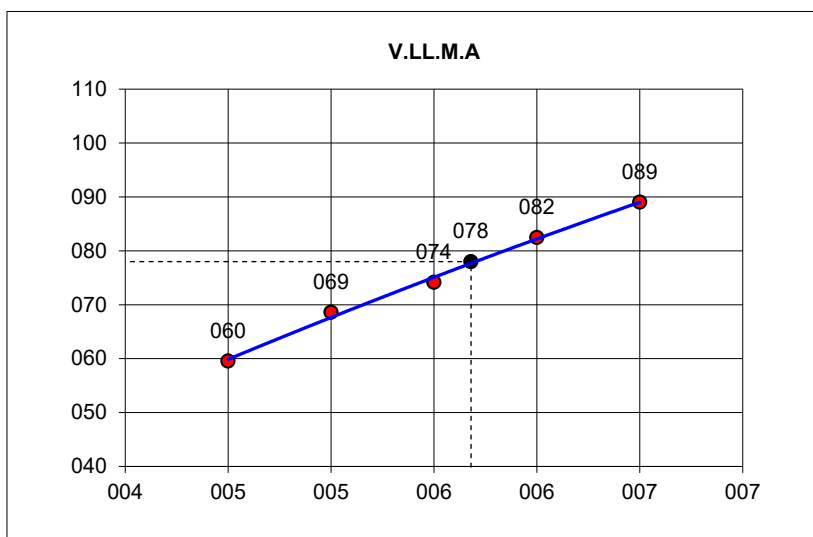
**Gráfico N° 6: Porcentaje de Mezcla asfáltica vs Porcentaje de VMA**



% M.A.	VMA
4.50	16.44
5.00	15.81
5.50	15.94
5.68	16.10
6.00	16.62
6.50	17.31

En el gráfico se muestra el contenido óptimo de mezcla asfáltica, siendo 5.68% de M.A. con un 16.10% de vacíos de agregado mineral.

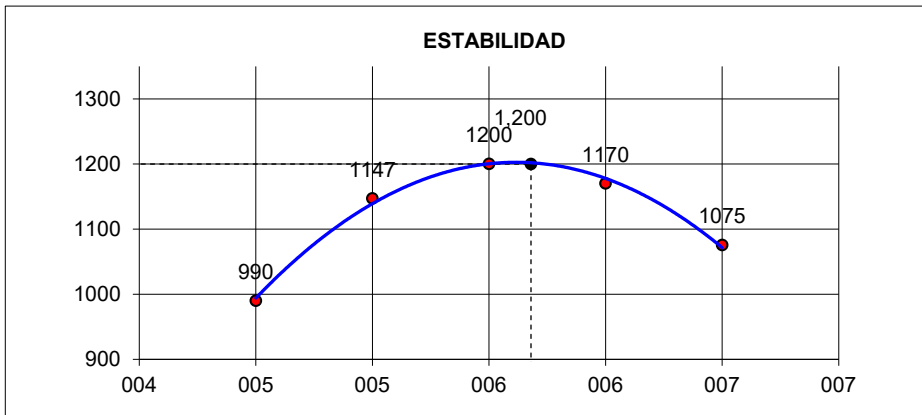
**Gráfico N° 7: Porcentaje de Mezcla asfáltica vs Porcentaje de V.L.L.M. A**



% M.A.	V.L.L.M.A.
4.50	59.55
5.00	68.62
5.50	74.16
5.68	78.00
6.00	82.48
6.50	89.04

En el gráfico se muestra el contenido óptimo de mezcla asfáltica, siendo 5.68% de M.A. con un 78% de vacíos llenados con mezcla asfáltica.

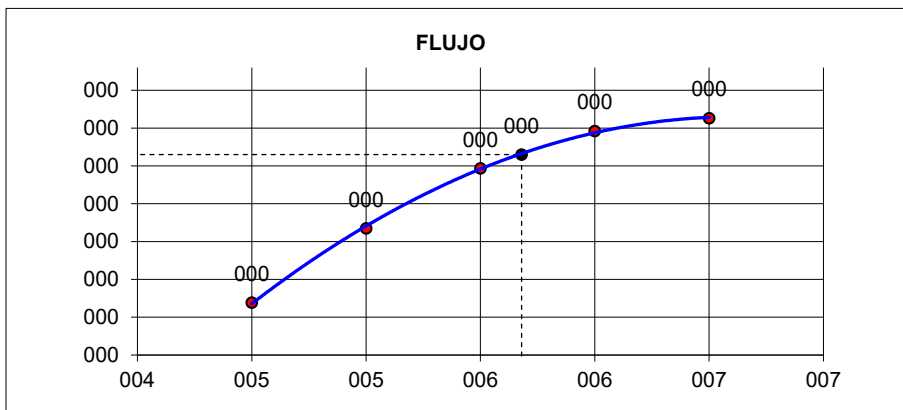
**Gráfico N° 8: Porcentaje de mezcla asfáltica vs estabilidad**



% M.A.	ESTABILIDAD
4.50	990
5.00	1147
5.50	1200
5.68	1200.00
6.00	1170
6.50	1075

En el gráfico se muestra el contenido óptimo de mezcla asfáltica, siendo 5.68% de M.A. con una estabilidad de 1200 kg.

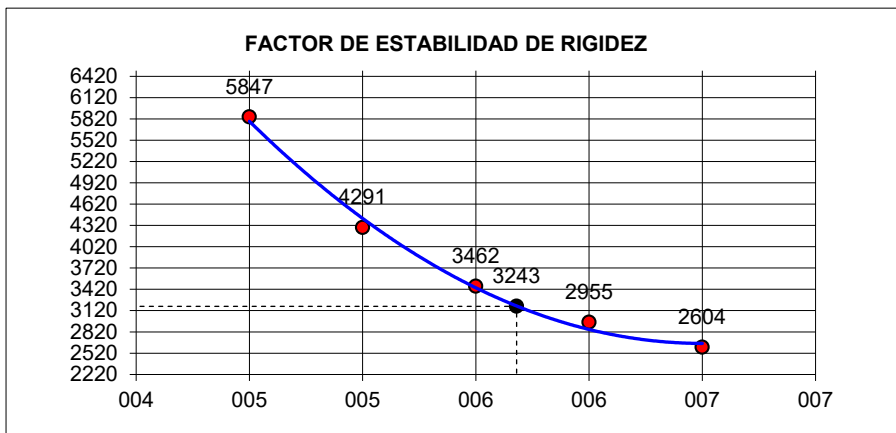
**Gráfico N° 9: Porcentaje de mezcla asfáltica vs flujo.**



% M.A.	FLUJO
4.50	0.17
5.00	0.27
5.50	0.35
5.68	0.37
6.00	0.40
6.50	0.41

En el gráfico se muestra el contenido óptimo de mezcla asfáltica, siendo 5.68% de M.A. con un flujo de 0.37 mm.

**Gráfico N° 10: Porcentaje de mezcla asfáltica vs índice de rigidez.**



% M.A.	Rigidez
4.50	5847
5.00	4291
5.50	3462
5.68	3243
6.00	2955
6.50	2604

En el gráfico se muestra el contenido óptimo de mezcla asfáltica, siendo 5.68% de M.A. con 3243 kg/cm de índice de rigidez.

**Tabla N° 20: Resultado del Diseño de Mezcla asfáltica convencional**

PARÁMETROS DE DISEÑO	Mezcla asfáltica convencional
% Cemento asfáltico en peso	5.68
Peso específico probeta	2.463
Vacíos	3.60
Vacíos agregado mineral	16.10
Vacíos llenados con mezcla asfáltica	78.00
Flujo	0.37
Estabilidad	1200
Factor de rigidez	3243

En la tabla se muestra la mezcla asfáltica convencional óptima, siendo el porcentaje de 5.68% más cercano a las especificaciones técnicas para el diseño de Mezcla asfáltica de peso mediano (50 golpes) mostradas en base a las propiedades como rigidez, estabilidad, flujo, vacíos y peso específico.

**OBJETIVO N° 3: Realizar el diseño de la mezcla asfáltica modificada en un 3%, 4%, y 5% de polietileno (residuos plásticos) por el método Marshall.**

**Tabla N° 21: Diseño de mezcla asfáltica modificada (5.68% Asfalto con 3% PET)**

	Número de Probetas	N°	1	2	3	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	5.68	5.68	5.68	
2	%de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	49.05	49.05	49.05	
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	29.71	29.71	29.71	
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	14.15	14.15	14.15	
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00	
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.41	1.41	1.41	
7	Peso Específico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018	
8	Peso Específico Piedra Chancada-Bullk	gr/cc.	2.779	2.779	2.779	
9	Peso Específico Arena Chancada-Bullk	gr/cc.	2.723	2.723	2.723	
10	Peso Específico Arena Zarandeada-Bullk	gr/cc.	2.569	2.569	2.569	
11	Peso Específico Arena Fina -Bullk	gr/cc.				
12	Peso Específico del filler-Aparente	gr/cc.	2.348	2.348	2.348	
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.				
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1230.2	1232.1	1231.8	
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1231.8	1233.4	1232.7	
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	733.8	733.4	734.1	
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	498.0	500.0	498.8	498.9
18	Peso Específico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.470	2.464	2.471	2.468
19	Peso Específico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.573	2.573	2.573	
20	Peso Específico Máximo (Teórico) $100/((1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12))$	gr/cc.	2.522	2.522	2.522	
21	% de Vacíos $100*((19-18)/19)$	%	4.0	4.2	4.0	4.1
22	Peso Específico Bullk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12))$	gr/cc.	2.769	2.769	2.769	
23	% V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5+6)*18/22$	%	15.8	16.1	15.8	15.9
24	% vacíos llenados con C.A. $100*((23-21)/23)$	%	74.8	73.7	74.9	74.5
25	Peso Específico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((100/19 - 1/7))$	gr/cc.	2.834	2.834	2.834	
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100*7)/((25-22)/(25*22))$	%	0.84	0.84	0.84	
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.84	4.84	4.84	
28	Flujo	cm.	0.35	0.35	0.34	0.35
29	Estabilidad sin corregir		1193	1154	1185	
30	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1241	1200	1233	1225
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm	3597	3409	3647	3549
	Número de Golpes por Capa		50	50	50	

En la tabla se observa los resultados del diseño de la mezcla con asfalto de 5.68% modificado con 3% de polietileno, obteniendo resultado de los vacíos, la estabilidad, flujo, V.M.A., V.LL.M.A., peso específico y el índice de rigidez para la compactación de 50 golpes.

**Tabla N° 22: Diseño de mezcla asfáltica modificada (5.68% Asfalto con 4% PET)**

Número de Probetas	N°	1	2	3	Promedio	
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	5.68	5.68	5.68	
2	%de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	49.05	49.05	49.05	
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	29.71	29.71	29.71	
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	14.15	14.15	14.15	
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00	
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.41	1.41	1.41	
7	Peso Específico Aparente de C.A.	gr/cc	1.018	1.018	1.018	
8	Peso Específico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc	2.779	2.779	2.779	
9	Peso Específico Arena Chancada-Bulk	gr/cc	2.723	2.723	2.723	
10	Peso Específico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc	2.569	2.569	2.569	
11	Peso Específico Arena Fina -Bulk	gr/cc				
12	Peso Específico del filler-Aparente	gr/cc	2.346	2.346	2.346	
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.				
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1235.6	1235.8	1234.5	
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1235.9	1236.4	1235.4	
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	735.2	735.9	736.1	
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	500.7	500.5	499.3	500.2
18	Peso Específico de la Probeta (14/17)	gr/cc	2.468	2.469	2.472	2.470
19	Peso Específico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc	2.580	2.580	2.580	
20	Peso Específico Máximo (Teórico) $100/(1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc	2.522	2.522	2.522	
21	% de Vacíos $100*((19-18)/19)$	%	3.8	3.5	3.4	3.5
22	Peso Específico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc	2.789	2.789	2.789	
23	% V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5+6)*18/22$	%	15.9	15.9	15.8	15.9
24	% vacíos llenados con C.A. $100*((23-21)/23)$	%	77.4	77.7	78.4	77.8
25	Peso Específico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((100/19 - 1/7))$	gr/cc	2.817	2.817	2.817	
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100*7)/((25-22)/(25*22))$	%	0.63	0.63	0.63	
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	5.05	5.05	5.05	
28	Flujo	cm.	0.34	0.35	0.33	0.34
29	Estabilidad sin corregir		1271	1220	1287	
30	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1322	1269	1339	1310
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3901	3637	4020	3849
	Número de Golpes por Capa		50	50	50	

En la tabla se observa los resultados del diseño de la mezcla con asfalto de 5.68% modificado con 4% de polietileno, obteniendo resultado de los vacíos, la estabilidad, flujo, V.M.A., V.LL.M.A., peso específico y el índice de rigidez para la compactación de 50 golpes.

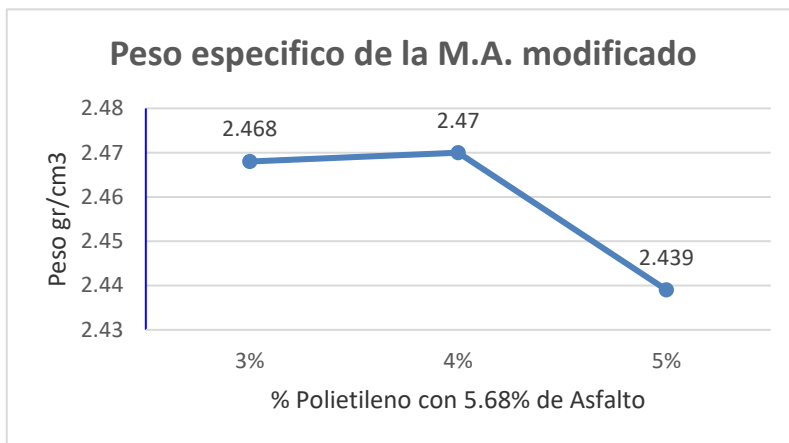
**Tabla N° 23: Diseño de mezcla asfáltica modificada (5.68% Asfalto con 5% PET)**

	Número de Probetas	N°	1	2	3	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	5.68	5.68	5.68	
2	%de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	49.05	49.05	49.05	
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	29.71	29.71	29.71	
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	14.15	14.15	14.15	
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00	
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.41	1.41	1.41	
7	Peso Específico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018	
8	Peso Específico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.779	2.779	2.779	
9	Peso Específico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.723	2.723	2.723	
10	Peso Específico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.569	2.569	2.569	
11	Peso Específico Arena Fina -Bulk	gr/cc.				
12	Peso Específico del filler-Aparente	gr/cc.	2.346	2.346	2.346	
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.				
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1236.9	1237.6	1238.2	
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1237.5	1238.2	1239.2	
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	728.9	732.1	731.5	
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	508.6	506.1	507.7	507.5
18	Peso Específico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.432	2.445	2.439	2.439
19	Peso Específico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.582	2.582	2.582	
20	Peso Específico Máximo (Teórico) $100/(1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.522	2.522	2.522	
21	% de Vacíos $100*((19-18)/19)$	%	5.8	5.3	5.5	5.5
22	Peso Específico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.769	2.769	2.769	
23	% V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5+6)*18/22$	%	17.1	16.7	16.9	16.9
24	% vacíos llenados con C.A. $100*((23-21)/23)$	%	66.2	68.4	67.3	67.3
25	Peso Específico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((100/19 - 1/7))$	gr/cc.	2.845	2.845	2.845	
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100*7)/((25-22)/(25*22)$	%	0.99	0.99	0.99	
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.69	4.69	4.69	
28	Flujo	cm.	0.33	0.34	0.33	0.33
29	Estabilidad sin corregir		1350	1389	1354	
30	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1404	1445	1408	1419
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	4320	4313	4267	4300
	Número de Golpes por Capa		50	50	50	

En la tabla se observa los resultados del diseño de la mezcla con asfalto de 5.68% modificado con 5% de polietileno, obteniendo resultado de los vacíos, la estabilidad, flujo, V.M.A., V.L.L.M.A., peso específico y el índice de rigidez para la compactación de 50 golpes.

Obteniendo los datos, realizaremos las gráficas para determinar el contenido de la mezcla asfáltica modificada y conseguir su porcentaje óptimo.

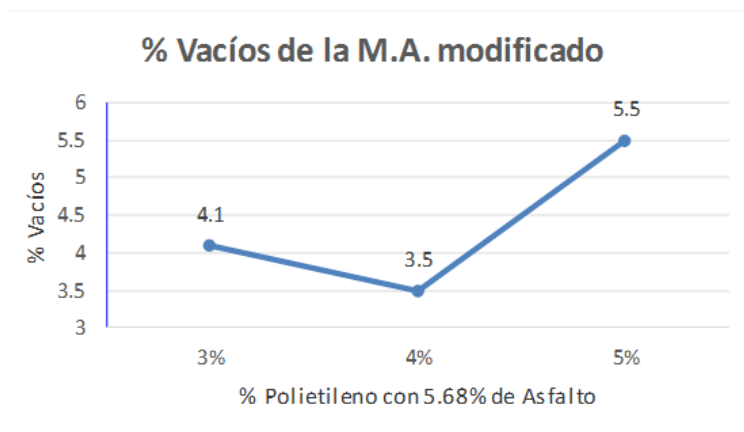
**Gráfico N° 11: Peso específico de M.A. modificado con 3%, 4% y 5% de Polietileno**



PET	Peso específico
3%	2.468
4%	2.470
5%	2.439

En el gráfico se muestra el diseño de mezcla asfáltica modificado con un porcentaje de 3%, 4% y 5% de Polietileno, siendo el óptimo de 4% con un peso específico de 2.470 gr/cm<sup>3</sup>.

**Gráfico N° 12: % Vacíos de M.A. modificado con 3%, 4% y 5% de Polietileno**

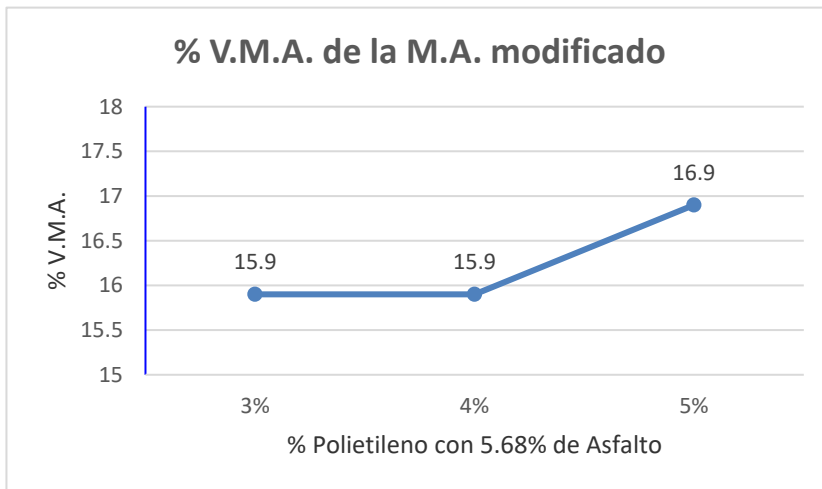


PET	% Vacíos
3%	4.1
4%	3.5
5%	5.5

En el gráfico se muestra el diseño de mezcla asfáltica modificado con un porcentaje de 3%, 4% y 5% de Polietileno, siendo el óptimo de 4% con un porcentaje de 3.5% de vacíos.



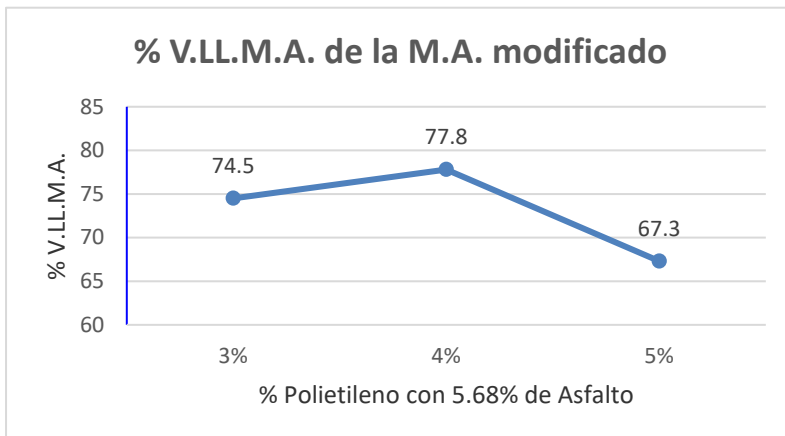
**Gráfico N° 13: % V.M.A. de M.A. modificado con 3%, 4% y 5% de Polietileno**



PET	% V.M.A.
3%	15.9
4%	15.9
5%	16.9

En el gráfico se muestra el diseño de mezcla asfáltica modificado con un porcentaje de 3%, 4% y 5% de Polietileno, siendo el óptimo de 4% con un porcentaje de 15.9% de vacíos del agregado mineral.

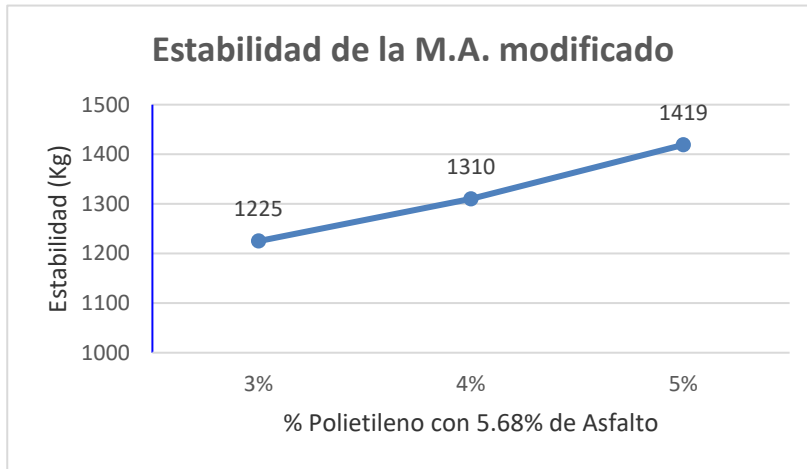
**Gráfico N° 14: % V.LL.M.A de M.A. modificado con 3%, 4% y 5% de Polietileno**



PET	% V.LL.M.A.
3%	74.5
4%	77.8
5%	67.3

En el gráfico se muestra el diseño de mezcla asfáltica modificado con un porcentaje de 3%, 4% y 5% de Polietileno, siendo el óptimo de 4% con un porcentaje de 77.8% de vacíos llenados con mezcla asfáltica.

