



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Diseño de mezcla asfáltica en caliente incorporando Pet en la calle las
Amapolas de la Asoc. Nueva Primavera, Santa Clara-2019”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Wilfredo Cueva Atalaya (ORCID: 0000-0003-3550-1801)

Luis Ángel Quispe Rojas (ORCID: 0000-0002-8405-3593)

ASESORES:

Dr. María Ysabel García Álvarez (ORCID: 0000-0001-8529-878X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Principalmente se lo dedico a mi padre y madre por su apoyo constante en la adversidad y motivarme a no rendirme, de igual manera a mis hermanos ya que siempre conté con su apoyo.

AGRADECIMIENTO

Agradecer en principio a Dios al concederme sabiduría, salud y nunca abandonarme en esta meta que me propuse hace 5 años.

A cada uno de mis amigos cercanos y familiares por apoyarme incondicionalmente en esta carrera profesional que decidí estudiar.

A todos los profesores que me impartieron su conocimiento por brindarme la información necesaria para desarrollarme y formarme profesionalmente.

PRESENTACION

Señores miembros del jurado:

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Diseño de mezcla asfáltica en caliente usando Pet en la asociación Nueva Primavera, Santa Clara-2019” cuyo objetivo es determinar si el uso del PET influye en el diseño de la mezcla asfáltica en el pavimento de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara-2019, de manera que me doblego a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. La investigación presentada se desarrolló en seis capítulos; en el primer capítulo se establece los diferentes marcos teóricos .

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO	32
2.1 Diseño de investigación.....	33
2.1.1 Método de investigación.....	33
2.1.2 Tipo de investigación.....	33
2.1.3 Nivel de investigación.....	33
2.1.4 Diseño de investigación.....	34
2.2 Variables, Operacionalización.....	34
2.2.1 Variables.....	34
2.2.2 Operacionalización.....	34
2.2.3. Matriz de Operacionalización de las variables.....	36
2.3 Población y muestra.....	37
2.3.1 Población.....	37
Según Sampieri (2014) se define como la agrupación o con	
2.3.2. Muestra.....	37
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	37
2.4.1 Técnicas.....	37
2.4.2 Instrumento.....	38

III. RESULTADOS	39
IV. DISCUSIÓN.	69
V. CONCLUSIONES	70
VI. RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS	72
Anexos	75

Índice de Figuras

Figura 1 Deformaciones permanentes en mezclas asfálticas	12
Figura 2 Deformaciones permanentes en mezclas asfálticas	13
Figura 3 Deformaciones permanentes en mezclas asfálticas	14
Figura 4 Agregado Grueso	26
Figura 5 Agregado Fino.....	26
Figura 6 Ensayo Marshall.....	27
Figura 7 Matriz Operacionalización	35
Figura 8 Matriz Operacionalización de las variables.....	36
Figura 9 Análisis Granulométrico.....	41
Figura 10 Análisis Granulométrico.....	42
Figura 11 Peso Unitario.....	43
Figura 12 Absorción Agregado Grueso	44
Figura 13 Gravedad Específica y Absorción.....	45
Figura 14 Abrasión de los Ángeles.....	46
Figura 15 Abrasión de los Ángeles.....	46
Figura 16 Durabilidad	47
Figura 17 Durabilidad al sulfato de sodio y magnesio.....	47
Figura 18 Caras Fracturadas Agregado Grueso.....	48
Figura 19 Caras Fracturadas en los Agregados	48
Figura 20 Sales solubles totales	49
Figura 21 Partículas chatas y alargadas	50
Figura 22 Chatas y alargadas.....	50