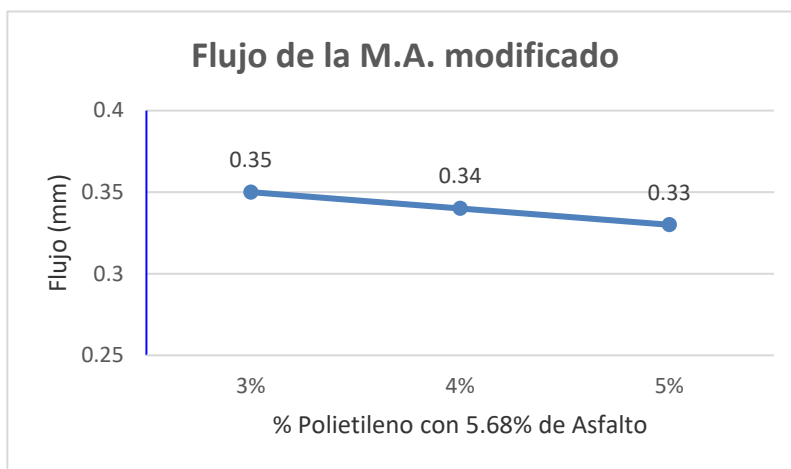
**Gráfico N° 15: Estabilidad de M.A. modificado con 3%, 4% y 5% de Polietileno**



PET	Estabilidad (kg)
3%	1225
4%	1310
5%	1419

En el gráfico se muestra el diseño de mezcla asfáltica modificado con un porcentaje de 3%, 4% y 5% de Polietileno, siendo el óptimo de 4% con 1310 kg de estabilidad.

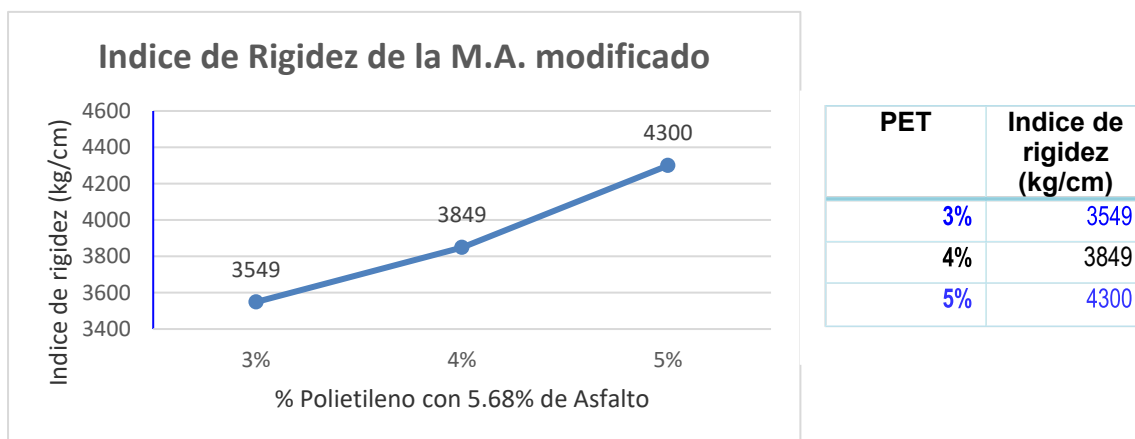
**Gráfico N° 16: Flujo de M.A. modificado con 3%, 4% y 5% de Polietileno**



PET	Flujo (mm)
3%	0.35
4%	0.34
5%	0.33

En el gráfico se muestra el diseño de mezcla asfáltica modificado con un porcentaje de 3%, 4% y 5% de Polietileno, siendo el óptimo de 4% con un flujo de 0.3403 mm.

**Gráfico N° 17: Índice de rigidez de M.A. modificado con 3%, 4% y 5% de Polietileno**



En el gráfico se muestra el diseño de mezcla asfáltica modificado con un porcentaje de 3%, 4% y 5% de Polietileno, siendo el óptimo de 4% con 3849 kg/cm de índice de rigidez.

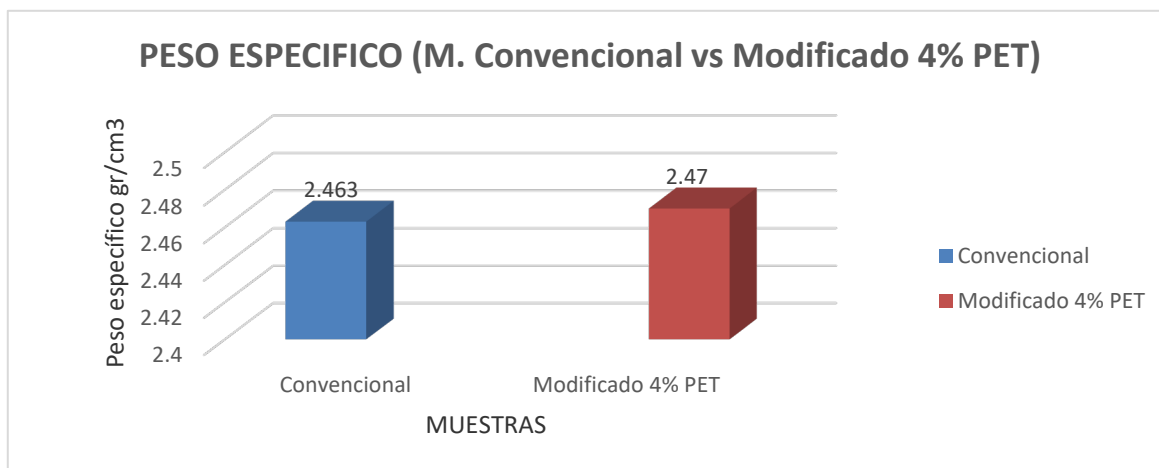
**Tabla N° 24: Resultado del Diseño de Mezcla asfáltica modificado**

PARÁMETROS DE DISEÑO	Mezcla asfáltica modificado con PET
% Cemento asfáltico en peso	<b>5.68</b>
% Polietileno	<b>4%</b>
Peso específico probeta	2.470
Vacíos	3.50
Vacíos agregado mineral	15.9
Vacíos llenados con mezcla asfáltica	77.8
Flujo	0.3403
Estabilidad	1310.08
Factor de rigidez	3849

En la tabla se muestra la mezcla asfáltica modificada con 4% de polietileno, siendo el óptimo y más cercano a las especificaciones técnicas para la carpeta asfáltica de peso mediano (50 golpes) mostradas en base a las propiedades como rigidez, estabilidad, flujo, vacíos y peso específico.

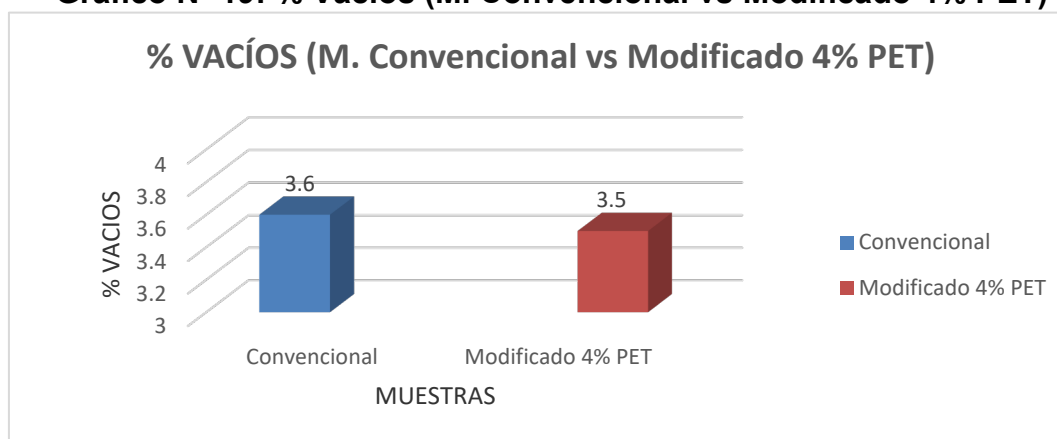
**OBJETIVO N° 4: Comparar las propiedades de la mezcla asfáltica convencional y las mezclas modificadas en 3%, 4%, y 5% de polietileno (residuos plásticos)**

**Gráfico N° 18: Peso específico (M. Convencional vs Modificado 4% PET)**



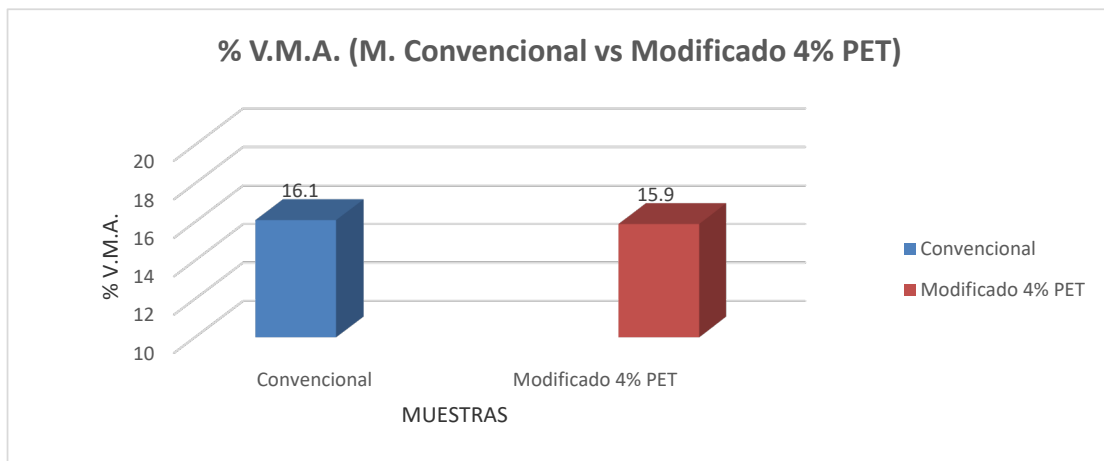
En el gráfico N° 18 se visualiza que la mezcla asfáltica convencional tiene un peso específico de 2.463 gr/cm<sup>3</sup>, en tanto la mezcla asfáltica modificada con 4% de Polietileno es de 2.470 gr/cm<sup>3</sup>; al tener un alto peso específico nos indica que se tendrá una densidad mayor, por lo tanto, el pavimento logrará un rendimiento perdurable.

**Gráfico N° 19: % Vacíos (M. Convencional vs Modificado 4% PET)**



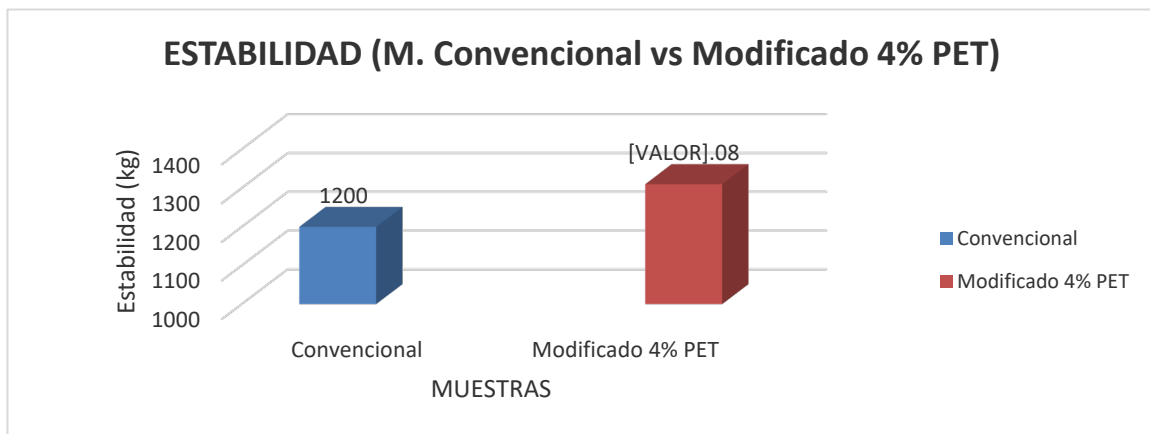
En el gráfico N° 19 se visualiza que la mezcla asfáltica convencional tiene un 3.6% de vacíos, en tanto la mezcla asfáltica modificada con 4% de Polietileno tiene un 3.5% de vacíos; cumpliendo con lo especificado de un rango de 3% a 5%, por lo tanto, nos permite tener compactación adicional bajo el tráfico y proporcionar la fluidez del asfalto durante esa compactación.

**Gráfico N° 20: % V.M.A. (M. Convencional vs Modificado 4% PET)**



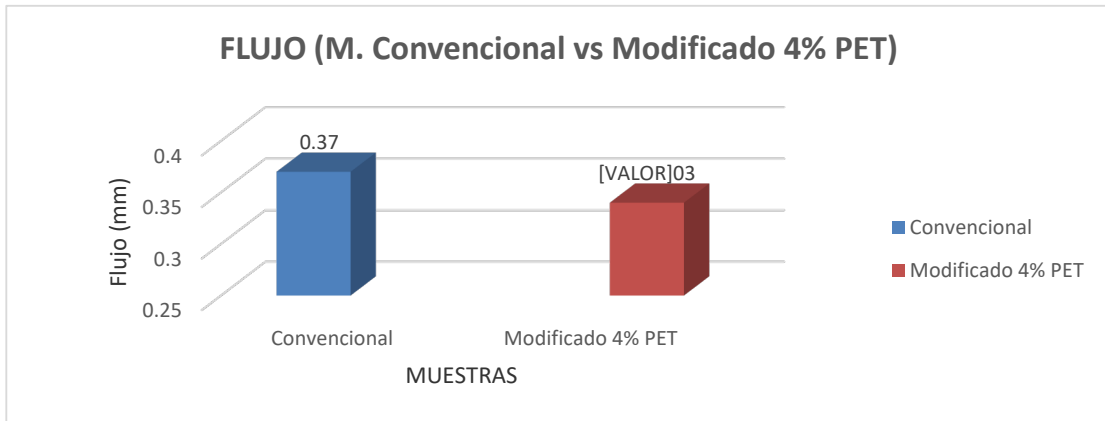
En el gráfico N° 20 se visualiza que la mezcla asfáltica convencional tiene un 16.1% de vacíos en el agregado mineral, en tanto la mezcla asfáltica modificada con 4% de Polietileno tiene un 15.9% de V.M.A.; es decir, que el asfalto se adhiere más al agregado por ende se tiene menor porcentaje de V.M.A. donde logra formar un espesor durable a la película de asfalto así evitar desprendimientos y/o pulimientos de agregados.

**Gráfico N° 21: Estabilidad (M. Convencional vs Modificado 4% PET)**



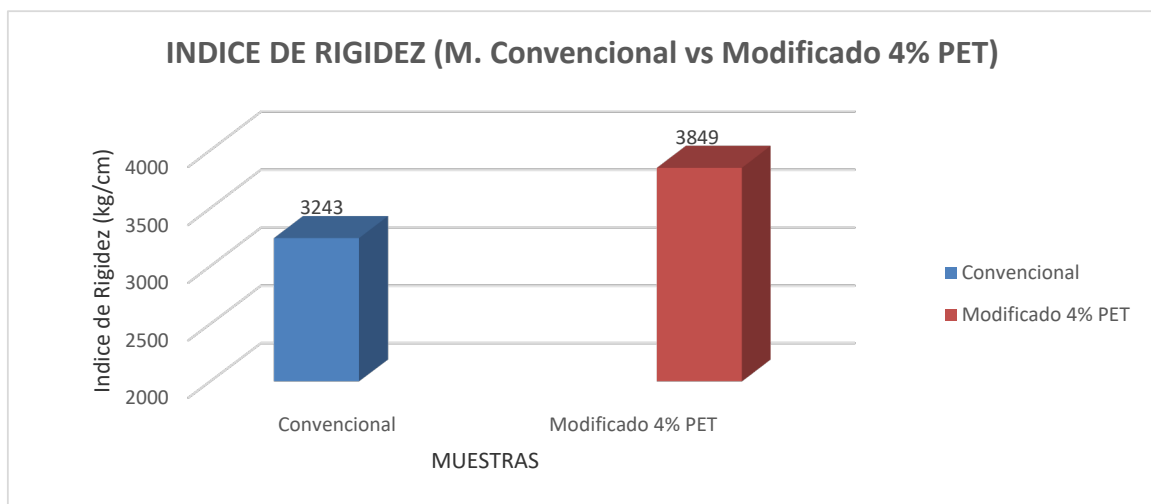
En el gráfico N° 21 se visualiza que la mezcla asfáltica convencional tiene una estabilidad de 1200 kg, en tanto la mezcla asfáltica modificada con 4% de Polietileno tiene una estabilidad de 1310.08 kg; esto concluye que al modificar el asfalto puede ganar mayor capacidad de desplazamiento y deformaciones a partir de cargas de tránsito pesado y reiterados, y a así evitar ahuellamientos y ondulaciones.

**Gráfico N° 22: Flujo (M. Convencional vs Modificado 4% PET)**



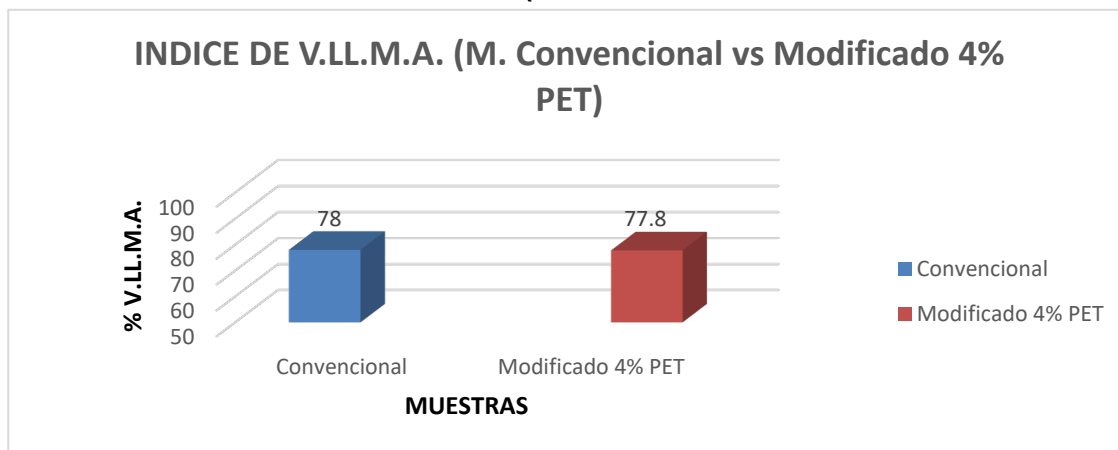
En el gráfico N° 22 se visualiza que la mezcla asfáltica convencional tiene un flujo de 0.37 mm, en tanto la mezcla asfáltica modificada con 4% de Polietileno tiene un flujo de 0.3403 mm; esto concluye que en los dos tipos de mezcla se representa el comportamiento de deformación a partir de la acción de cargas, donde una fluencia alta ocasiona excesiva plasticidad, mejor dicho, procuran deformarse bajo cargas de tránsito y ante el aumento de la temperatura.

**Gráfico N° 23: Índice de Rigidez (M. Convencional vs Modificado 4% PET)**



En el gráfico N° 23 se visualiza que la mezcla asfáltica convencional mantiene una rigidez de 3243 kg/cm, en tanto la mezcla asfáltica modificada con 4% de Polietileno tiene una rigidez de 3849 kg/cm; representado un incremento de 21%. De este modo, se evidencia que el agregado de polietileno a la mezcla asfáltica en caliente perfecciona la resistencia a la compresión, y a la vez, contribuye a una mayor rigidez a probables deformaciones que tenga la carpeta de rodadura a futuro.

**Gráfico N° 24: Índice de V.L.L.M.A. (M. Convencional vs Modificado 4% PET)**



En el gráfico N° 24 se visualiza que la mezcla asfáltica convencional mantiene V.L.L.M.A de 78.00% en tanto la mezcla asfáltica modificada con 4% de Polietileno tiene una rigidez de 77.8% representado un menor vacío del llenado con mezcla asfáltica

**Tabla N° 25: Comparación de mezcla asfáltica convencional y modificada**

PARÁMETROS DE DISEÑO	M. A. convencional	M. A. modificado con PET
% Cemento asfáltico en peso	<b>5.68%</b>	<b>5.68%</b>
% Polietileno	--	<b>4%</b>
Peso específico probeta	2.463	2.470
Vacíos	3.60	3.50
Vacíos agregado mineral	16.10	15.9
V. LL. M. A.	78.00	77.8
Flujo	0.37	0.3403
Estabilidad	1200	1310.08
Factor de rigidez	3243	3849

En la tabla N° 25 se muestra la comparación de las propiedades de la mezcla asfáltica convencional y modificada con 4% de polietileno, demostrando que agregando polietileno mejora los resultados y están dentro de las especificaciones técnicas para la carpeta asfáltica de peso mediano (50 golpes).

**OBJETIVO N° 5: Evaluar los beneficios utilizando la nueva mezcla asfáltica modificado con polietileno (residuos plásticos) comparando con una mezcla convencional.**

**Tabla N° 26: Análisis de precios unitarios –Mezcla asfáltica convencional**

<b>MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL</b>					
Partida	<b>PRODUCCION DE MEZCLA ASFALT. EN CALIENTE PEN 60/70</b>				
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>				
Costo Unitario directo por :m3	<b>S/. 1,481.48</b>	<b>(Sin igv)</b>			
	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantida</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
		<b>a</b>	<b>d</b>	<b>S/.</b>	<b>S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
OFICIAL	hh	1	0.0321	17.03	0.55
OPERARIO	hh	1	0.0321	21.01	0.67
PEON	hh	3	0.0964	15.33	1.47
					<b>2.69</b>
<b>Materiales</b>					
Petróleo dissel # 2	gal		5.80	10.84	62.87
filler (p/asfalto)	Kg		43	0.89	38.27
Piedra chancada (p/ asfalto)	M3		0.52	34.98	18.19
Arena chancada (p/ asfalto)	M3		0.315	61.97	19.52
Cemento asfáltico pen 60/70	kg		132.29	2.59	342.65
Arena zarandeada (p/ asfalto)	M3		0.15	21.94	3.29
					<b>484.79</b>
<b>Equipos</b>					
herramientas manuales	%		5	4	20
Caras fracturadas (mtc e 210)	hm		1	70.00	70.00
chatas alargadas (astm 4791)	hm		1	70.00	70.00
Equivalente de arena(mtc e503)	hm		1	70.00	70.00
granulometria (mtc e 503)	hm		1	25.00	25.00
Diseño de mezcla asfaltica en caliente (mtc e 510)	hm		1	595.00	595.00
Estabilidad y flujo marshall (rotura de briquetas )(mtc e 504	hm		1	70.00	70.00
Prueba de tensión (astm d 638)	hm		1	37.00	37.00
Prueba de compresión (astm-0695)	hm		1	37.00	37.00
					<b>994.00</b>
			<b>1,481.48</b>		

En la tabla N° 26 se puede observar que el costo total de producción por m3 de mezcla asfáltica convencional es de S/. 1,481.48 soles



**Tabla N° 27: Análisis de precios unitarios –Mezcla asfáltica modificada**

<b>MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON POLIETILENO</b>					
Partida	<b>PRODUCCION DE MEZCLA ASFALT. EN CALIENTE PEN 60/70</b>				
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>				
Costo Unitario directo por :m3	<b>S/.1,467.05</b>	<b>(Sin igv)</b>			
	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantida</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
		<b>a</b>	<b>d</b>	<b>S/.</b>	<b>S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
OFICIAL	hh	1	0.0321	17.03	0.55
OPERARIO	hh	1	0.0321	21.01	0.67
PEON	hh	3	0.0964	15.33	1.47
					<b>2.69</b>
<b>Materiales</b>					
Petróleo dissel # 2	gal		5.8	10.84	62.87
Plástico cortado de voteas	Kg		9.6	2	19.2
Piedra chancada (p/ asfalto)	M3		0.49	34.98	17.14
Arena chancada (p/ asfalto)	M3		0.30	61.97	18.59
Cemento asfáltico pen 60/70	kg		134.94	2.59	349.49
Arena zarandeada (p/asfalto)	M3		0.14	21.94	3.07
					<b>470.36</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales	%		5	4	20
Caras fracturadas (mtc e 210)	hm		1	70.00	70.00
Chatas alargadas (astm 4791)	hm		1	70.00	70.00
Equivalente de arena(mtc e503)	hm		1	70.00	70.00
Granulometria (mtc e 503)	hm		1	25.00	25.00
Diseño de mezcla asfáltica en caliente (mtc e 510)	hm		1	595.00	595.00
Estabilidad y flujo marshall (rptura de briquetas )(mtc e 504)	hm		1	70.00	70.00
Prueba de tensión (astm d 638)	hm		1	37.00	37.00
Prueba de compresión (astm-0695)	hm		1	37.00	37.00
					<b>994.00</b>
			<b>1,467.05</b>		

En la tabla N° 27 se puede observar que el costo total de producción por m3 de mezcla asfáltica modificado con polietileno es de S/. 1,467.05 soles, representando un 0.97% menos en comparación al costo de la mezcla asfáltica convencional.

## A) Beneficios

Para poder determinar los beneficios, compararemos los costos de la mezcla tradicional frente a la modificada, en las siguientes tablas.

**Tabla N° 28: Ahorro en la producción total de las mezclas**

DESCRIPCION	MEZCLAS ASFÁLTICAS TRADICIONALES	MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADA CON POLIETILENO	% VARIACIÓN
PRECIO DE MEZCLA ASFALTICA TOTAL	S/.1,481.48	S/.1.467.05	0.97%
AHORRO (M3)	<b>S/.14.43</b>		

En la tabla N° 28 se puede observar que el precio total de la mezcla asfáltica modificada tiene un ahorro de S/.14.43 con respecto a la mezcla convencional y a su vez añadiéndole un mejor comportamiento.

### Vida útil de la mezcla asfáltica

La comparación entre la variación de duración se puede mostrar en las tablas que aplicando residuos plásticos polietileno el periodo de vida útil es mejor y se extiende 10 años con respecto a la mezcla convencional mejorando así su tiempo de servicio para una carretera.

**Tabla N° 29: Vida útil del pavimento con los dos tipos de alternativas**

DESCRIPCIÓN	MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL	MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON POLIETILENO	VARIACIÓN (%)
VIDA ÚTIL DEL PAVIMENTO	20 AÑOS	30 AÑOS	<b>+ 5 AÑOS</b>

En la tabla N° 29 se puede observar que la mezcla modificada con plástico reciclado mejora su periodo de vida útil extiende 10 años más con respecto a la mezcla convencional, mejorando así el tiempo de servicio de las carreteras.

## V. DISCUSIÓN

Silvestre (2018), concluye que agregando residuos plásticos polietileno a la muestra patrón reduce los vacíos, disminuye la densidad de la mezcla asfáltica y la estabilidad aumenta, resultando la mezcla modificada más óptima en asfalto de 5.6% con un porcentaje de 5.8% de polietileno, esto significa que el asfalto modificado tiene mejor capacidad de resistir desplazamientos y deformaciones bajo las cargas de tránsito pesado. Por lo tanto, se acepta el resultado de esta investigación de incorporar polietileno puesto que concuerda con nuestra investigación el cuál determinó que al momento de incorporar 4% de Polietileno se tiene una máxima estabilidad de 1310.08 kg.

Calderón (2018), concluyó que el asfalto convencional mantiene un 16.65% de vacíos del agregado mineral mientras que el asfalto modificado mantiene un 15.5% de V.M.A., presentando una disminución de 1.15% con respecto al convencional. Por ende, se acepta el resultado de esta investigación ya especificada, que la mezcla asfáltica modificado con polietileno tiene una mayor reducción de V.M.A. por ello se determinó que el V.M.A. de la mezcla asfáltica modificada es de 15.90% y la convencional es de 16.10%, concluyendo que existe mayor reducción de V.M.A.

De acuerdo al Manual de Carreteras del MTC (2013) define que los vacíos presentados en una mezcla asfáltica deben estar entre 3% a 5%. Por ende, se acepta el resultado de la investigación, ya que se obtuvo un 3.5%, valor más cercano a las especificaciones técnicas.

El presente proyecto de investigación, permite determinar la combinación óptima de agregados y asfalto mediante el método Marshall, y su posterior modificación mediante la adición de polietileno, siendo las briquetas sumergidas a temperaturas de 60°C con la finalidad de simular las condiciones en las que estará inducida la carpeta asfáltica modificada en servicio. Por lo expuesto, se concluye que el porcentaje óptimo de mezcla asfáltica es de 5.68%, cumpliendo con las especificaciones establecidas en el reglamento, en cuanto a la adición de polietileno, el porcentaje óptimo es de 4% respecto al peso de la mezcla asfáltica

PEN 60/70 con una combinación de 52.0% de piedra chancada, 31.5% de arena chancada 15% de arena zarandeada y 1.5 kg de material filler, procedentes de la cantera la sorpresa (Coishco)

## VI. CONCLUSIONES

- Se logró definir las propiedades mecánicas del polietileno PET y así identificar la similitud con el cemento asfáltico en cuanto a la resistencia que producen al ser fusionados en porcentajes adecuados.
- Se obtuvo el diseño de la mezcla asfáltica convencional por el método Marshall tomando en cuenta un 52% de piedra chancada, 31.5% de arena chancada, 15% de arena zarandeada y 1.5% de material filler procedente de la cantera La Sorpresa (Coishco), dando como resultado un porcentaje óptimo de 5.68% de asfalto y reflejado en sus propiedades como vacíos de 3.60%, vacíos de agregado mineral de 16.10%, un flujo de 0,37mm que es una deformación dentro de los parámetros, una estabilidad de 1200 kg y obteniendo un factor de rigidez de 3243 kg/cm.
- Se obtuvo el diseño de la mezcla asfáltica con 5.68% de asfalto modificado con 3%, 4% y 5% de polietileno por el método Marshall, dando como resultado un porcentaje óptimo de 4% de polietileno PET y reflejado en sus propiedades como vacíos de 3.50%, vacíos de agregado mineral de 15.90%, un flujo de 0,3403mm que es una deformación dentro de los parámetros, una estabilidad de 1310.08 kg y obteniendo un factor de rigidez de 3849 kg/cm.
- Se realizó una comparación de la mezcla asfáltica convencional y modificada con 4% de polietileno PET, lográndose verificar que agregando polietileno mejora las propiedades físicas de la mezcla asfáltica convencional, dando mayor resistencia a las deformaciones, mayor soporte a las cargas y se reduce los vacíos lo cual mejora su estabilidad.
- En cuanto a la economía, existe un ahorro de 0.97% en la producción de la mezcla asfáltica con polietileno en comparación al convencional, por lo cual

brinda mayor factibilidad económica, ya que no es necesario usar el filler ni mejorador de adherencia, el plástico actúa como un mejorador de adherencia y un agregado fino. Además, se evidencia que con el uso de la mezcla asfáltica modificada con plástico reciclado (PET) existe una prolongación de 50% en la vida útil de la carpeta asfáltica ya que al tener menos vacío hace que sea más impermeable y más resistente a deformaciones.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- El uso de plástico reciclado en las mezclas asfálticas mejora respecto al deterioro de deformación permanente, por lo cual, se recomienda investigar de manera constante los cambios de la densidad del plástico aplicados al diseño de mezclas asfáltica con la finalidad de determinar la incidencia del plástico PET.
- A las empresas que elaboran concretos asfálticos y municipalidades se les recomienda el empleo de un concreto asfáltico con polietileno, porque dicha mezcla es más económica a largo plazo en la ejecución de proyectos viales donde se necesita mezclas más durables y resistentes a las deformaciones permanentes.
- Al estudio de mezclas analizadas se le recomienda, realizar pruebas de fatiga como complemento, ya que al poseer una mayor rigidez pueden ser susceptibles a las fisuras ocasionando fallas simbólicas altas cargas de tráfico.
- Se recomienda, a los futuros investigadores, tener presente que este concreto asfáltico solo es factible para el Distrito de Nuevo Chimbote, puesto que para otros distritos se tendría que evaluar las condiciones de clima, cantera y diseño, las cuales podrían no cumplir con las mismas especificaciones técnicas y normas empleadas en este diseño de mezcla asfáltica, pero sí puede ser empleada como un referente de estudio para el desarrollo de futuras investigaciones.

## REFERENCIAS

**AENOR. 2009.** UNE 53942: plásticos : bolsas reutilizables de polietileno (PE) para el transporte de productos distribuidos al por menor : requisitos técnicos, criterios ambientales y métodos de ensayo. España : Asociación Española de Normalización y Certificación, 2009.

**AIMACAÑA, Juan. 2017.** Comparación del comportamiento a presión de pavimentos asfálticos a base de polímeros y pavimentos flexibles tradicionales. Ecuador : Universidad Técnica de Ambato, 2017.

**ASTM, International. 2017.** Standard Test Method for Viscosity Determination of Asphalt at Elevated Temperatures Using a Rotational Viscometer. USA : Astm International, 2017.

**BACKUS, Benjamin. 2016.** Aggregate Abrasion Testing (Part 1): The Micro-Deval Test Method. Lewis Center : Gilson Company, 2016.

**BERRIO, Andrés. 2017.** Diseño y valoración del rendimiento de una mezcla asfáltica tipo MSC-19 con integración de Tereftalato de polietileno reciclado como agregado constitutivo. Colombia : Universidad Nacional de Colombia, 2017.

**BILLMEYER, Fred. 2016.** Ciencia de los polímeros. New York : Reverté, 2016. ISBN 8429170480.

**CÁCERES, Carlos. 2007.** Análisis de la Metodología Superpave para el Diseño de Mezclas Asfálticas en México. México : s.n., 2007.

**CALDERON, Edgar. 2018.** Evaluación del desempeño del hormigón asfáltico con plástico polietileno reciclado para vías de segundo orden. Ecuador : Universidad Laica Vicente Rocafuerte, 2018.

**CONTRERAS, Leonardo. 2018.** Procesos de fabricación en polímeros y cerámicos. Bogotá : Ediciones de la U, 2018. ISBN 9789587627428.

**ESCOBAR, Luis. 2017.** Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa. Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2017.

**FLORES, Patricio. 2014.** Diseño de pavimentos flexibles adicionando tereftalato de polietileno como material constitutivo junto con ligante AC-20. Ecuador : Universidad de las Fuerzas Armadas -ESPE, 2014.

**FORIGUA, José. 2014.** Diseño de mezclas asfálticas modificada mediante la adición de desperdicios plásticos. Colombia : Universidad Católica de Colombia, 2014.

**GARNICA, Paul & DELGADO, Horacio. 2004.** Aspectos del diseño volumétrico de mezclas asfálticas. México : Instituto Mexicano del Transporte, 2004.

**GARRIDO, Leoncio y IBARRA, Luis. 2014.** Ciencia y Tecnología de Materiales Poliméricos. México : Diaz de Santos, 2014.

**HERMIDA, Élida. 2011.** POLIMEROS - GUIA DIDACTICA. Buenos Aires : Coleccion Encuentro Inet, 2011.

**KOWALSKI, Karol y RADZISZEWSKI, Jan. 2016.** Eco.friendly for a new concept of asphalt pavement. Poland : Elsevier B. V., 2016.

**LAVIN, Patrick. 2003.** Asphalt Pavements. New York : Taylor & Francis e-library, 2003. ISBN 0203453298.

**LOPEZ, José & FERNANDEZ, Salvador. 2018.** Tendido y compactación de mezclas asfálticas en caliente. Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres. México : AMIVTAC, 2018.

**MACERO, William. 2014.** Evaluación de resistencia a la fatiga de mezclas asfálticas. Ecuador : UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL, 2014.

**MAXIL, Roberto & SALINAS, Marco. 2016.** Ventajas y Desventajas del Uso de Polimeros en el Asfalto. México : Universidad de las Américas Puebla, 2016.

**MENDIVIL, José y CASTRO, Andrés. 2015.** Evaluación de la carbonatación de concreto modificado con polímero, utilizando agregado grueso y tereftalato de polietileno reciclados. Sinaloa : II Congreso Internacional de Ciencias de la Ingeniería, 2015.

**METAUTE, Diana. 2009.** Desarrollo de una mezcla asfáltica utilizando residuos plásticos. Colombia : Universidad EAFIT, 2009.

**MORA, Jhoiner & ECHAVARRIA, Santiago. 2018.** Ensayo de Granulometría por Tamizado. Guajira : Universidad de la Guajira, 2018.

**MORENO, Luis. 2014.** Análisis mecánico del asfalto modificado con polímeros y cueros que son utilizados en la elaboración del calzado. Colombia : Universidad Católica de Colombia, 2014.

**MTC. 2016.** Manual de Ensayo de Materiales. Peru : Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2016.

**NAVARRO, José. 2017.** Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET. Pimentel : Universidad Señor de Sipán, 2017.

**PINCAY, Jhonny & ZUÑIGA, Alonso. 2018.** Análisis comparativo entre la aplicación de Metodología RAMCODES y el método Marshall como alternativa para la obtención del contenido óptimo de asfalto para el diseño de mezclas asfálticas. Ecuador : Grupo Compas, 2018. ISBN 9789942770707.

**RAJAPAKSHA, Malthi & HALWATURA, Rangika. 2019.** Identifying the Impact of Concrete Specimens Size and Shape on Compressive Strength . Moratuwa : Engineering, Technology & Applied Science Research, 2019.



**REYNOSO, Sara. 2018.** Los Polimeros Plásticos. 1ra Edición. Ciudad de México : s.n., 2018. ISBN 9781790826001.

**ROGERS, Tony. 2015.** Polyethylene (PE). Inglaterra : Creative Mechanisms, 2015.

**RONDON, Hugo & REYES, Fredy. 2015.** Pavimentos: Materiales, Construcción y Diseño. Bogotá : Ecoediciones, 2015. ISBN 9789587711752.

**SALAZAR, Jorge. 2011.** Guía para la realización de ensayos y clasificación de asfaltos, emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados según el Reglamento Técnico Centroamericano. Colombia : Dialnet, 2011.

**SALINAS, Patricia. 2009.** Aplicación de micro-pavimento usando asfalto modificado con polímero en la vía Sullana - Aguas Verdes. Piura : Universidad de Piura, 2009.

**SERRANO, Francisco y MENDIZÁBAL, Eduardo. 2015.** Introducción a la Ciencia de los Polímeros. Primera Edición. Guadalajara : s.n., 2015.

**SEYMOUR, Raymond y CARRAHER, Charles. 2014.** Polymer Chemistry, An Introduction, Third Edition. Florida : Reverté SA, 2014. ISBN-84-291-7926-7.

**SILVA, Jhon. 2018.** Influencia de la adición de residuos plásticos en el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente. Trujillo : Universidad Privada del Norte, 2018.

**SILVESTRE, Deyvis. 2017.** Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado. Lima : Universidad César Vallejo, 2017.

**SITECAL. 2015.** Método para determinar el punto de ablandamiento con el aparato de anillo y bola (ASTM D-36). Bolivia : Sitecal-Ingeniería y Arquitectura, 2015.

**TONDA, Mauricio. 2015.** Asfaltos Modificados con Polímeros. México : s.n., 2015.

**VALVERDE, Ignacio. 2013.** Recycled aggregate in road construction following the Spanish General Technical Specifications for Roads and Bridge Works (PG-3): a case study. España : Informes de la Construcción, 2013. ISSN 00200883.

**WAGNER, Manfred. 2002.** Placement and compaction of asphalt mixtures. State of North Carolina : ASTM, 2002. ISBN 0803102232.

**ZANGENA, Shaban. 2019.** Performance of asphalt mixture with nanoparticles. Canadá : Elsevier, 2019. ISBN 9780081026410.

**ZHANPING, You & QINGLI, Dai. 2018.** Advanced asphalt materials and paving technologies. Switzerland : Applied Sciences, 2018. ISBN 9783038428893.

**ZUÑIGA, Rosa. 2015.** Mezcla asfáltica en caliente. Colombia : Ministerio de Obras Pùblicas, 2015.

**ZUPANCIC, Barbara & EMRI, Igor. 2012.** The effect of extensive mechanical recycling on the properties of low density polyethylene. Eslovenia : Board, 2012.

**ANEXOS**

# **Anexo 1: Factor de corrección para la estabilidad**

Tabla N° 30: Factor de corrección para la estabilidad

**CORRECCIÓN de la ESTABILIDAD MARSHALL**

$$E_{\text{CORREGIDA}} = K E_{\text{SIN CORREGIR}}$$

donde K = factor de corrección (de la tabla).

Volumen de probeta (cm <sup>3</sup> )		Espesor aprox. (mm)	Factor de corrección
200	213	25.40	5.56
214	225	27.00	5.00
226	237	28.60	4.55
238	250	30.20	4.17
251	264	31.80	3.85
265	276	33.30	3.57
277	289	34.90	3.33
290	301	36.50	3.03
302	316	38.10	2.78
317	328	39.70	2.50
329	340	41.30	2.27
341	353	42.90	2.08
354	367	44.40	1.92
368	379	46.00	1.79
380	392	47.60	1.67
393	405	49.20	1.56
406	420	50.80	1.47
421	431	52.40	1.39
432	443	54.00	1.32
444	456	55.60	1.25
457	470	57.20	1.19
471	482	58.70	1.14
483	495	60.30	1.09
496	508	61.90	1.04
509	522	63.50	1.00
523	535	65.10	0.96
536	546	66.70	0.93
547	559	68.30	0.89
560	573	69.80	0.86
574	585	71.40	0.83
586	598	73.00	0.81
599	610	74.60	0.78
611	625	76.20	0.76

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE VIAS (INV)

# **Anexo 2: Ensayos al Polietileno**

## Figura N° 1: Ensayo de Tensión



WP300.20 Reporte de Prueba

Tipo de Experimento	Prueba de Tensión según
Probeta	POLIETILENO
Designación de la Prueba	E1.0 x 12.5 x 30.0 DIN 50145
Temp. de Prueba	20 °C
Valor lím. Superior/Inferior ReH/ ReL	0 / 0 N/mm <sup>2</sup>
Lim. de Tensión Rp	0 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia Rm	20.983 N/mm <sup>2</sup>
Alargamiento a la Rotura A	39 %
Secuencia de Mediciones	GILMER INFANTES - HENRY ESCALANTE
Fecha de Prueba	16/10/2019 / 07:12 p.m.
Responsable	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Firma	_____

  
Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216667 Jefe de Laboratorio



GILMER NFANTES - HENRY  
ECCALANTE

POLIETILENO

16.10.2019 // 19:11:52

s [mm]	F [KN]	EPS [%]	SIGMA [N/mm <sup>2</sup> ]
07:00:00.2	0.065	0.669	5.216
07:00:00.4	0.078	1.356	6.235
07:00:00.6	0.091	2.046	7.254
07:00:00.8	0.095	2.738	7.584
07:00:01.0	0.117	3.415	9.352
07:00:01.2	0.123	4.086	9.862
07:00:01.4	0.137	4.758	10.941
07:00:01.6	0.148	5.437	11.810
07:00:01.8	0.159	6.109	12.739
07:00:02.0	0.168	6.783	13.459
07:00:02.2	0.185	7.452	14.838
07:00:02.4	0.181	8.122	14.448
07:00:02.6	0.185	8.819	14.808
07:00:02.8	0.200	9.501	15.977
07:00:03.0	0.210	10.170	16.786
07:00:03.2	0.217	10.849	17.326
07:00:03.4	0.224	11.521	17.895
07:00:03.6	0.224	12.218	17.955
07:00:03.8	0.232	12.910	18.525
07:00:04.0	0.235	13.607	18.765
07:00:04.2	0.247	14.289	19.754
07:00:04.4	0.253	14.961	20.203
07:00:04.6	0.254	15.630	20.293
07:00:04.8	0.249	16.304	19.934
07:00:05.0	0.248	16.979	19.814
07:00:05.2	0.251	17.658	20.083
07:00:05.5	0.248	18.350	19.874
07:00:05.7	0.259	19.029	20.683
07:00:05.9	0.258	19.719	20.653
07:00:06.1	0.259	20.403	20.683
07:00:06.3	0.257	21.085	20.533
07:00:06.5	0.262	21.772	20.983
07:00:06.7	0.257	22.452	20.593
07:00:06.9	0.259	23.128	20.713
07:00:07.1	0.259	23.800	20.743
07:00:07.3	0.248	24.490	19.874
07:00:07.5	0.241	25.164	19.244
07:00:07.7	0.230	25.836	18.435
07:00:07.9	0.233	26.520	18.615
07:00:08.1	0.231	27.192	18.465
07:00:08.3	0.222	27.861	17.745
07:00:08.5	0.210	28.533	16.816
07:00:08.7	0.203	29.204	16.247
07:00:08.9	0.198	29.884	15.827
07:00:09.1	0.187	30.586	14.958
07:00:09.3	0.179	31.293	14.358
07:00:09.5	0.163	31.998	13.039
07:00:09.8	0.135	32.675	10.821
07:00:10.0	-0.010	33.377	-0.779
07:00:10.2	-0.030	34.064	-2.398
07:00:10.4	-0.027	34.736	-2.158
07:00:10.6	-0.022	35.420	-1.739
07:00:10.8	-0.009	36.092	-0.719
07:00:11.0	-0.017	36.761	-1.349
07:00:11.2	-0.016	37.443	-1.259
07:00:11.4	-0.015	38.115	-1.199
07:00:11.6	-0.004	38.794	-0.330