Figura 23 Equivalente de arena	51
Figura 24 Equivalente de arena	51
Figura 25 Angularidad del agregado fino	52
Figura 26 Índice de Plasticidad.....	52
Figura 27 Materiales	53
Figura 28 Informe Ensayo Marshall	54
Figura 29 Informe Ensayo Marshall	55
Figura 30 Informe Ensayo Marshall	56
Figura 31 Informe Ensayo Marshall	57
Figura 32 Peso específico.....	58
Figura 33 Porcentaje de vacíos	58
Figura 34 VMA.....	59
Figura 35 Vacíos llenos C.A	59
Figura 36 Estabilidad	60
Figura 37 Flujo	60
Figura 38 Polvo, asfalto	61
Figura 39 Materiales	61
Figura 40 Informe Ensayo Marshall	62
Figura 41 Informe Ensayo Marshall	63
Figura 42 Informe Ensayo Marshall	64
Figura 43 Peso Unitario.....	65
Figura 44 Vacíos.....	65
Figura 45 VMA.....	66
Figura 46 Vacíos llenos C.A	66
Figura 47 Polvo, asfalto	67

Figura 48 Flujo	67
Figura 49 Estabilidad	68

RESUMEN

En la presente tesis abordaremos un nuevo diseño de mezclas asfálticas en caliente usando Pet a partir de un diseño de mezclas convencionales según las diferentes normas dadas en nuestro país, lo cual tiene como objetivo determinar si el uso del PET influye en el diseño de la mezcla asfáltica en el pavimento de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara donde pretendemos usar como material de construcción para pavimentos el plástico PET, ya que en nuestro país los desechos plásticos son generados en abundancia.

De modo que la adición del Tereftalato de polietileno a las mezclas asfálticas será de manera triturada reemplazando diferentes porcentajes como el 3%, 6% y 9% del agregado grueso, de modo que obtengamos una mezcla modificada con un flujo, estabilidad y porcentaje de vacíos, etc. que cumplan los rangos de las Normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones al ser comparada con una mezcla convencional.

Con respecto a los resultados una vez realizado los 3 ensayos Marshall a la mezcla asfáltica caliente usando Pet con tres briquetas para cada porcentaje ya mencionado se obtuvo como resultado que ningún porcentaje agregado de mejora las propiedades físico-mecánicas.

Palabras Clave: Mezclas Asfálticas en Caliente, Ensayo Marshall, Tereftalato de polietileno, Pavimento.

ABSTRACT

In the present thesis we will approach a new design of hot asphalt mixtures using Pet from a design of conventional mixtures according to the different standards given in our country, which has as objective to determine if the use of PET influences the design of the asphalt mixture in the pavement of the Santa Clara Spring Association where we intend to use as building material for pavements PET plastic, since in our country plastic waste is generated in abundance.

So, the addition of polyethylene terephthalate to the asphalt mixtures will be crushed replacing different percentages such as 3%, 6% and 9% of the coarse aggregate, so that we obtain a modified mixture with a flow, stability and percentage of voids, etc. that meet the standards of the Ministry of Transportation and Communications when compared to a conventional mix.

With respect to the results, once the three Marshall tests were carried out on the hot asphalt mix using Pet with three briquettes for each percentage already mentioned, it was obtained as a result that no added percentage of improvement of the physical-mechanical properties.

Keywords: Hot Asphalt Meshes, Marshall Test, Polyethylene Terephthalate, Pavement.

I. INTRODUCCIÓN

Las necesidades y exigencias de las Regiones en el Perú y de las ciudades en constante crecimiento poblacional y desarrollo vehicular requieren que la técnica en la pavimentación de las mismas sea más eficiente en la medida de evitar desgaste, fallas y grietas e ir satisfaciendo progresivamente las demandas a nivel distrital, regional o nacional.

En ese sentido realizamos la presente investigación con el propósito de obtener y analizar un nuevo diseño para la mezcla asfáltica, que emplee una mayor composición de plástico reciclado PET.

La investigación evalúa los atributos de usar el PET en la composición de la capa asfáltica con los objetivos de obtener mejoras en el diseño de mezcla asfáltica. En la actualidad, a nivel mundial, la tecnología en el avance de pavimentos va evolucionando y hoy en día brindan novedosas y diferentes emulsiones asfálticas muchas de ellas utilizando plástico en su composición.