  
Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216047 Jefe de Laboratorio





# WP 300.20 Exp. Tensión

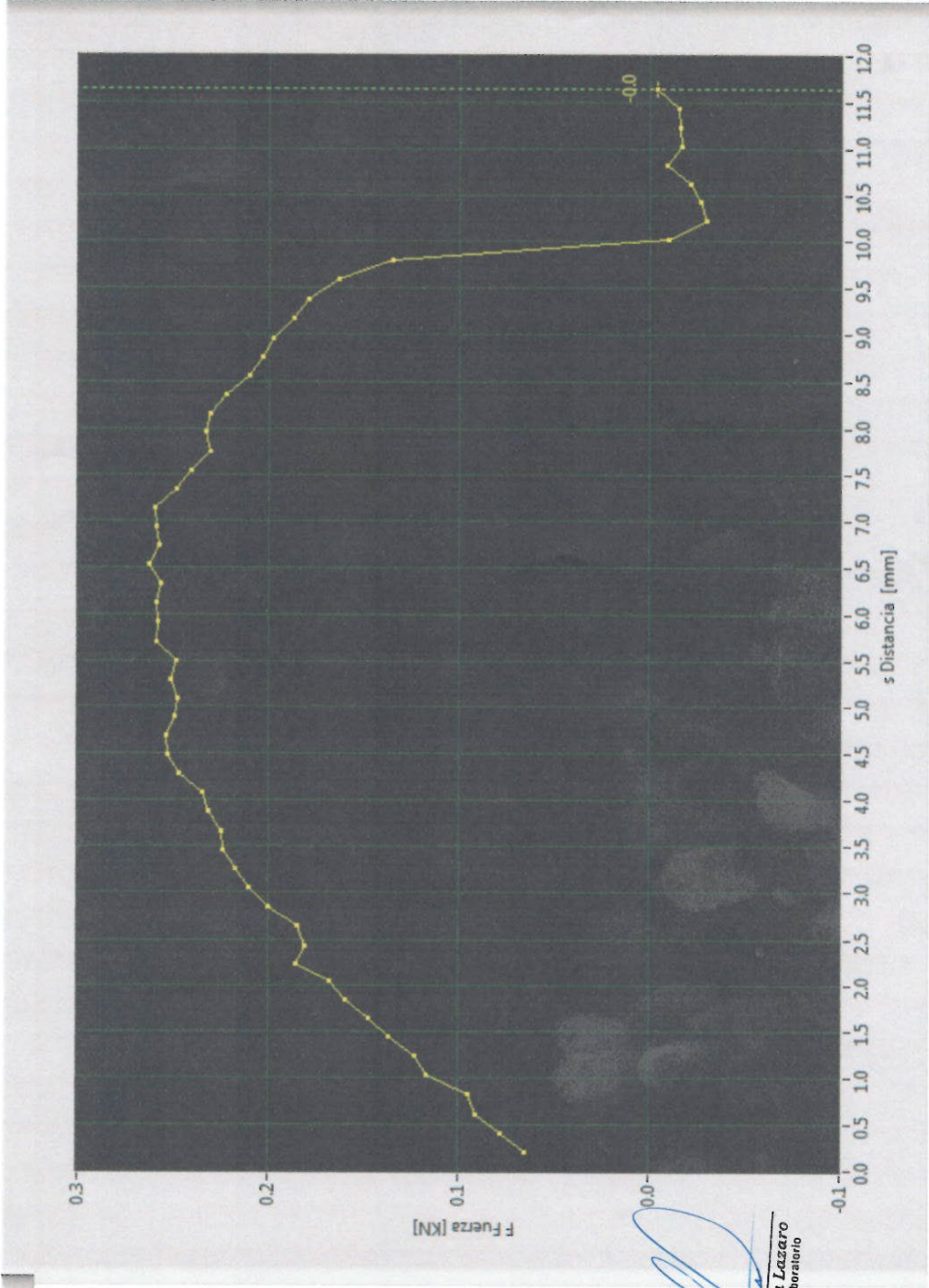


19:10:54

mié. 16.10.2019

Curso

Nombre



  
Ing. Víctor Herrera Lazaro  
CIP: 200831 Jefe de Laboratorio

## Figura N° 2: Ensayo de Compresión



### WP300.20 Reporte de Prueba

Tipo de Experimento	Exp. Compresión según
Probeta	POLIETILENO
Designación de la Prueba	E2.0 x 10.0 x 78.5 DIN 50145
Temp. de Prueba	20 °C
Tipo de Medida del Cambio de Longitud	Entre las Placas de Compresión
Lubricación de Placas Intermedias	
Resistencia a la Presión	301.045 N/mm <sup>2</sup>
Deformación en Rotura	1.954 %
Secuencia de Mediciones	INFANTES - ESCALANTE
Fecha de Prueba	16/11/2019 / 10:35 a.m.
Responsable	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Firma	_____



  
Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 717087 Jefe de Laboratorio

INFANTES - ESCALANTE

POLIETILENO

16.11.2019 // 10:35:36

s [mm]	F [KN]	EPS [%]	SIGMA [N/mm <sup>2</sup> ]
07:00:00.2	0.034	0.257	1.686
07:00:00.3	0.241	0.416	12.046
07:00:00.4	0.478	0.519	23.924
07:00:00.5	1.157	0.684	57.871
07:00:00.6	1.438	0.779	71.922
07:00:00.7	2.059	0.946	102.928
07:00:00.8	2.344	1.048	117.222
07:00:00.9	2.769	1.213	138.448
07:00:01.0	3.415	1.304	170.765
07:00:01.1	4.842	1.476	242.106
07:00:01.2	4.593	1.545	229.667
07:00:01.2	4.800	1.545	240.008
07:00:01.2	5.013	1.570	250.631
07:00:01.3	5.990	1.697	299.509
07:00:01.5	6.021	1.954	301.045
07:00:01.7	5.878	2.210	293.889
07:00:01.7	5.671	2.288	283.566
07:00:01.9	5.293	2.467	264.625
07:00:02.1	5.337	2.724	266.874
07:00:02.1	5.127	2.764	256.326

  
**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
 CIP 216067 - Jefe de Laboratorio



# WP 300.20 Exp. Compresión



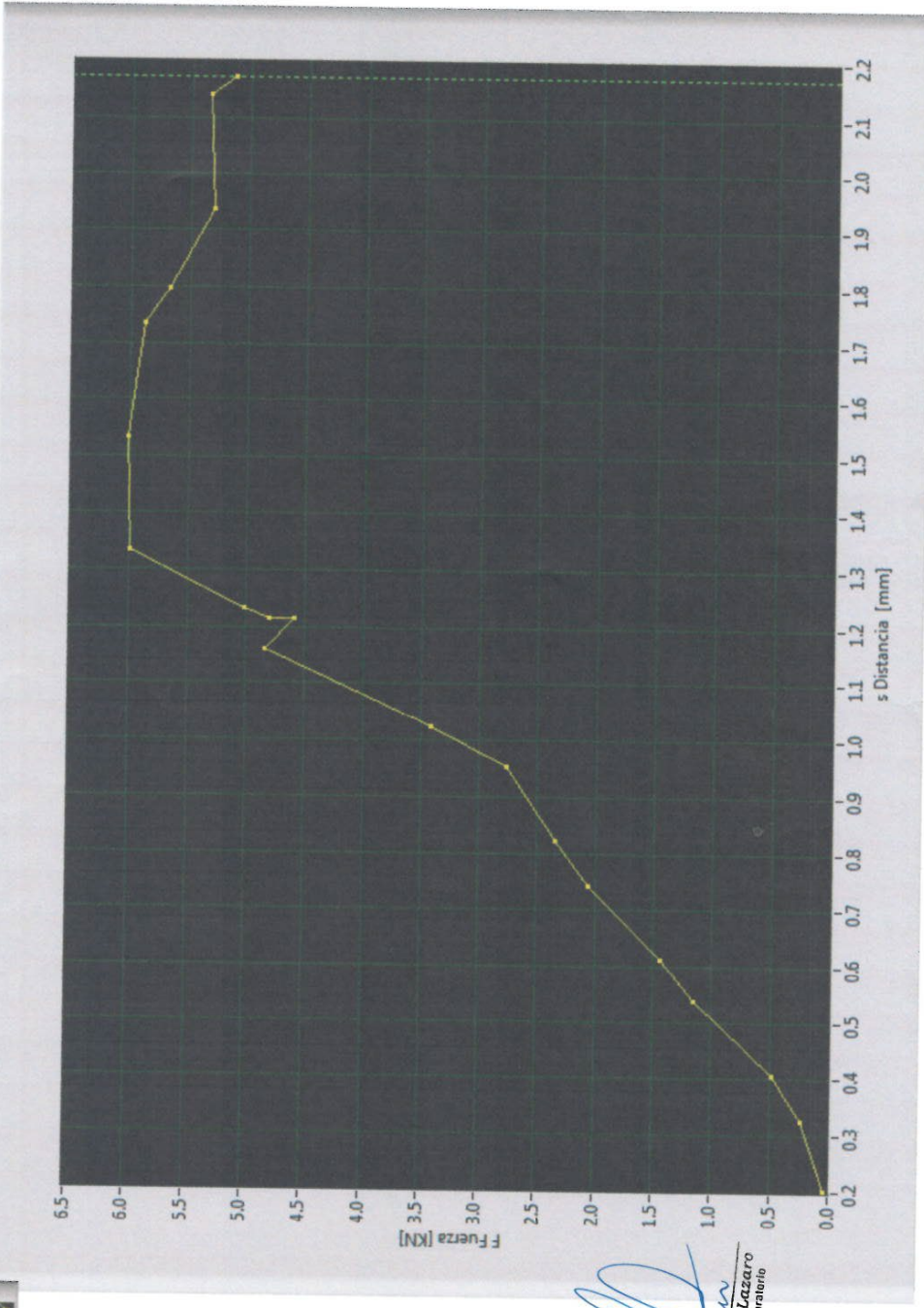
10:34:54

sáb. 16.11.2019

Curso

Nombre

(1) F



Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 216097 - Cole de Laboratorio

# **Anexo 3: Ensayos a la Mezcla Asfáltica**

## Figura N° 3: Informe Técnico de Ensayos en Laboratorio

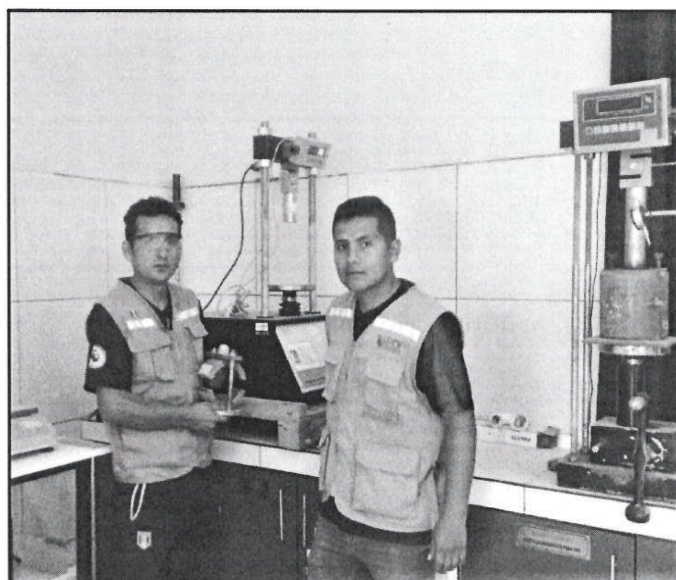


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

INFORME TÉCNICO DE ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA CON ADICIÓN DE RESIDUOS PLASTICOS -  
NUEVO CHIMBOTE 2019”

Autor:

- Henry Daniel Escalante Hervias
- Gilmer Hipolito Infante

OCTUBRE DE 2019



Ing. Víctor Herrera Lazaro  
CIP 219087 Jefe de Laboratorio



## ÍNDICE

### 1. GENERALIDADES

#### 1.1. OBJETIVOS

### 2. LABORATORIO

#### 2.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

### 3. RESUMEN DE RESULTADOS

### 4. CONCLUSIONES

### ANEXO

#### ANEXO I : ENSAYOS DE LABORATORIO



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 219087 Jefe de Laboratorio

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. OBJETIVOS

El presente informe tiene por objetivo determinar las propiedades físico - mecánicas de los materiales empleados para el Proyecto de Investigación "PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA CON ADICIÓN DE RESIDUOS PLASTICOS - NUEVO CHIMBOTE 2019", la evaluación fue realizada por medio de trabajos de ensayos de laboratorio; necesarios para definir la calidad de materiales a emplear.

Para alcanzar el objetivo principal, previamente se requiere lograr los siguientes objetivos secundarios:

- ✦ Realización de los ensayos estándares de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos especiales.
- ✦ Elaboración de Ensayo Marshall.
- ✦ Interpretación de los resultados de los ensayos de laboratorio.

## 2. LABORATORIO

### 2.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos se realizaron según normas:

- Ensayos especiales de laboratorio de mecánica de suelos:
  - Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente - Método Marshall (ASTM D1559)
  - Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D422)
  - Equivalente de Arena (MTC E114)
  - Caras Fracturadas (MTC E210)
  - Peso Especifico (MTC E206)
  - Partículas Chatas y Alargadas (MTC E223)
  - Peso Unitario (MTC E203)

## 3. RESUMEN DE RESULTADOS

De los ensayos realizados en laboratorio, obtenemos los siguientes resultados:

- *Agregado Grueso*



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio





**Cuadro N°01:** Ensayo de agregado grueso

AGREGADO GRUESO	Und.	Ensayo
Con Una Cara Fracturada	%	100
Con Dos o mas Cara Fracturada	%	93.90
Peso Especifico	gr/cm <sup>2</sup>	2.782
Peso Volumetrico		
Suelto	kg/m <sup>3</sup>	1.443
Compacto	kg/m <sup>3</sup>	1.555
Particulas Chatas y Alargadas	%	2.30

➤ *Agregado Fino*

**Cuadro N°02:** Ensayo de agregado fino (Chancado)

AGREGADO FINO (CHANCADO)	Und.	Ensayo
Equivalente de Arena	%	79.4
Peso Especifico	gr/cm <sup>2</sup>	2.742
Peso Volumetrico		
Suelto	kg/m <sup>3</sup>	1.525
Compacto	kg/m <sup>3</sup>	1.772

**Cuadro N°03:** Ensayo de agregado fino (Zarandeado)

AGREGADO FINO (ZARANDEADO)	Und.	Ensayo
Equivalente de Arena	%	79.4
Peso Especifico	gr/cm <sup>2</sup>	2.742
Peso Volumetrico		
Suelto	kg/m <sup>3</sup>	1.525
Compacto	kg/m <sup>3</sup>	1.772

➤ *Filler*

**Cuadro N°04:** Ensayo de agregado fino (Filler)

FILLER	Und.	Ensayo
Peso Especifico	gr/cm <sup>2</sup>	2.35

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe



➤ *Diseño Mezcla Asfáltica en Caliente (Método Marshall)*

**Cuadro N°05: Ensayo Diseño De Mezcla Asfáltica - Patrón**

C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	Und.	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%
Peso Especifico de la Probeta	gr/cm <sup>3</sup>	2.42	2.45	2.46	2.45	2.45
Vacios	%	6.65	5.00	4.10	2.90	1.90
V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	16.44	15.80	15.90	16.60	17.30
Vacios llenados con C.A.	%	59.55	68.60	74.20	82.50	89.00
Flujo	cm.	0.17	0.27	0.35	0.40	0.41
Estabilidad corregida	kg	990.10	1147.00	1200.00	1170.00	1075.00
Factor de Rigidez	kg/cm	5847.03	4291.00	3462.00	2955.00	2604.00

**Cuadro N°06: Ensayo Diseño De Mezcla Asfáltica – Adición de Residuos Plástico**

Adición de Residuos Plásticos	Und.	3.00%	4.00%	5.00%
C.A. En Peso De La Mezcla	%	5.68	5.68	5.68
Peso Especifico de la Probeta	gr/cm <sup>3</sup>	2.45	2.47	2.44
Vacios	%	4.10	3.50	5.50
V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	15.90	15.90	16.90
Vacios llenados con C.A.	%	74.50	77.80	67.3
Flujo	cm.	0.35	0.34	0.33
Estabilidad corregida	kg	1225.00	1310.00	1419.00
Factor de Rigidez	kg/cm	3549.00	3849.00	4300.00

➤ *Ensayo de Resistencia a Compresión del Polietileno*

Realizandose el ensayo se obtuvo un valor de resistencia a la presión de 301.045 N/mm<sup>2</sup> con una deformación en rotura de 1.954%.

➤ *Ensayo de Resistencia a la Tracción del Polietileno*

Realizandose el ensayo se obtuvo un valor de resistencia (Rm) de 20.983 N/mm<sup>2</sup> con un alargamiento a la rotura de 39%.

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

#### 4. CONCLUSIONES

Basándose en los ensayos de laboratorio y el análisis correspondiente, se puede concluir lo siguiente:

- Agregados
  - Los ensayos realizados a los agregados para el diseño de mezcla asfáltica cumplieron con los requerimientos mínimos según reglamento.
- Diseño de Mezcla Asfáltica (Método Marshall)
  - Se determinó lo siguiente:

*Diseño Patrón*

Para la muestra patrón se obtuvo los siguientes resultados:

**Cuadro N°07: Diseño De Mezcla Asfáltica - Patrón**

Piedra Chancada	%	52
Arena Chancada	%	31.5
Arena Zarandeada	%	15
Filler	%	1.5
Cemento Asfáltico en peso	%	5.68
Peso específico Probeta	gr/cm <sup>3</sup>	2.463
Vacios	%	3.60
Vacios Agregado Mineral	%	16.10
Vacios llenados con C. Asfáltico	%	78.00
Flujo	cm	0.37
Estabilidad	Kg	1069.0
Factor de rigidez	Kg/cm	3180

**Cuadro N°07: Diseño De Mezcla Asfáltica – 4% Adición de Residuos Plásticos**

Cemento Asfáltico en peso	%	5.68
Peso Especifico de la Probeta	gr/cm <sup>3</sup>	2.47
Vacios	%	3.50
Vacios del Agregado Mineral	%	15.90
Vacios llenados con C.A.	%	77.80
Flujo	cm.	0.34
Estabilidad corregida	kg	1310.00
Factor de Rigidez	kg/cm	3849.00

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



*Estabilidad*

Se observa que los valores de la estabilidad en la muestra patrón y en la adición de residuos plásticos en las mezclas asfálticas, superan el valor de los 815 kg, parámetro mínimo según especificaciones técnicas.

*Flujo*

Se observa que los valores de la flujo en la muestra patrón y en las adición de 4% de residuos plásticos en las mezclas asfálticas, están comprendidos en los parámetros de 2 – 4 mm.

*Vacios Llenos de Aire*

Se observa que los valores de vacios llenos de aire en la muestra patrón y en las adición de 4% de residuos plásticos en las mezclas asfálticas, están comprendidos en los parámetros de 3% – 5%, según especificaciones.

*Vacios de Agregado Mineral (VMA)*

Se observa que los valores de vacios de agregado mineral (VMA) en la muestra patrón y en las adición de 4% de residuos plásticos en las mezclas asfáltica, superan el 14% min. de lo requerido en la especificación.

*Vacios Llenos de Asfalto*

Se observa que los valores de vacios llenos de asfalto en la muestra patrón y en las adición de 4% de residuos plásticos en las mezclas asfáltica, están comprendidos en los parámetros de 70% – 80%, requeridos.

*Factor de Rigidez*

Se observa que los valores de índice de rigidez en la muestra patrón y en las adición de 4% de residuos plásticos en las mezclas asfáltica, están comprendidos en los parámetros de 1750kg/cm – 4000kg/cm, según especificaciones.

- Ensayo de Resistencia a Compresión del Polietileno  
Se obtuvo un valor de resistencia a la presión de 301.045 N/mm<sup>2</sup> con una deformación en rotura de 1.954%.
- Ensayo de Resistencia a la Tracción del Polietileno  
Se obtuvo un valor de resistencia (Rm) de 20.983 N/mm<sup>2</sup> con un alargamiento a la rotura de 39%.

El análisis de los resultados se basó en los reglamentos vigentes.

- Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013
- Manual de Ensayos de Materiales (MTC-2016)

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

# ANEXO I

## ENSAYOS DE LABORATORIO

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216087 Sala de Laboratorio



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

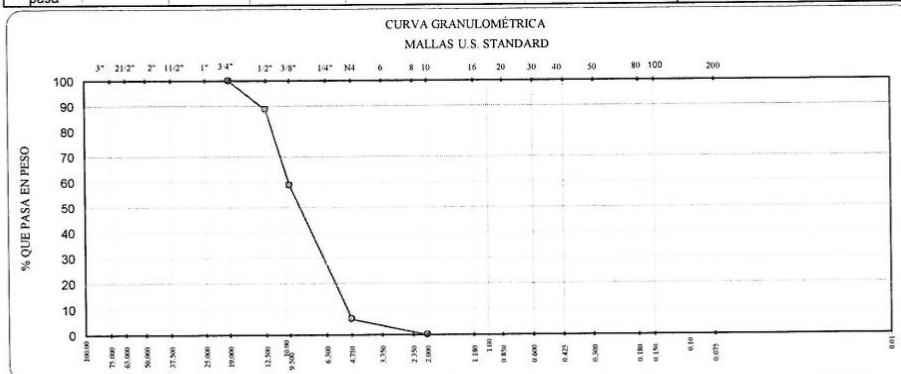
## Figura N° 4: Análisis Granulométrico de la Piedra Chancada



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	
MTC E 107 / ASTM D-422	
<b>Obra:</b> Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019	
<b>Solicitante:</b> Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez	
<b>Material:</b> Piedra Chancada Para Asfalto	<b>Fecha:</b> 29/09/2019
<b>Cantera:</b> La Sorpresa (COISHCO)	

Muestra: 01

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones
3"	75.000					Peso Inicial (g.) 4656
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000				100.0	OBSERVACIONES
1/2"	12.500	524.0	11.3	11.3	88.7	
3/8"	9.500	1397.0	30.0	41.3	58.7	
1/4"	6.300					
4	4.750	2442.0	52.4	93.7	6.3	
6	3.350					
8	2.350	280.0	6.0	99.7	0.3	
10	2.000	13.0	0.3	100.0	0.0	
16	1.180					
20	0.850					
30	0.600					
40	0.425					
50	0.300					
80	0.180					
100	0.150					
200	0.075					
pasa						



OBSERVACIONES : El ensayo fue realizado por el solicitante

Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 MTC E 107 / ASTM D-422

**Obra:** Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019

**Solicitante:** Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez

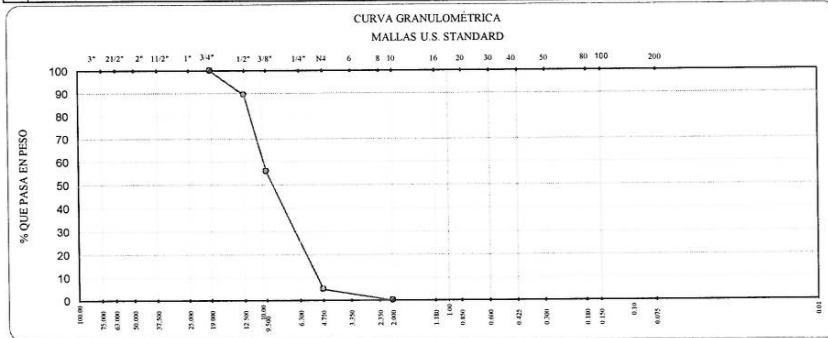
**Material:** Piedra Chancada Para Asfalto

**Cantera:** La Sorpresa (COISHCO)

**Fecha:** 29/09/2019

**Muestra:** 02

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones
3"	75.000					Peso Inicial (g.) 5843
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					OBSERVACIONES
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000				100.0	
1/2"	12.500	619.0	10.6	10.6	89.4	
3/8"	9.500	1962.0	33.6	44.2	55.8	
1/4"	6.300					
4	4.750	2972.0	50.9	95.0	5.0	
6	3.350					
8	2.350	286.0	4.9	99.9	0.1	
10	2.000	4.0	0.1	100.0	0.0	
16	1.180					
20	0.850					
30	0.600					
40	0.425					
50	0.300					
80	0.180					
100	0.150					
200	0.075					
pasa						


**OBSERVACIONES :** El ensayo fue realizado por el solicitante



**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
CIP 216367 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
MTC E 107 / ASTM D-422

Obra: Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019

Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez

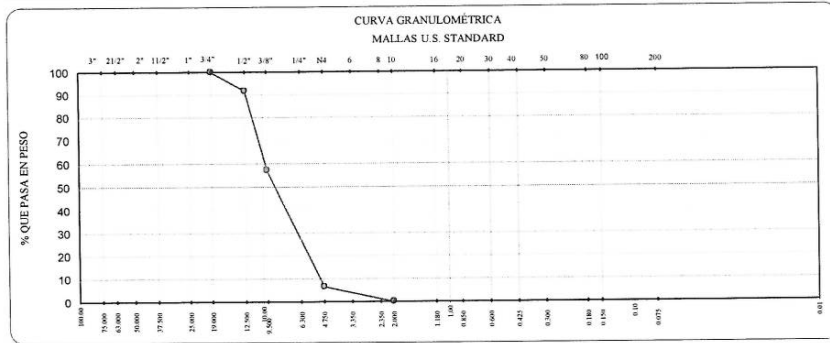
Material: Piedra Chancada Para Asfalto

Cantera: La Sorpresa (COISHCO)

Fecha: 29/09/2019

Muestra: 03

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones
3"	75.000					Peso Inicial (g.) 6145
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					OBSERVACIONES
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000				100.0	
1/2"	12.500	506.0	8.2	8.2	91.8	
3/8"	9.500	2117.0	34.5	42.7	57.3	
1/4"	6.300					
4	4.750	3116.0	50.7	93.4	6.6	
6	3.350					
8	2.350	360.0	5.9	99.3	0.7	
10	2.000	46.0	0.7	100.0	0.0	
16	1.180					
20	0.850					
30	0.600					
40	0.425					
50	0.300					
80	0.180					
100	0.150					
200	0.075					
pasa						



OBSERVACIONES : El ensayo fue realizado por el solicitante

  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



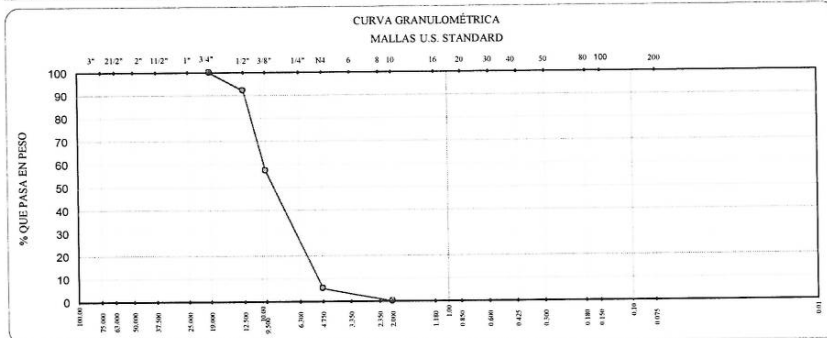
ucv.edu.pe



<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> MTC E 107 / ASTM D-422	
<b>Obra:</b> Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019	
<b>Solicitante:</b> Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez	
<b>Material:</b> Piedra Chancada Para Asfalto	
<b>Cantera:</b> La Sorpresa (COISHCO)	<b>Fecha:</b> 29/09/2019

Muestra: 04

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					Peso Inicial (g.) 6631
2"	50.000					
1 1/2"	37.500					OBSERVACIONES
1"	25.000					
3/4"	19.000				100.0	
1/2"	12.500	517.0	7.8	7.8	92.2	
3/8"	9.500	2316.0	34.9	42.7	57.3	
1/4"	6.300					
4	4.750	3417.0	51.5	94.3	5.7	
6	3.350					
8	2.350	331.0	5.0	99.2	0.8	
10	2.000	50.0	0.8	100.0	0.0	
16	1.180					
20	0.850					
30	0.600					
40	0.425					
50	0.300					
60	0.180					
100	0.150					
200	0.075					
pasa						



OBSERVACIONES : El ensayo fue realizado por el solicitante



**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	
MTC E 206 - ASTM C 127 - AASHTO T 85	
<b>Obra:</b>	Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019
<b>Solicitante:</b>	Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez
<b>Material:</b>	Piedra Chancada Para Asfalto
<b>Cantera:</b>	La Sorpresa (COISHCO)
	<b>Fecha:</b> 29/09/2019

AGREGADO PIEDRA					
IDENTIFICACIÓN					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en Aire)	1445.0	1196.4	1469.8	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en Agua)	927.9	765.1	940.5	
C	Vol. de Masas + Vol. de Vacíos = A-B	517.1	431.3	529.3	
D	Peso Mat. Seco en estufa (105°)	1437.8	1190.3	1462.0	Promedio
E	Vol. de Masa = C - (A-D)	509.9	425.2	521.5	
	Pe Bulk (Base seca) =D/C	2.781	2.760	2.762	2.767
	Pe Bulk (Base Saturada) =A/C	2.794	2.774	2.777	2.782
	Pe Aparente (Base seca) = D/E	2.820	2.800	2.803	2.808
	% Absorción =(( A-D ) / D ) x 100	0.50	0.52	0.53	0.52

**OBSERVACIONES:** el ensayo fue realizado por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

PESO UNITARIO Y VACIOS DE LOS AGREGADOS	
MTC E 203 - ASTM C 29	
<b>Obra:</b> Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019	
<b>Solicitante:</b> Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez	
<b>Material:</b> Piedra Chancada Para Asfalto	
<b>Cantera:</b> La Sorpresa (COISHCO)	<b>Fecha :</b> 29/09/2019

Peso Unitario Suelto : 1.443 Kg./m3  
 Peso Unitario Compactado : 1.555 Kg./m3

PESO UNITARIO SUELTO

Peso de la muestra + Molde	16626	16717	16681
Peso del Molde	8580	8580	8580
Peso neto de la Muestra	8046	8137	8101
Volumen del Molde	5608	5608	5608
Peso Unitario	1.435	1.451	1.445
Promedio	1.443		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Peso de la muestra + Molde	17281	17301	17323
Peso del Molde	8580	8580	8580
Peso neto de la Muestra	8701	8721	8743
Volumen del Molde	5608	5608	5608
Peso Unitario	1.552	1.555	1.559
Promedio	1.555		

**OBSERVACIONES:** El ensayo fue realizado por el solicitante



Ing. Victor Herrera Lazaro  
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
 que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe



CARAS FRACTURADAS						
MTC E 210						
Obra: Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019						
Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez						
Material : Piedra Chancada Para Asfalto						
Cantera: La Sorpresa (COISHCO) <span style="float: right;">Fecha: 29/09/2019</span>						
A- CON UNA CARA FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	( gr.)	( gr.)	((B/A)*100 )	( gr.)	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200	1200	100.00	27.0	2,704.08
1/2"	3/8"	300	300	100.00	32.1	3,208.45
TOTAL		1500	1500			

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA	TOTAL E	=	5913		100.0	%
	TOTAL D		59.13			

B- CON DOS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	( gr.)	( gr.)	((B/A)*100 )	( gr.)	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200	1112	92.67	27.0	2,505.78
1/2"	3/8"	300	285	95.00	32.1	3,048.03
TOTAL		1500	1397			

PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS	TOTAL E	=	5554		93.9	%
	TOTAL D		59.13			

OBSERVACIONES : El ensayo fue realizado por el solicitante.

  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 216987 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS			
MTC E223			
Obra: Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019			
Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez			
Material: Piedra Chancada Para Asfalto			
Cantera: La Sorpresa (COISHCO)			Fecha: 29/09/2019

TAMIZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO			CHATAS y ALARGADAS			
		PESO RET.	% RET.	% PASA	peso de partículas	PESO	(%)	(%) CORREGIDO
1 1/2"	63.300							
1"	38.100					-		
3/4"	19.000		-			-		
1/2"	12.500	524.0	27.28	72.72	391.0	14.00	3.58	1.0
3/8"	9.500	1397.0	72.72	-	444	22.00	4.95	3.6
<b>TOTAL</b>					<b>835</b>	<b>36.00</b>		
PESO TOTAL DE LA MUESTRA (Grs.)					1921.0			
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)					2.3			

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 215087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

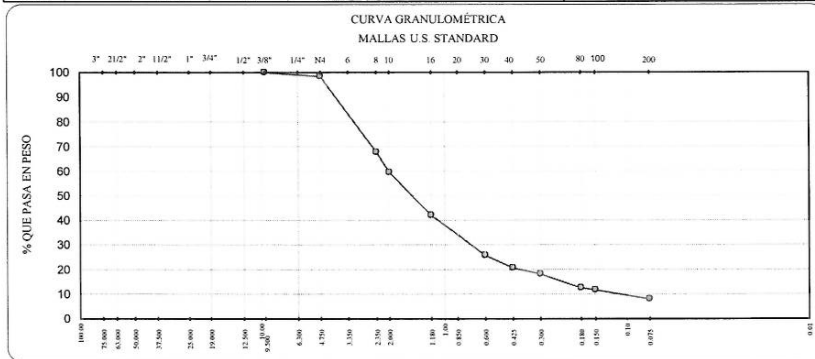
**Figura N° 5: Análisis Granulométrico de la Arena Chancada**



<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>	
MTC E 107 / ASTM D-422	
<b>Obra:</b> Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019	
<b>Solicitante:</b> Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez	
<b>Material:</b> Arena Chancada Para Asfalto	
<b>Cantera:</b> La Sorpresa (COISHCO)	<b>Fecha:</b> 29/09/2019

Muestra 01

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Datos de la Muestra
3"	75.000						Peso Humedo (g.) : 1416.0 Peso Seco (g.) : 1409.0 Humedad Natural (%) : 0.50
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						OBSERVACIONES
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.0		
1/4"	6.300						
4	4.750	22.0	1.6	1.6	98.4		
6	3.350						
8	2.350	431.0	30.6	32.2	67.8		
10	2.000	117.0	8.3	40.5	59.5		
16	1.180	247.0	17.5	58.0	42.0		
20	0.850						
30	0.600	228.0	16.2	74.2	25.8		
40	0.425	71.0	5.0	79.2	20.8		
50	0.300	36.0	2.6	81.8	18.2		
80	0.180	79.0	5.6	87.4	12.6		
100	0.150	12.0	0.9	88.2	11.8		
200	0.075	52.0	3.7	91.9	8.1		
Pasa		114.0	8.1	100.0			



OBSERVACIONES : Ensayo realizado por el solicitante.

  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

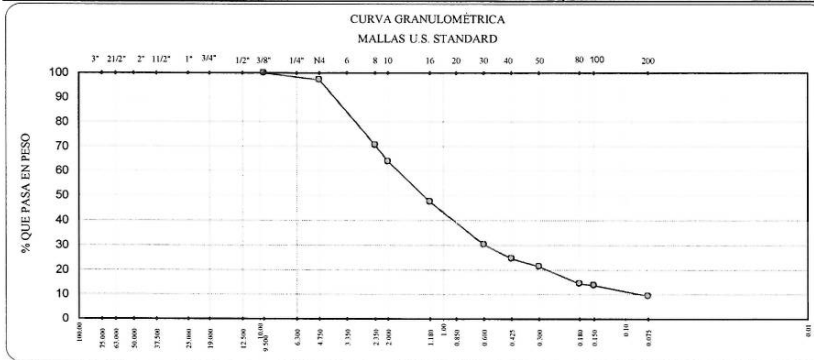


[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>	
MTC E 107 / ASTM D-422	
<b>Obra:</b> Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019	
<b>Solicitante:</b> Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez	
<b>Material:</b> Arena Chancada Para Asfalto	
<b>Cantera:</b> La Sorpresa (COISHCO)	<b>Fecha:</b> 29/09/2019

Muestra 02

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Datos de la Muestra
3"	75.000						Peso Humedo (g.) : 1371.0 Peso Seco (g.) : 1364.0 Humedad Natural (%) : 0.51
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						OBSERVACIONES
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.0		
1/4"	6.300						
4	4.750	38.0	2.8	2.8	97.2		
6	3.350						
8	2.350	363.0	26.6	29.4	70.6		
10	2.000	92.0	6.7	36.1	63.9		
16	1.180	223.0	16.3	52.5	47.5		
20	0.850						
30	0.600	234.0	17.2	69.6	30.4		
40	0.425	76.0	5.6	75.2	24.8		
50	0.300	45.0	3.3	78.5	21.5		
80	0.180	94.0	6.9	85.4	14.6		
100	0.150	10.0	0.7	86.1	13.9		
200	0.075	60.0	4.4	90.5	9.5		
Pasa		129.0	9.5	100.0			



OBSERVACIONES : Ensayo realizado por el solicitante.

  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

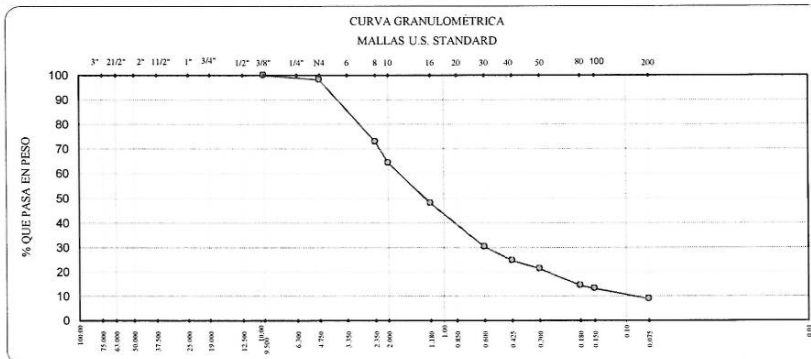


[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>	
MTC E 107 / ASTM D-422	
<b>Obra:</b> Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019	
<b>Solicitante:</b> Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez	
<b>Material:</b> Arena Chancada Para Asfalto	
<b>Cantera:</b> La Sorpresa (COISHCO)	<b>Fecha:</b> 29/09/2019

Muestra 03

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Datos de la Muestra
3"	75.000						Peso Humedo (g.) : 1308.0 Peso Seco (g.) : 1301.0 Humedad Natural (%) : 0.54
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						OBSERVACIONES
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.0		
1/4"	6.300						
4	4.750	23.0	1.8	1.8	98.2		
6	3.350						
8	2.350	330.0	25.4	27.1	72.9		
10	2.000	111.0	8.5	35.7	64.3		
16	1.180	211.0	16.2	51.9	48.1		
20	0.850						
30	0.600	231.0	17.8	69.6	30.4		
40	0.425	72.0	5.5	75.2	24.8		
50	0.300	45.0	3.5	78.6	21.4		
80	0.180	90.0	6.9	85.5	14.5		
100	0.150	16.0	1.2	86.8	13.2		
200	0.075	56.0	4.3	91.1	8.9		
Pasa		116.0	8.9	100.0			



OBSERVACIONES : Ensayo realizado por el solicitante.

  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 215867 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



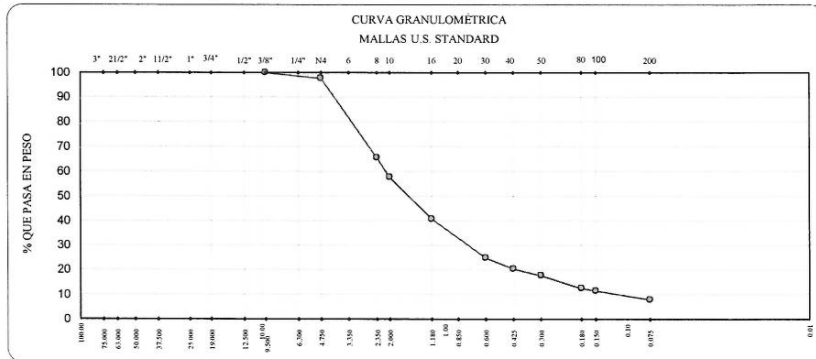
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> MTC E 107 / ASTM D-422	
<b>Obra:</b> Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019	
<b>Solicitante:</b> Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipólito Infante Vasquez	
<b>Material:</b> Arena Chancada Para Asfalto	
<b>Cantera:</b> La Sorpresa (COISHCO)	<b>Fecha:</b> 29/09/2019

Muestra 04

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Datos de la Muestra	
3"	75.000							
2 1/2"	63.000						Peso Humedo (g.) :	1374.0
2"	50.000						Peso Seco (g.) :	1367.0
1 1/2"	37.500						Humedad Natural (%) :	0.51
1"	25.000						<b>OBSERVACIONES</b>	
3/4"	19.000							
1/2"	12.500							
3/8"	9.500				100.0			
1/4"	6.300							
4	4.750	32.0	2.3	2.3	97.7			
6	3.350							
8	2.350	439.0	32.1	34.5	65.5			
10	2.000	107.0	7.8	42.3	57.7			
16	1.180	232.0	17.0	59.3	40.7			
20	0.850							
30	0.600	217.0	15.9	75.1	24.9			
40	0.425	62.0	4.5	79.7	20.3			
50	0.300	37.0	2.7	82.4	17.6			
80	0.180	69.0	5.0	87.4	12.6			
100	0.150	14.0	1.0	88.4	11.6			
200	0.075	49.0	3.6	92.0	8.0			
Pasa		109.0	8.0	100.0				



**OBSERVACIONES :** Ensayo realizado por el solicitante.



**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
CIP 216187 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

ENSAYO EQUIVALENTE DE ARENA MTC E 114	
<b>Obra:</b> Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019	
<b>Solicitante:</b> Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez	
<b>Material:</b> Arena Chancada Para Asfalto	
<b>Cantera:</b> La Sorpresa (COISHCO)	<b>Fecha:</b> 29/09/2019

MUESTRA:				
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		
1	Tamaño Máximo (mm)			
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	2:45	2:47	2:49
4	Hora de Salida	2:55	2:57	2:59
5	Hora de Entrada	2:57	2:59	3:01
6	Hora de Salida	3:17	3:19	3:21
7	Altura Máxima de Material Fino (Pulgadas)	3.80	3.80	3.90
8	Altura Máxima de la Arena (Pulgadas)	4.70	4.90	4.90
9	Equivalente de Arena (%)	80.9	77.6	79.6
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	79.4		

OBSERVACIONES : El ensayo fue realizado por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 210067 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS</b>	
MTC E 206 - ASTM C 127 - AASHTO T 85	
<b>Obra:</b> Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019	
<b>Solicitante:</b> Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez	
<b>Material:</b> Arena Chancada Para Asfalto	
<b>Cantera:</b> La Sorpresa (COISHCO)	<b>Fecha:</b> 29/09/2019

AGREGADO FINO					
IDENTIFICACIÓN					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en Aire)	300.0	300.0	300.0	
B	Peso Frasco + H2O	657.5	602.9	602.5	
C	Peso Frasco + H2O + A	957.5	902.9	902.5	
D	Peso Mat. + H2O en el Frasco	848.2	793.5	793.0	
E	Vol. Masa + Vol. Vacíos = C - D	109.3	109.4	109.5	
F	Peso del Mat. Seco en Estufa (105°)	295.8	295.6	295.7	Promedio
G	Vol. de Masa = E - (A-F)	105.1	105.0	105.2	
	Pe Bulk (Base seca) = F/E	2.706	2.702	2.700	2.703
	Pe Bulk (Base Saturada) = A/E	2.745	2.742	2.740	2.742
	Pe Aparente (Base seca) = F/G	2.814	2.815	2.811	2.814
	% Absorción = $((A-F) / F) \times 100$	1.42	1.49	1.45	1.45

**OBSERVACIONES :** El ensayo fue realizado por el solicitante.



**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

<b>ENSAYO DE PESO UNITARIO Y VACIOS DE LOS AGREGADOS</b> MTC E 203 - ASTM C 29	
<b>Obra:</b> Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019	
<b>Solicitante:</b> Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez	
<b>Material:</b> Arena Chancada Para Asfalto	<b>Fecha :</b> 29/09/2019
<b>Cantera:</b> La Sorpresa (COISHCO)	

Peso Unitario Suelto : 1.525 Kg./m<sup>3</sup>  
 Peso Unitario Compactado : 1.772 Kg./m<sup>3</sup>

**PESO UNITARIO SUELTO**

Peso de la muestra + Molde	17193	17085	17127
Peso del Molde	8580	8580	8580
Peso neto de la Muestra	8613	8505	8547
Volumen del Molde	5608	5608	5608
Peso Unitario	1.536	1.517	1.524
Promedio	<b>1.525</b>		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Peso de la muestra + Molde	18524	18514	18519
Peso del Molde	8580	8580	8580
Peso neto de la Muestra	9944	9934	9939
Volumen del Molde	5608	5608	5608
Peso Unitario	1.773	1.771	1.772
Promedio	<b>1.772</b>		

**OBSERVACIONES:** El ensayo fue realizado por el solicitante



**Ing. Vithy Herrera Lazaro**  
 CIP 216867 / Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
 que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

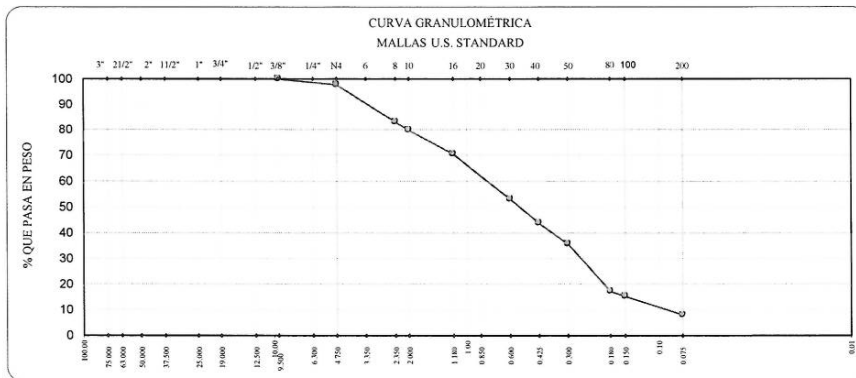
**Figura N° 6: Análisis Granulométrico de la Arena Zarandeada**



<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> MTC E107 / ASTM D-422	
<b>Obra:</b> Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019	
<b>Solicitante:</b> Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez	
<b>Material:</b> Arena Zarandeada Para Asfalto	
<b>Cantera:</b> La Sorpresa (COISHCO)	<b>Fecha:</b> 30/09/2019

Muestra 01

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Datos de la Muestra
3"	75.000						Peso Humedo (g.) : 1372.0 Peso Seco (g.) : 1346.0 Humedad Natural (%) : 1.93
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						<b>OBSERVACIONES</b>
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.0		
1/4"	6.300						
4	4.750	31.0	2.3	2.3	97.7		
6	3.350						
8	2.350	197.0	14.6	16.9	83.1		
10	2.000	44.0	3.3	20.2	79.8		
16	1.180	125.0	9.3	29.5	70.5		
20	0.850						
30	0.600	233.0	17.3	46.8	53.2		
40	0.425	124.0	9.2	56.0	44.0		
50	0.300	110.0	8.2	64.2	35.8		
80	0.180	251.0	18.6	82.8	17.2		
100	0.150	26.0	1.9	84.8	15.2		
200	0.075	98.0	7.3	92.1	7.9		
Pasa		107.0	7.9	100.0			



OBSERVACIONES : El ensayo fue realizado por el solicitante.

  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 216087 - Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

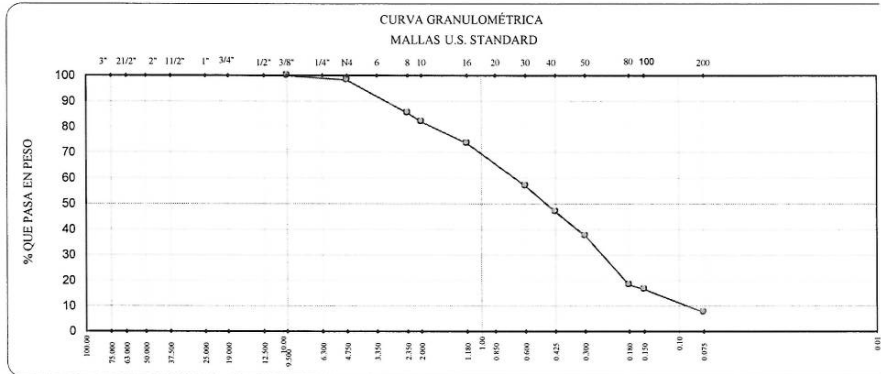


ucv.edu.pe

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> MTC E107 / ASTM D-422	
<b>Obra:</b> Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019	
<b>Solicitante:</b> Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez	
<b>Material:</b> Arena Zarandeada Para Asfalto	
<b>Cantera:</b> La Sorpresa (COISHCO)	<b>Fecha:</b> 30/09/2019

Muestra 02

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Datos de la Muestra
3"	75.000						Peso Humedo (g.) : 1605.0 Peso Seco (g.) : 1571.0 Humedad Natural (%) : 2.16
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						<b>OBSERVACIONES</b>
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.0		
1/4"	6.300						
4	4.750	27.0	1.7	1.7	98.3		
6	3.350						
8	2.350	201.0	12.8	14.5	85.5		
10	2.000	54.0	3.4	18.0	82.0		
16	1.180	135.0	8.6	26.5	73.5		
20	0.850						
30	0.600	259.0	16.5	43.0	57.0		
40	0.425	157.0	10.0	53.0	47.0		
50	0.300	148.0	9.4	62.4	37.6		
80	0.180	302.0	19.2	81.7	18.3		
100	0.150	27.0	1.7	83.4	16.6		
200	0.075	142.0	9.0	92.4	7.6		
Pasa		119.0	7.6	100.0			



**OBSERVACIONES :** El ensayo fue realizado por el solicitante.

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

  
**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
 CIP 216067 Jefe de Laboratorio



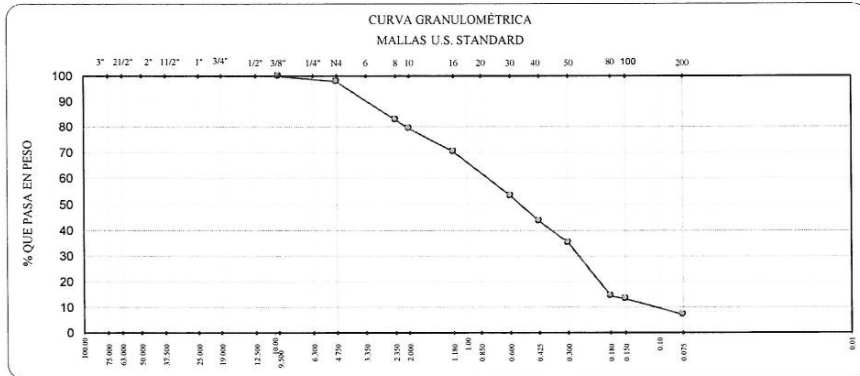
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
MTC E107 / ASTM D-422

**Obra:** Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019  
**Solicitante:** Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez  
**Material:** Arena Zarandeada Para Asfalto  
**Cantera:** La Sorpresa (COISHCO) **Fecha:** 30/09/2019

Muestra 03

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Datos de la Muestra
3"	75.000						Peso Humedo (g.) : 1431.0 Peso Seco (g.) : 1399.0 Humedad Natural (%) : 2.29
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						<b>OBSERVACIONES</b>
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.0		
1/4"	6.300						
4	4.750	30.0	2.1	2.1	97.9		
6	3.350						
8	2.350	211.0	15.1	17.2	82.8		
10	2.000	48.0	3.4	20.7	79.3		
16	1.180	126.0	9.0	29.7	70.3		
20	0.850						
30	0.600	237.0	16.9	46.6	53.4		
40	0.425	135.0	9.6	56.3	43.7		
50	0.300	118.0	8.4	64.7	35.3		
80	0.180	291.0	20.8	85.5	14.5		
100	0.150	16.0	1.1	86.6	13.4		
200	0.075	87.0	6.2	92.9	7.1		
Pasa		100.0	7.1	100.0			



**OBSERVACIONES :** El ensayo fue realizado por el solicitante.

  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 216067 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

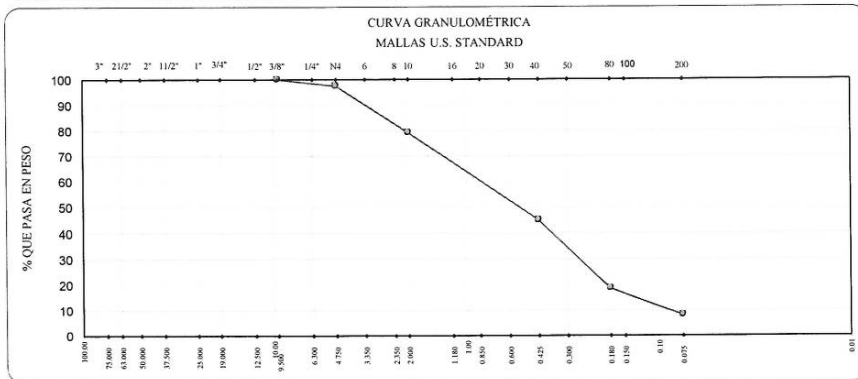


[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>	
MTC E107 / ASTM D-422	
Obra: Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019	
Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez	
Material: Arena Zarandeada Para Asfalto	Fecha: 30/09/2019
Cantera: La Sorpresa (COISHCO)	

Muestra 04

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Datos de la Muestra
3"	75.000						Peso Humedo (g.) : 1918.0 Peso Seco (g.) : 1878.0 Humedad Natural (%) : 2.13
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						OBSERVACIONES
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.0		
1/4"	6.300						
4	4.750	46.0	2.4	2.4	97.6		
6	3.350						
8	2.350	265.0	14.1	16.6	83.4		
10	2.000	77.0	4.1	20.7	79.3		
16	1.180	156.0	8.3	29.0	71.0		
20	0.850						
30	0.600	310.0	16.5	45.5	54.5		
40	0.425	178.0	9.5	55.0	45.0		
50	0.300	143.0	7.6	62.6	37.4		
80	0.180	354.0	18.8	81.4	18.6		
100	0.150	44.0	2.3	83.8	16.2		
200	0.075	152.0	8.1	91.9	8.1		
Pasa		153.0	8.1	100.0			



OBSERVACIONES : El ensayo fue realizado por el solicitante.

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 216667 Jefe de Laboratorio



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)





FORMATO DE ENSAYO EQUIVALENTE DE ARENA	
MTC E 114	
Obra: Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019	
Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervías y Gilmer Hipólito Infante Vasquez	
Material: Arena Zarandeada Para Asfalto	
Cantera: La Sorpresa (COISHCO)	Fecha: 30/09/2019

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		
1	Tamaño Máximo (mm)			
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	8:56	8:58	9:00
4	Hora de Salida	9:06	9:08	9:10
5	Hora de Entrada	9:08	9:10	9:12
6	Hora de Salida	9:28	9:30	9:32
7	Altura Máxima de Material Fino (Pulgadas)	3.80	4.00	4.00
8	Altura Máxima de la Arena (Pulgadas )	7.10	7.20	7.50
9	Equivalente de Arena (%)	53.5	55.6	53.3
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		54.2	

OBSERVACIONES : El ensayo fue realizado por el solicitante.

  
Ing. Víctor Herrera Lazaro  
CIP 216987 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS</b>	
MTC E 206 - ASTM C 127 - AASHTO T 85	
<b>Obra:</b> Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019	
<b>Solicitante:</b> Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez	
<b>Material:</b> Arena Zarandeada Para Asfalto	
<b>Cantera:</b> La Sorpresa (COISHCO)	<b>Fecha:</b> 30/09/2019

AGREGADO FINO					
IDENTIFICACIÓN					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en Aire)	300.0	300.0	300.0	
B	Peso Frasco + H2O	601.9	657.1	657.2	
C	Peso Frasco + H2O + A	901.9	957.1	957.2	
D	Peso Mat. + H2O en el Frasco	788.4	843.3	844.0	
E	Vol. Masa + Vol. Vacíos = C - D	113.5	113.8	113.2	
F	Peso del Mat. Seco en Estufa (105°)	293.2	292.1	293.0	Promedio
G	Vol. de Masa = E - (A-F)	106.7	105.9	106.2	
	Pe Bulk (Base seca) = F/E	2.583	2.567	2.588	2.579
	Pe Bulk (Base Saturada) = A/E	2.643	2.636	2.650	2.643
	Pe Aparente (Base seca) = F/G	2.748	2.758	2.759	2.755
	% Absorción = $((A-F) / F) \times 100$	2.32	2.70	2.39	2.47

OBSERVACIONES : El ensayo fue realizado por el solicitante.



**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.

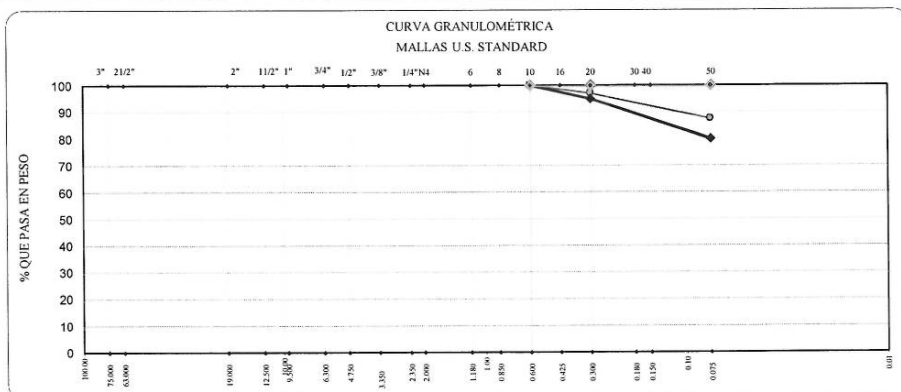


[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

### Figura N° 7: Análisis Granulométrico del Cal



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							MTC E - 204	
Obra: Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos Nuevo Chimbote 2019								
Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervías y Gilmer Hipolito Infante Vasquez								
Material: Cal						Fecha: 30/09/2019		
Muestra: N° 01								
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Datos de la Muestra	
3"	75.000						Peso Inicial Humedo (g.)	503.0
2 1/2"	63.000						Peso Inicial Seco.(g.)	500.4
2"	50.000							0.52
1 1/2"	37.500						OBSERVACIONES	
1"	25.000							
3/4"	19.000							
1/2"	12.500							
3/8"	9.500							
1/4"	6.300							
4	4.750							
6	3.350							
8	2.350							
10	2.000							
16	1.180							
20	0.850							
30	0.600	5.3	1.1	1.1	100.0	100		
40	0.425							
50	0.300	9.3	1.9	2.9	97.1	95 100		
80	0.180							
100	0.150	28.5	5.7	8.6	91.4			
200	0.075	19.8	4.0	12.6	87.4	80 100		
pasa		437.5	87.4	100.0				



OBSERVACIONES : El ensayo fue realizado por el solicitante.

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

*Ing. Victor Herrera Lazaro*  
CIP 216067 Jefe de Laboratorio

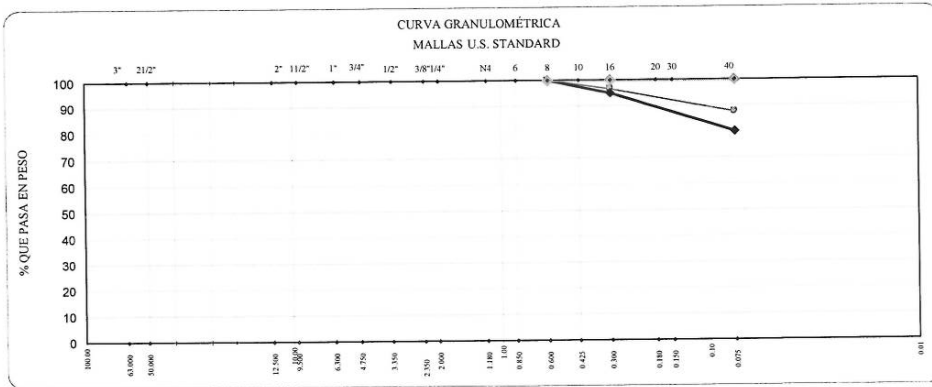


ucv.edu.pe

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>	
MTC E - 204	
Obra: Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos Nuevo Chimbote 2019	
Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez	
Material: Cal	Fecha: 30/09/2019

Muestra: N° 02

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Datos de la Muestra
3"	75.000						Peso Inicial Humedo (g) 504.0 Peso Inicial Seco.(g.) 501.5 0.50
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						<b>OBSERVACIONES</b>
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500						
1/4"	6.300						
4	4.750						
6	3.350						
8	2.350						
10	2.000						
16	1.180						
20	0.850						
30	0.600	4.6	0.9	0.9	100.0	100	
40	0.425						
50	0.300	12.4	2.5	3.4	96.6	95 100	
80	0.180						
100	0.150	24.2	4.8	8.2	91.8		
200	0.075	21.5	4.3	12.5	87.5	80 100	
pasa		438.8	87.5	100.0			



OBSERVACIONES : El ensayo fue realizado por el solicitante.

  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 215087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

**Figura N° 8: Ensayo Marshall de la Mezcla Asfáltica Convencional en 4.5%,  
5%, 5.5%, 6% y 6,5%**



ENSAYO MARSHALL																																
MTC E-504 ASTM D-1559																																
Obra: "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019"																																
Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipólito Infante Vasquez																																
Material: Mezcla Asfáltica																																
Cantera: La Sorpresa (COISHCO)																																
Fecha: 1/10/2019																																
<table border="1"> <tr><th colspan="2">PORCENTAJES DE DISEÑO</th></tr> <tr><td>Piedra Chancada</td><td>52.0%</td></tr> <tr><td>Arena Chancada</td><td>31.5%</td></tr> <tr><td>Arena Zarandeada</td><td>15.0%</td></tr> <tr><td>Filler</td><td>1.5%</td></tr> <tr><td>Σ Suma</td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>C.A. (PEN)</td><td>60-70</td></tr> </table>		PORCENTAJES DE DISEÑO		Piedra Chancada	52.0%	Arena Chancada	31.5%	Arena Zarandeada	15.0%	Filler	1.5%	Σ Suma	100.0%	C.A. (PEN)	60-70	<table border="1"> <tr><th>Lectura dial</th><th>Lectura calibración</th><th>Flujo (0,01 mm)</th></tr> <tr><td>230</td><td>939.01</td><td>152</td></tr> <tr><td>230</td><td>939.01</td><td>191</td></tr> <tr><td>240</td><td>978.03</td><td>165</td></tr> </table>			Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)	230	939.01	152	230	939.01	191	240	978.03	165		
PORCENTAJES DE DISEÑO																																
Piedra Chancada	52.0%																															
Arena Chancada	31.5%																															
Arena Zarandeada	15.0%																															
Filler	1.5%																															
Σ Suma	100.0%																															
C.A. (PEN)	60-70																															
Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)																														
230	939.01	152																														
230	939.01	191																														
240	978.03	165																														
Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio																										
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	4.50	4.50	4.50																												
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	49.66	49.66	49.66																												
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	30.08	30.08	30.08																												
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	14.33	14.33	14.33																												
5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00																												
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.43	1.43	1.43																												
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018																												
8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.779	2.779	2.779																												
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.723	2.723	2.723																												
10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.569	2.569	2.569																												
11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.																															
12 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.346	2.346	2.346																												
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.																															
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1226.9	1225.0	1224.4																												
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1230.3	1228.9	1228.1																												
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	724.0	724.1	721.7																												
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	506.3	504.8	506.4		505.8																										
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.423	2.427	2.418		2.423																										
19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.595	2.595	2.595																												
20 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.570	2.570	2.570																												
21 % de Vacios	%	6.6	6.5	6.8		6.6																										
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.769	2.769	2.769																												
23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	16.4	16.3	16.6		16.4																										
24 % vacios llenados con C.A.	%	59.6	60.2	58.8		59.6																										
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.800	2.800	2.800																												
26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.41	0.41	0.41																												
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.09	4.09	4.09																												
28 Flujo	cm.	0.15	0.19	0.17		0.17																										
29 Estabilidad sin corregir		939	939	978																												
30 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04																												
31 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	977	977	1017		990																										
32 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	6425	5113	6165		5847																										
Número de Golpes por Capa		50	50	50																												

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante.

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 215087 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

**PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS**

Obra: "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019"  
 Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez  
 Material: Mezcla Asfáltica  
 Cantera: La Sorpresa (COISHCO)

Fecha: 1/10/2019

Rice= 4.50

	Identificación muestra	Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1500.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	7971.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	9471.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	8893.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	578.0
	Peso Especifico Maximo MAC, g/cm <sup>3</sup>	gr./cm3	2.595

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
 CIP 211087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
 que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**ENSAYO MARSHALL**

MTC E-504 ASTM D-1559

Obra: "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019"

Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez

Material: Mezcla Asfáltica

Cantera: La Sorpresa (COISHCO)

Fecha: 1/10/2019

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	52.0%
Arena Chancada	31.5%
Arena Zarandeada	15.0%
Filler	1.5%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
268	1087.42	265
273	1106.97	277
275	1114.79	260

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.00	5.00	5.00		
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	49.40	49.40	49.40		
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	29.93	29.93	29.93		
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	14.25	14.25	14.25		
5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.43	1.43	1.43		
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.779	2.779	2.779		
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.723	2.723	2.723		
10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.569	2.569	2.569		
11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.346	2.346	2.346		
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.					
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1223.8	1222.4	1223.8		
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1224.7	1222.9	1225.1		
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	726.0	724.9	726.1		
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	498.7	498.0	499.0		498.6
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.454	2.455	2.453		2.454
19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.582	2.582	2.582		
20 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.549	2.549	2.549		
21 % de Vacios	%	4.9	4.9	5.0		5.0
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.769	2.769	2.769		
23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	15.8	15.8	15.8		15.8
24 % vacios llenados con C.A.	%	68.7	68.8	68.4		68.6
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.809	2.809	2.809		
26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.53	0.53	0.53		
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.47	4.47	4.47		
28 Flujo	cm.	0.27	0.28	0.26		0.27
29 Estabilidad sin corregir		1087	1107	1115		
30 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04		
31 Estabilidad corregida	kg	1131	1151	1159		1147
32 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	4268	4156	4459		4291
Número de Golpes por Capa		50	50	50		

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante.

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216037 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

**PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS**

**Obra:** "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019"  
**Solicitante:** Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez  
**Material:** Mezcla Asfáltica  
**Cantera:** La Sorpresa (COISHCO)

**Fecha:** 1/10/2019

Rice= 5.00

	Identificación muestra	Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1500.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	7971.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	9471.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	8890.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	581.0
	Peso Especifico Maximo MAC, g/cm <sup>3</sup>	gr./cm3	2.582

**OBSERVACIONES:** El ensayo fue realizado por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
 CIP 216887 - Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
 que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



**ENSAYO MARSHALL**

MTC E-504 ASTM D-1559

Obra: "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019"

Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez

Material: Mezcla Asfáltica

Cantera: La Sorpresa (COISHCO)

Fecha: 1/10/2019

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	52.0%
Arena Chancada	31.5%
Arena Zarandeada	15.0%
Filler	1.5%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
310	1251,85	350
285	1153,92	350
260	1056,14	340

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	5.50	5.50	5.50		
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	49.14	49.14	49.14		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	29.77	29.77	29.77		
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	14.18	14.18	14.18		
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	0.00	0.00	0.00		
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	1.42	1.42	1.42		
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc. 1 018	1.018	1.018		
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc. 2 779	2.779	2.779		
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc. 2 723	2.723	2.723		
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc. 2 569	2.569	2.569		
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.				
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc. 2 346	2.346	2.346		
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.				
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr. 1221.5	1226.4	1226.4		
15	Peso de la briqueta Saturada	gr. 1222.3	1226.4	1226.8		
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr. 726.2	729.1	728.6		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c. 496.1	497.3	498.2		497.2
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc. 2.462	2.464	2.462		2.463
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc. 2.568	2.568	2.568		
20	Peso Especifico Máximo (Teórico) $100/((1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12))$	gr/cc. 2.529	2.529	2.529		
21	% de Vacios $100*((19-18)/19)$	% 4.1	4.1	4.2		4.1
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12))$	gr/cc. 2.769	2.769	2.769		
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5+6)*18/22$	% 16.0	15.9	16.0		15.9
24	% vacios llenados con C.A. $100*((23-21)/23)$	% 74.1	74.4	74.0		74.2
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((100/19-1/7))$	gr/cc. 2.818	2.818	2.818		
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100*7)/((25-22)*(25*22))$	% 0.65	0.65	0.65		
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	% 4.85	4.85	4.85		
28	Flujo	cm. 0.35	0.35	0.34		0.35
29	Estabilidad sin corregir		1252	1154	1056	
30	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg. 1302	1200	1098		1200
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm. 3720	3429	3231		3462
	Número de Golpes por Capa	50	50	50		

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante.

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



 Ing. Victor Herrera Lazaro  
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio

[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

**PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS**

Obra: "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019"  
 Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez  
 Material: Mezcla Asfáltica  
 Cantera: La Sorpresa (COISHCO)

Fecha: 1/10/2019

Rice= 5.50

	Identificación muestra	Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1500.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	7971.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	9471.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	8887.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	584.0
	Peso Especifico Maximo MAC, g/cm <sup>3</sup>	gr./cm3	2.568

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
 que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

### ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

Obra: "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019"

Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez

Material: Mezcla Asfáltica

Cantera: La Sorpresa (COISHCO)

Fecha: 1/10/2019

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	52.0%
Arena Chancada	31.5%
Arena Zarandeada	15.0%
Filler	1.5%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
298	1204.82	380
270	1095.24	410
265	1075.69	398

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	48.88	48.88	48.88		
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	29.61	29.61	29.61		
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	14.10	14.10	14.10		
5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.41	1.41	1.41		
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.779	2.779	2.779		
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.723	2.723	2.723		
10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.569	2.569	2.569		
11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.346	2.346	2.346		
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.					
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1223.3	1223.1	1221.9		
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1223.5	1223.5	1222.2		
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	726.0	725.5	724.0		
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	497.5	498.0	498.2		497.9
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.459	2.456	2.453		2.456
19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.530	2.530	2.530		
20 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.510	2.510	2.510		
21 % de Vacios $100 \cdot ((19-18)/19)$	%	2.8	2.9	3.0		2.9
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.769	2.769	2.769		
23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100 \cdot (2+3+4+5+6) \cdot 18/22$	%	16.5	16.6	16.7		16.6
24 % vacios llenados con C.A. $100 \cdot ((23-21)/23)$	%	83.1	82.5	81.8		82.5
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((100/19 - 1/7))$	gr/cc.	2.794	2.794	2.794		
26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100 \cdot 7) \cdot ((25-22)/(25 \cdot 22))$	%	0.34	0.34	0.34		
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	5.66	5.66	5.66		
28 Flujo	cm.	0.38	0.41	0.40		0.40
29 Estabilidad sin corregir		1205	1095	1076		
30 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04		
31 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1253	1139	1119		1170
32 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3297	2778	2811		2955
Número de Golpes por Capa		50	50	50		

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante.

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216687 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

**PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS**

**Obra:** "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019  
**Solicitante:** Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez  
**Material:** Mezcla Asfáltica  
**Cantera:** La Sorpresa (COISHCO) **Fecha:** 1/10/2019

Rice= 6.00

	Identificación muestra	Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1500.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	7971.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	9471.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	8878.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	593.0
	Peso Especifico Maximo MAC, g/cm <sup>3</sup>	gr./cm3	2.530

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante.



*Ing. Víctor Herrera Lazaro*  
 CIP 215067 Jefe de Laboratorio



### ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

Obra: "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019"

Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervias y Gimer Hipolito Infante Vasquez

Material: Mezcla Asfáltica

Cantera: La Sorpresa (COISHCO)

Fecha: 1/10/2019

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	52.0%
Arena Chancada	31.5%
Arena Zarandeada	15.0%
Filler	1.5%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
265	1075.69	405
281	1138.27	406
217	886.32	427

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.50	6.50	6.50		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	48.62	48.62	48.62		
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	29.45	29.45	29.45		
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	14.03	14.03	14.03		
5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.40	1.40	1.40		
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.779	2.779	2.779		
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.723	2.723	2.723		
10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.569	2.569	2.569		
11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.346	2.346	2.346		
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.					
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1219.3	1223.4	1218.5		
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1219.4	1224.3	1218.6		
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	722.0	724.0	721.0		
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	497.4	500.3	497.6		498.4
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.451	2.445	2.449		2.448
19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.496	2.496	2.496		
20 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.490	2.490	2.490		
21 % de Vacios	%	1.8	2.0	1.9		1.9
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.769	2.769	2.769		
23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	17.2	17.4	17.3		17.3
24 % vacios llenados con C.A.	%	89.6	88.4	89.1		89.0
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.776	2.776	2.776		
26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.10	0.10	0.10		
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	6.40	6.40	6.40		
28 Flujo	cm.	0.41	0.41	0.43		0.41
29 Estabilidad sin corregir		1076	1138	888		
30 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04		
31 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1119	1184	924		1075
32 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	2755	2916	2164		2604
Número de Golpes por Capa		50	50	50		

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante.

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS**

**Obra:** "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019"

**Solicitante:** Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez

**Material:** Mezcla Asfáltica

**Cantera:** La Sorpresa (COISHCO)

**Fecha:** 1/10/2019

Rice= 6.50

	Identificación muestra	Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1500.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	7971.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	9471.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	8870.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	601.0
	Peso Especifico Maximo MAC, g/cm <sup>3</sup>	gr./cm3	2.496

**OBSERVACIONES:** El ensayo fue realizado por el solicitante.



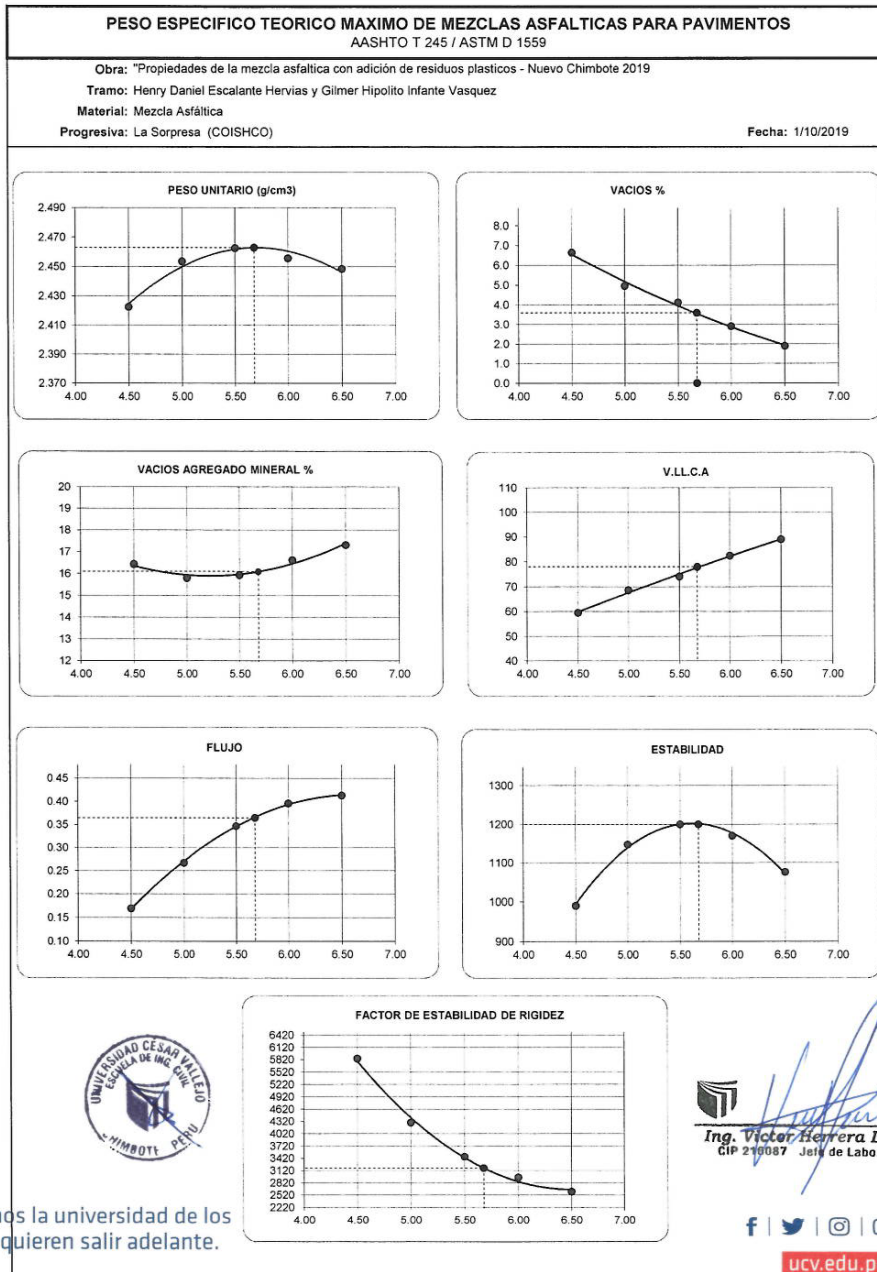
*Ing. Victor Herrera Lazaro*  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe



### ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

Obra: "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019"

Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipólito Infante Vasquez

Material: Mezcla Asfáltica

Cantera: La Sorpresa (COISHCO)

Fecha: 1/10/2019

Plástico usado: 3.0%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	52.0%
Arena Chancada	31.5%
Arena Zarandeada	15.0%
Filler	1.5%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
295	1193.07	345
265	1153.92	352
293	1185.24	338

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.68	5.68	5.68		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	49.05	49.05	49.05		
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	29.71	29.71	29.71		
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	14.15	14.15	14.15		
5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.41	1.41	1.41		
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.779	2.779	2.779		
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.723	2.723	2.723		
10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.569	2.569	2.569		
11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.346	2.346	2.346		
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.					
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1230.2	1232.1	1231.8		
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1231.8	1233.4	1232.7		
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	733.8	733.4	734.1		
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	498.0	500.0	498.6		498.9
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.470	2.464	2.471		2.468
19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.573	2.573	2.573		
20 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100 / (1/7 + 2/8 + 3/9 + 4/10 + 5/11 + 6/12)$	gr/cc.	2.522	2.522	2.522		
21 % de Vacios $100 * ((19-18)/19)$	%	4.0	4.2	4.0		4.1
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6) / ((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.769	2.769	2.769		
23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100 - (2+3+4+5+6) * 18/22$	%	15.8	16.1	15.8		15.9
24 % vacios llenados con C.A. $100 * ((23-21)/23)$	%	74.8	73.7	74.9		74.5
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6) / ((100/19 - 1/7))$	gr/cc.	2.834	2.834	2.834		
26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100 * 7) * ((25-22) / (25 * 22))$	%	0.84	0.84	0.84		
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.84	4.84	4.84		
28 Flujo	cm.	0.35	0.35	0.34		0.35
29 Estabilidad sin corregir		1193	1154	1185		
30 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04		
31 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1241	1200	1233		1225
32 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3597	3409	3647		3549
Número de Golpes por Capa		50	50	50		

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



  
**Ing. Víctor Herrera Lázaro**  
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe



**PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS**  
AASHTO T 245 / ASTM D 1559

**Obra:** "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019"

**Solicitante:** Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez

**Material:** Mezcla Asfáltica

**Cantera:** La Sorpresa (COISHCO)

**Fecha:** 1/10/2019

**Plástico usado:** 3.0%

Rice= 5.68

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1500.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	7971.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	9471.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	8888.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	583.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm <sup>3</sup>		gr./cm <sup>3</sup>	2.573

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante



**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



## Figura N° 9: Ensayo Marshall de la Mezcla Asfáltica Modificado con Polietileno en 3%, 4% y 5%



ENSAYO MARSHALL																															
MTC E-504 ASTM D-1559																															
Obra: "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019"																															
Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervías y Gilmer Hipólito Infante Vasquez																															
Material: Mezcla Asfáltica																															
Cantera: La Sorpresa (COISHCO)				Fecha: 1/10/2019																											
Plástico usado: 3.0%																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">PORCENTAJES DE DISEÑO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Piedra Chancada</td> <td style="text-align: right;">52.0%</td> </tr> <tr> <td>Arena Chancada</td> <td style="text-align: right;">31.5%</td> </tr> <tr> <td>Arena Zarandeada</td> <td style="text-align: right;">15.0%</td> </tr> <tr> <td>Filler</td> <td style="text-align: right;">1.5%</td> </tr> <tr> <td>Σ Suma</td> <td style="text-align: right;">100.0%</td> </tr> <tr> <td>C.A. (PEN)</td> <td style="text-align: right;">60-70</td> </tr> </tbody> </table>		PORCENTAJES DE DISEÑO		Piedra Chancada	52.0%	Arena Chancada	31.5%	Arena Zarandeada	15.0%	Filler	1.5%	Σ Suma	100.0%	C.A. (PEN)	60-70	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Lectura dial</th> <th>Lectura calibración</th> <th>Flujo (0,01 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">295</td> <td style="text-align: center;">1193.07</td> <td style="text-align: center;">345</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">285</td> <td style="text-align: center;">1153.92</td> <td style="text-align: center;">352</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">293</td> <td style="text-align: center;">1185.24</td> <td style="text-align: center;">338</td> </tr> </tbody> </table>				Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)	295	1193.07	345	285	1153.92	352	293	1185.24	338
PORCENTAJES DE DISEÑO																															
Piedra Chancada	52.0%																														
Arena Chancada	31.5%																														
Arena Zarandeada	15.0%																														
Filler	1.5%																														
Σ Suma	100.0%																														
C.A. (PEN)	60-70																														
Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)																													
295	1193.07	345																													
285	1153.92	352																													
293	1185.24	338																													
Número de Probetas		N°	1	2	3	4	Promedio																								
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	5.68	5.68	5.68																										
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	49.05	49.05	49.05																										
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	29.71	29.71	29.71																										
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	14.15	14.15	14.15																										
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00																										
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.41	1.41	1.41																										
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018																										
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.779	2.779	2.779																										
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.723	2.723	2.723																										
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.569	2.569	2.569																										
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.																													
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.	2.346	2.346	2.346																										
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.																													
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1230.2	1232.1	1231.8																										
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1231.8	1233.4	1232.7																										
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	733.8	733.4	734.1																										
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	498.0	500.0	498.6	498.9																									
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.470	2.464	2.471	2.468																									
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.573	2.573	2.573																										
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.522	2.522	2.522																										
21	% de Vacios	%	4.0	4.2	4.0	4.1																									
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.769	2.769	2.769																										
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	15.8	16.1	15.8	15.9																									
24	% vacios llenados con C.A.	%	74.8	73.7	74.9	74.5																									
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.834	2.834	2.834																										
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.84	0.84	0.84																										
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.84	4.84	4.84																										
28	Flujo	cm.	0.35	0.35	0.34	0.35																									
29	Estabilidad sin corregir		1193	1154	1185																										
30	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04																										
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1241	1200	1233	1225																									
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3597	3409	3647	3549																									
	Número de Golpes por Capa		50	50	50																										

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Víctor Herrera Lazaro  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

**PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS**  
AASHTO T 245 / ASTM D 1559

**Obra:** "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019"

**Solicitante:** Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez

**Material:** Mezcla Asfáltica

**Cantera:** La Sorpresa (COISHCO)

**Fecha:** 1/10/2019

**Plástico usado:** 3.0%

**Rice=** 5.68

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1500.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	7971.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	9471.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	8888.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	583.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm <sup>3</sup>		gr./cm3	2.573

**OBSERVACIONES:** El ensayo fue realizado por el solicitante



**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

Obra: "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019"

Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez

Material: Mezcla Asfáltica

Cantera: La Sorpresa (COISHCO)

Plástico Usado: 4.0%

Fecha: 1/10/2019

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	52.0%
Arena Chancada	31.5%
Arena Zarandeada	15.0%
Filler	1.5%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
315	1271.45	339
302	1220.50	349
319	1287.14	333

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	5.68	5.68	5.68		
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	49.05	49.05	49.05		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	29.71	29.71	29.71		
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	14.15	14.15	14.15		
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	0.00	0.00	0.00		
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	1.41	1.41	1.41		
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc. 1.018	1.018	1.018		
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc. 2.779	2.779	2.779		
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc. 2.723	2.723	2.723		
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc. 2.569	2.569	2.569		
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.				
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc. 2.346	2.346	2.346		
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.				
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr. 1235.5	1235.8	1234.5		
15	Peso de la briqueta Saturada	gr. 1235.9	1236.4	1235.4		
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr. 735.2	735.9	736.1		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c. 500.7	500.5	499.3		500.2
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc. 2.468	2.469	2.472		2.470
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc. 2.560	2.560	2.560		
20	Peso Especifico Máximo (Teórico) $100((1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12))$	gr/cc. 2.522	2.522	2.522		
21	% de Vacios $100*((19-18)/19)$	% 3.6	3.5	3.4		3.5
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12))$	gr/cc. 2.769	2.769	2.769		
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5+6)*18/22$	% 15.9	15.9	15.8		15.9
24	% vacios llenados con C.A. $100*((23-21)/23)$	% 77.4	77.7	78.4		77.8
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((100/19-1/7))$	gr/cc. 2.817	2.817	2.817		
26	C.A. Absorvido por el Peso del Agregado Total $(100*7)/((25-22)/(25*22))$	% 0.63	0.63	0.63		
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	% 5.05	5.05	5.05		
28	Flujo	cm. 0.34	0.35	0.33		0.34
29	Estabilidad sin corregir		1271	1220	1287	
30	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg. 1322	1269	1339		1310
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm. 3901	3637	4020		3849
	Número de Golpes por Capa		50	50	50	

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 215087 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

**PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS**

AASHTO T 245 / ASTM D 1559

**Obra:** "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019"

**Solicitante:** Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez

**Material:** Mezcla Asfáltica

**Cantera:** La Sorpresa (COISHCO)

**Fecha:** 1/10/2019

**Plástico Usado:** 4.0%

Rice= 5.68

	Identificación muestra	Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1500.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	7971.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	9471.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	8885.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	586.0
	Peso Especifico Maximo MAC, g/cm <sup>3</sup>	gr./cm3	2.560

**OBSERVACIONES:** El ensayo fue realizado por el solicitante



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 276087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

Obra: "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019

Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipolito Infante Vasquez

Material: Mezcla Asfáltica

Cantera: La Sorpresa (COISHCO)

Fecha: 1/10/2019

Plastico Usado: 5.0%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	52.0%
Arena Chancada	31.5%
Arena Zarandeada	15.0%
Filler	1.5%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
335	1349.92	325
345	1389.19	335
336	1353.85	330

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	5.68	5.68	5.68		
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	49.05	49.05	49.05		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	29.71	29.71	29.71		
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	14.15	14.15	14.15		
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	0.00	0.00	0.00		
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	1.41	1.41	1.41		
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc. 1.018	1.018	1.018		
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc. 2.779	2.779	2.779		
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc. 2.723	2.723	2.723		
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc. 2.569	2.569	2.569		
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.				
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc. 2.346	2.346	2.346		
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.				
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr. 1236.9	1237.6	1238.2		
15	Peso de la briqueta Saturada	gr. 1237.5	1238.2	1239.2		
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr. 728.9	732.1	731.5		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c. 508.6	506.1	507.7		507.5
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc. 2.432	2.445	2.439		2.439
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc. 2.582	2.582	2.582		
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc. 2.522	2.522	2.522		
21	% de Vacios	% 5.8	5.3	5.5		5.5
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc. 2.769	2.769	2.769		
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	% 17.1	16.7	16.9		16.9
24	% vacios llenados con C.A.	% 66.2	68.4	67.3		67.3
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc. 2.845	2.845	2.845		
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	% 0.99	0.99	0.99		
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	% 4.69	4.69	4.69		
28	Flujo	cm. 0.33	0.34	0.33		0.33
29	Estabilidad sin corregir		1350	1389	1354	
30	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg. 1404	1445	1408		1419
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm. 4320	4313	4267		4300
	Número de Golpes por Capa		50	50	50	

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 217087 JEFE de Laboratorio

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

**PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS**

AASHTO T 245 / ASTM D 1559

Obra: "Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote 2019"

Solicitante: Henry Daniel Escalante Hervias y Gilmer Hipólito Infante Vasquez

Material: Mezcla Asfáltica

Cantera: La Sorpresa (COISHCO)

Fecha: 1/10/2019

Plástico Usado: 5.0%

Rice= 5.68

	Identificación muestra	Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1500.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	7971.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	9471.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	8890.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	581.0
	Peso Especifico Maximo MAC, g/cm <sup>3</sup>	gr./cm3	2.582

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante



Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

## Figura N° 10: Calibración de los Instrumentos



Punto de Precisión SAC

### PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

#### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 150 - 2019

Página : 1 de 2

Expediente : 007-2019  
Fecha de emisión : 2019-04-26

1. Solicitante : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.

Dirección : AV. LARCO NRO. 1770 URB. SAN ANDRES STA ETAPA LA LIBERTAD - VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO

2. Descripción del Equipo : PRENSA MARSHALL

Marca de Prensa : FORNEY  
Modelo de Prensa : LA-3626-01-220  
Serie de Prensa : FORNEY

Marca de Celda : KELI  
Modelo de Celda : DEF-A  
Serie de Celda : AF44834  
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : HIWEIGH  
Modelo de Indicador : 315-X8  
Serie de Indicador : 985268715

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C. - NUEVO CHIMBOTE - ANCASH  
23 - ABRIL - 2019

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó por comparación con celda patrón

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29,5	29,5
Humedad %	53	51

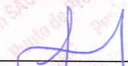
7. Resultados de la Medición

Los errores de la Prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 150 - 2019

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	500,40	502,35	-0,08	-0,47	501,38	-0,27	-0,39
1000	1000,50	1000,45	-0,05	-0,05	1000,48	-0,05	0,00
1500	1500,05	1495,70	0,00	0,29	1497,88	0,14	0,29
2000	1998,20	1994,25	0,09	0,29	1996,23	0,19	0,20
2500	2493,45	2494,65	0,26	0,21	2494,05	0,24	-0,05
3000	2990,60	2990,90	0,31	0,30	2990,75	0,31	-0,01
3500	3487,65	3489,50	0,35	0,30	3488,58	0,33	-0,05
4000	3984,65	3988,60	0,38	0,29	3986,63	0,34	-0,10

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- 1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- 2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- 3.- Coeficiente Correlación:  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,0045x - 4,4936$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

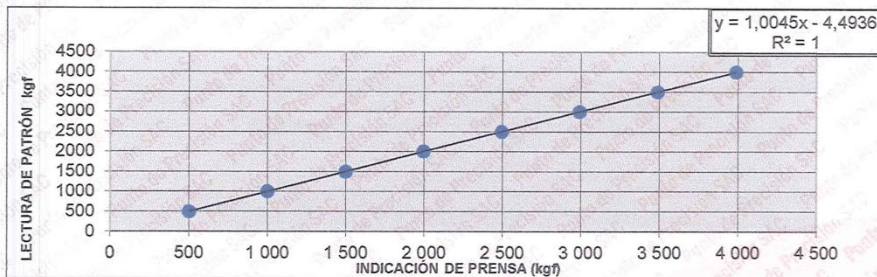


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº LB - 267 - 2019

Página: 1 de 3

Expediente : 007-2019  
Fecha de Emisión : 2019-04-25

**1. Solicitante** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.

**Dirección** : AV. LARCO NRO. 1770 URB. SAN ANDRES 5TA ETAPA - TRUJILLO - VICTOR LARCO HERRERA - LA LIBERTAD

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : KERN

**Modelo** : FKB 36K0.1

**Número de Serie** : W1409126

**Alcance de Indicación** : 36000 g

**División de Escala de Verificación (e)** : 1 g

**División de Escala Real (d)** : 0,1 g

**Procedencia** : ALEMANIA

**Identificación** : NO INDICA

**Tipo** : ELECTRÓNICA

**Ubicación** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

**Fecha de Calibración** : 2019-04-23

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  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

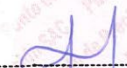
**3. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del INACAL-DM.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES de UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.  
NUEVO CHIMBOTE - ANCASH



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP Nº 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 267 - 2019

Página: 2 de 3

## 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,9 °C	27,2 °C
Humedad Relativa	57 %	57 %

## 6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1, F2 y M1)	M-0660-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-093-2018
		LM-094-2018 / M-1503-2018

## 7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## 8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 18 000,1 g	Temp. (°C)		Carga L2= 36 000,1 g	ΔL(g)	E(g)
		Inicial	Final			
	I(g)	ΔL(g)	E(g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)
1	18 000,0	0,06	-0,11	36 000,2	0,07	0,08
2	18 000,0	0,07	-0,12	36 000,3	0,08	0,17
3	18 000,0	0,08	-0,13	36 000,4	0,09	0,26
4	17 999,9	0,07	-0,22	36 000,2	0,06	0,09
5	18 000,0	0,08	-0,13	36 000,3	0,07	0,18
6	18 000,2	0,06	0,09	36 000,4	0,08	0,27
7	18 000,1	0,09	-0,04	36 000,1	0,04	0,01
8	17 999,9	0,03	-0,18	36 000,2	0,05	0,10
9	18 000,2	0,06	0,09	36 000,1	0,07	-0,02
10	18 000,3	0,07	0,18	36 000,3	0,06	0,19
Diferencia Máxima				0,40		
Error máximo permitido ±				2 g		
				± 3 g		



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

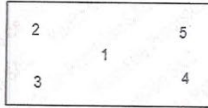


Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 267 - 2019  
Página: 3 de 3



Vista Frontal

### ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Posición de la Carga	Carga mínima (g)	Determinación de E <sub>s</sub>			Determinación del Error corregido				
		l(g)	ΔL(g)	E <sub>o</sub> (g)	Carga (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)
		Temp. (°C)			Inicial		Final		
		Temp. (°C)			27,0		27,1		
1	2,0	2,0	0,03	0,02	12 000,0	11 999,6	0,04	-0,39	-0,41
2		2,0	0,04	0,01		12 000,2	0,08	0,17	0,16
3		2,0	0,03	0,02		12 000,4	0,07	0,38	0,36
4		2,0	0,07	-0,02		11 999,6	0,03	-0,38	-0,36
5		2,0	0,04	0,01		11 999,3	0,05	-0,70	-0,71
Error máximo permitido : ± 2 g									

(\*) valor entre 0 y 10 e

### ENSAYO DE PESAJE

Carga l(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	
2,0	2,0	0,07	-0,02						1
5,0	5,0	0,08	-0,03	-0,01	5,0	0,09	-0,04	-0,02	1
1 000,0	1 000,0	0,07	-0,02	0,00	1 000,0	0,08	-0,03	-0,01	1
2 000,0	2 000,0	0,08	-0,03	-0,01	2 000,0	0,07	-0,02	0,00	1
5 000,0	5 000,0	0,09	-0,04	-0,02	5 000,1	0,05	0,10	0,12	1
10 000,0	10 000,1	0,06	0,09	0,11	10 000,1	0,07	0,08	0,10	2
15 000,1	15 000,1	0,05	0,00	0,02	15 000,2	0,08	0,07	0,09	2
20 000,0	20 000,2	0,07	0,18	0,20	20 000,1	0,04	0,11	0,13	2
25 000,0	25 000,1	0,04	0,11	0,13	25 000,2	0,07	0,18	0,20	3
30 000,0	30 000,2	0,07	0,18	0,20	30 000,3	0,08	0,27	0,29	3
36 000,1	36 000,3	0,08	0,17	0,19	36 000,3	0,08	0,17	0,19	3

(\*\*) error máximo permitido

### Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,00000618 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,0209 \text{ g}^2 + 0,00000000985 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>c</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Req. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

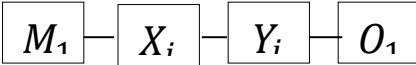

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

# **Anexo 4: Matriz de Consistencia**

**Tabla N° 31: Matriz de Consistencia**

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿De qué manera influye la adición de residuos plásticos en las propiedades de la mezcla asfáltica?	<p align="center"><b>Objetivo general</b></p> <p>Definir las propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos, Nuevo Chimbote 2019</p>	<p align="center"><b>Residuos Plásticos PET (Polietileno)</b></p> <p>Se analizará su caracterización para luego incorporar la mezcla asfáltica con residuos plásticos Polietileno.</p>	Propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a tensión.</li> <li>- Resistencia a compresión</li> </ul>
	<p align="center"><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir la caracterización del polietileno.</li> <li>- Realizar el diseño de la mezcla asfáltico convencional, por el método Marshall.</li> <li>- Realizar el diseño de la mezcla asfáltico modificado, en un 3%, 4% y 5% polietileno (residuos plásticos), por método Marshall.</li> <li>- Comparar las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica convencional y las mezclas modificadas en 3%, 4% y 5% de polietileno (residuos plásticos)</li> <li>- Evaluar los beneficios utilizando la nueva mezcla asfáltico modificado con polietileno (residuos plásticos) comparando con una mezcla convencional.</li> </ul>	<p align="center"><b>Propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica</b></p> <p>Incorporaremos porcentajes de 3%,4%,5%, al concreto asfáltico, determinando el comportamiento y la durabilidad y deformación del asfalto.</p>	Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabilidad</li> <li>- Flujo</li> <li>- Rigidez</li> <li>- Vacíos</li> </ul>

*Fuente: Elaboración Propia*

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	MUESTRA	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN																																																														
<p>El tipo de investigación se considera aplicada y el diseño de investigación es experimental, dentro de ello se encuentra en el Cuasi experimental. El esquema del estudio Cuasi experimental es el siguiente:</p> <p>Grupo control</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Grupo experimental</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Siendo:</p> <p><math>M_1</math> : Mezcla asfáltica convencional  <math>M_2</math> : Mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos  <math>O_1, O_2</math> : Resultado comparativo  <math>X_i</math>: (V.D.) Propiedades de la mezcla asfáltica  <math>Y_i</math> : (V.I.) Residuos plásticos (Polietileno)</p>	<p>La población de esta investigación está conformada por el número de briquetas (especímenes) (24) entre mezcla asfáltica convencional y con adición de residuos plásticos (polietileno) las cuales posteriormente serán comparadas mediante el método de diseño Marshall, teniendo las siguientes 15 briquetas de mezcla asfáltica convencional y 9 con agregados parciales de plástico reciclado en distintos porcentajes.</p> <table border="1" data-bbox="728 774 1265 1204"> <thead> <tr> <th colspan="4">Reemplazo de plástico polietileno reciclado con componentes asfálticos</th> </tr> <tr> <th rowspan="2"># Muestra</th> <th rowspan="2">% Mezcla asfáltica</th> <th colspan="2">El plástico sustituyente una parte del árido</th> </tr> <tr> <th>Agregado grueso</th> <th>Agregado fino</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>4.5</td> <td colspan="2">Muestra patrón</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5</td> <td colspan="2">Muestra patrón</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5.5</td> <td colspan="2">Muestra patrón</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5.68</td> <td colspan="2">Muestra patrón</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>6</td> <td colspan="2">Muestra patrón</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>6.5</td> <td colspan="2">Muestra patrón</td> </tr> <tr> <th colspan="4">Porcentaje de plástico reciclado polietileno 3%</th> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5.68</td> <td>Variación</td> <td>Constante</td> </tr> <tr> <th colspan="4">Porcentaje de plástico reciclado polietileno 4%</th> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5.68</td> <td>Variación</td> <td>Constante</td> </tr> <tr> <th colspan="4">Porcentaje de plástico reciclado polietileno 5%</th> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5.56</td> <td>Variación</td> <td>Constante</td> </tr> <tr> <td>Total =</td> <td></td> <td colspan="2">24</td> </tr> </tbody> </table>	Reemplazo de plástico polietileno reciclado con componentes asfálticos				# Muestra	% Mezcla asfáltica	El plástico sustituyente una parte del árido		Agregado grueso	Agregado fino	3	4.5	Muestra patrón		3	5	Muestra patrón		3	5.5	Muestra patrón			5.68	Muestra patrón		3	6	Muestra patrón		3	6.5	Muestra patrón		Porcentaje de plástico reciclado polietileno 3%				3	5.68	Variación	Constante	Porcentaje de plástico reciclado polietileno 4%				3	5.68	Variación	Constante	Porcentaje de plástico reciclado polietileno 5%				3	5.56	Variación	Constante	Total =		24		<p>La muestra lo conforman la misma cantidad de briquetas (24) porque se trabajará con un patrón de mezcla asfáltica convencional y una experimental con adición de residuos plásticos determinando las muestras mediante un ensayo de laboratorio.</p>	<p>Los instrumentos utilizados son los protocolos en laboratorio de la UCV y Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prueba de Compresión (ASTM D-1621).</li> <li>- Prueba de Tensión (ASTM D-638).</li> <li>- Partículas chatas alargadas (ASTM 4791).</li> <li>- Caras fracturadas (MTC E 210).</li> <li>- Análisis granulométrico por tamizado. (MTC E503).</li> <li>- Equivalente de arena (MTC E114).</li> <li>- Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (MTC E 206).</li> <li>- Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (ASTM C128).</li> <li>- Peso Unitario Suelto y Compactado (MTC E203).</li> <li>- Resistencia de Mezclas Bituminosas - Aparato MARSHALL (MTC E504).</li> </ul>
Reemplazo de plástico polietileno reciclado con componentes asfálticos																																																																	
# Muestra	% Mezcla asfáltica	El plástico sustituyente una parte del árido																																																															
		Agregado grueso	Agregado fino																																																														
3	4.5	Muestra patrón																																																															
3	5	Muestra patrón																																																															
3	5.5	Muestra patrón																																																															
	5.68	Muestra patrón																																																															
3	6	Muestra patrón																																																															
3	6.5	Muestra patrón																																																															
Porcentaje de plástico reciclado polietileno 3%																																																																	
3	5.68	Variación	Constante																																																														
Porcentaje de plástico reciclado polietileno 4%																																																																	
3	5.68	Variación	Constante																																																														
Porcentaje de plástico reciclado polietileno 5%																																																																	
3	5.56	Variación	Constante																																																														
Total =		24																																																															

*Fuente: Elaboración Propia*

# **Anexo 5: Panel Fotográfico**



**A. Proveedores de materiales**



Foto N° 01: Cantera "La Sorpresa" donde se adquirió los materiales gruesos (piedra chancada) ubicada cerca al túnel de Coishco.



Foto N° 02: Cantera "La Sorpresa" donde se adquirió los materiales finos (arena gruesa) ubicada cerca al túnel de Coishco.

## B. Triturado de polietileno



Foto N° 03: Plástico reciclado Polietileno



Foto N° 04: Polietileno pasado por el tamiz estándar N°4

### C. Ensayo de Tensión y Compresión

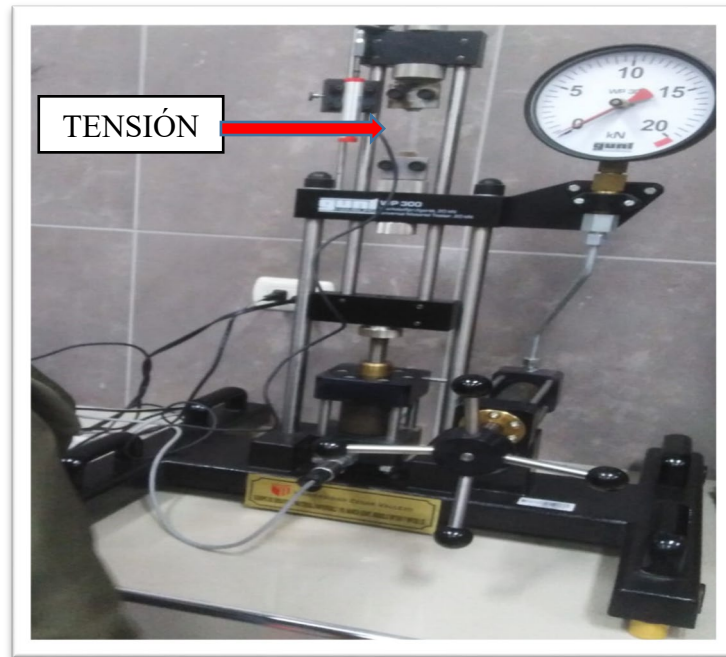


Foto N° 05: Equipo de ensayos de Tensión Universal 2 kn, marca Gunt, modelo wp300y wp30020

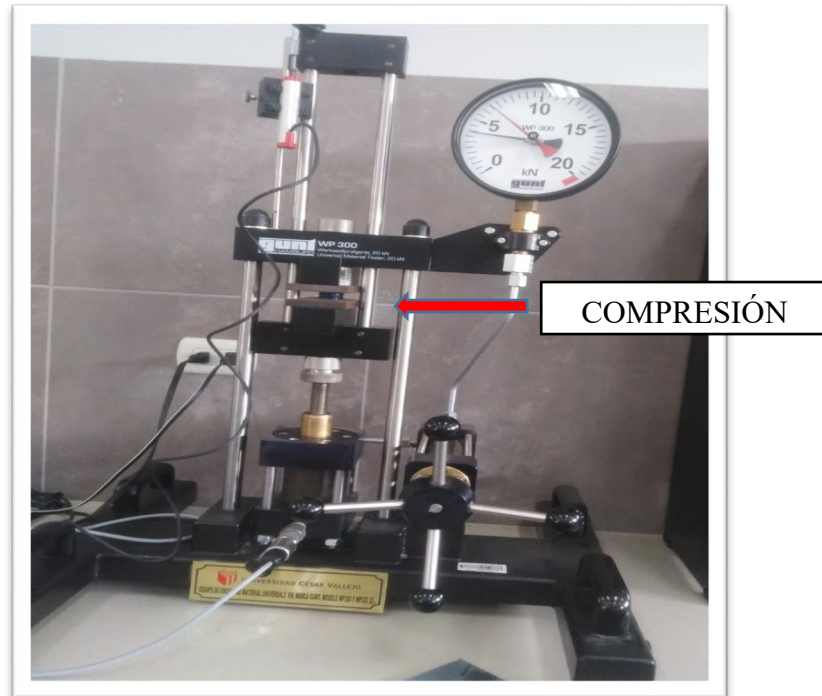


Foto N° 06: Equipo de ensayos de Compresión “Universal 2 kn, marca Gunt, modelo wp300y wp30020”

#### D. Ensayo de resistencia a la Tensión



Foto N° 07: Molde del polietileno residuos plástico y ensayo de tensión en el Equipo Universal.

#### E. Ensayo de resistencia a la Compresión



Foto N° 08: Molde del polietileno residuos plástico y ensayo de compresión en el Equipo Universal.

## F. Ensayos de los Agregados

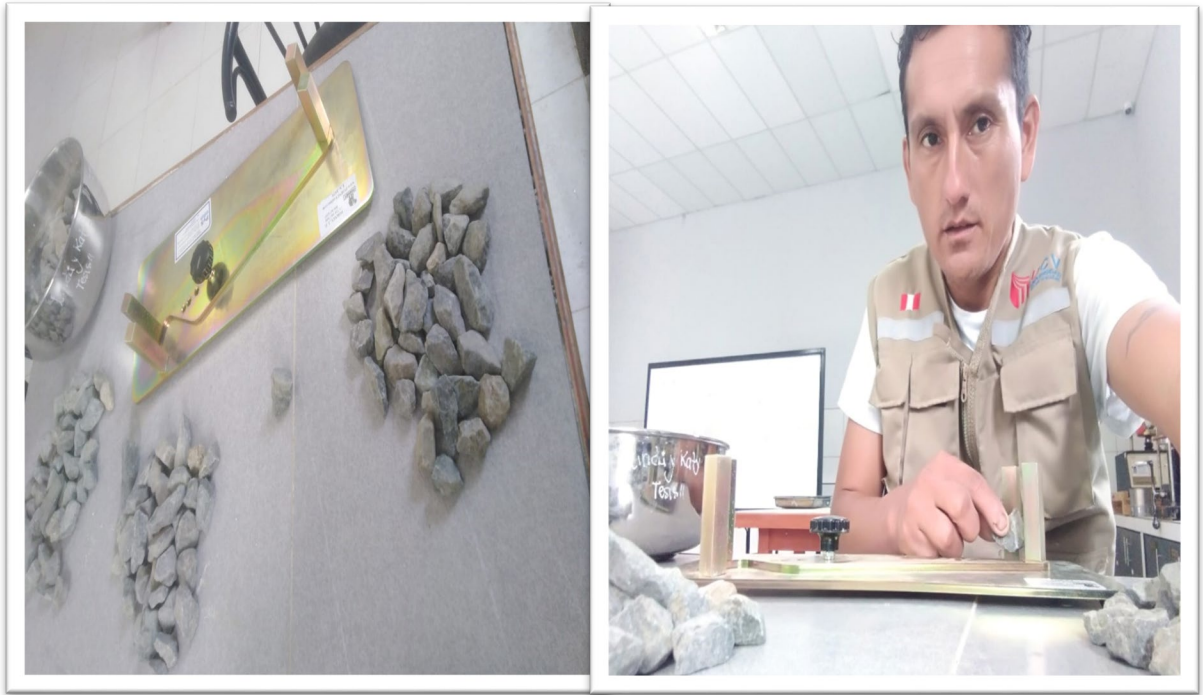


Foto N° 09: Partículas de Chatas Alargadas

## G. Ensayo Marshall



Foto N° 10: Peso específico de los materiales y colocación al horno (90°-120°)



Foto N° 11: Asfalto en caliente 120° -150°



Foto N° 12: Compactación del espécimen 50 golpes



Foto N° 13: Briqueta sumergido del espécimen



Foto N° 14: Ensayo Marshall de la elaboración de briquetas



Foto N° 15: Ensayo Marshall de la muestra para los ensayos



Foto N° 16: Ensayo Marshall de la muestra patrón 5.68%





Foto N° 17: Ensayo Marshall de la muestra modificada con polímero 4%



Foto N° 18: Briqueta después del ensayo Marshall