El diseño que proponemos emplear contribuirá mucho a nuestro entorno. Lima es una Región con mucha contaminación de residuos plásticos y al usar productos polímeros reciclados aprovechando sus características se desea reducir el impacto ambiental producido por la contaminación. De igual manera contribuiremos a reducir los costos de pavimentación para cerrar la gran brecha en infraestructura vial que existe en el Perú.

Las pistas son construcciones indispensables en toda sociedad, permiten una adecuada comunicación y economía en cada país. Es el medio principal para todo tipo de transporte comercial o humano.

Según el artículo Problema de la infraestructura vial en el Perú (24 de setiembre del 2015): señala que esta problemática se da a demostrar que tienen una deficiencia de mayor claridad ya sea en la cantidad; ya que, cada ciudadano ya tienen sus ideas claras respecto a nuestras autoridades ya que no ponen mayor énfasis en lo que es infraestructura vial; de modo que, este es el problema principal para que nuestro país se siga desarrollando y así tener una libre comunicación, mayor empleo ya sea en mantenimiento, construcciones, etc. entre las ciudades más alejadas de nuestro país.

Según el Sector de Carreteras, las construcciones de las vías son de mayor importancia económica ya que es fundamental en el crecimiento de los negocios. Además, se sostiene que los gastos de las carreteras representan entre 5% y 10% del total de gastos de un gobierno y puede llegar a un 20% del presupuesto nacional.

El mayor interés de la problemática de la infraestructura vial en el Perú nos demuestra que nuestra realidad de cada ciudadano va de menos a más; ya que, nuestro país no se está desarrollando en lo primordial que es las infraestructuras viales el cual es columna del desarrollo de los pueblos más necesitados de nuestro territorio.

Contar con una estructura vial que se encuentre deteriorada o no construida no favorece el desarrollo de un país y el Perú no está fuera de esa realidad:

El Centro Empresarial de PERUCAMARAS elaboró un informe sobre la cantidad de carreteras que se encuentran pavimentadas, en el cual indica que dentro de la Red Vial Departamental (RVD)

o Regional solo se encuentran pavimentadas un 10.1% o expresado en números 946 kilómetros del total de la RVD, siendo esta responsabilidad directa de los gobiernos regionales a su cargo.

Asimismo, se observa una escasa gestión por parte de los gobiernos regionales responsables de la Red Vial Vecinal (RVV) o Rural, donde el porcentaje de carreteras sin asfaltar alcanza un valor preocupante de 99%. A su vez la Red Vial Nacional, la cual es responsabilidad del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, está conformada por las autopistas que conectan longitudinal y transversamente las capitales de sus departamentos, presenta un 66.9% de carreteras asfaltadas. (Perú 21, 2017, p.1)

Por lo mencionado el territorio peruano no cuenta con una Red Vial eficiente y mucho menos con la infraestructura adecuada. La mayoría de las pistas son para un determinado tiempo, costosas, no muy bien hechas y afectadas por diversas condiciones (incluyendo las políticas) por lo que no logran cumplir su vida útil (se agrietan por la erosión, las lluvias, las temperaturas, por el tráfico intenso). Las mejoras que se pueden obtener en la mezcla asfáltica podrán resolver muchos de estos problemas en la medida de su aplicación a cada requerimiento específico y no requiriendo una mayor inversión ni mecanismos sofisticados de aplicación.

Nuestro trabajo de investigación tiene como referencia antecedentes de nacionales e internacionales.

Vidal, López, Grajales (2014) indicaron en la tesis con título “Incorporación de Tereftalato De Polietileno Como Agente Modificador En El Asfalto” para obtener el título de grado en la Universidad Pontificia Javeriana Cali en el año 2014, Colombia. El presente estudio tuvo como principal objetivo es determinar un porcentaje adecuado de uso, agregándolo como agente modificador de las mezclas asfálticas. De tal manera que primero se desarrollara ensayos de comportamiento mecánico para los agregados, luego determinar el punto de ablandamiento durabilidad del asfalto, viscosidad y penetración. La metodología con la que se desarrollo fue el método experimental. Por último, concluimos que el Pet nos permite suponer que el parcial de arena en las mesclas asfálticas modificadas alteran sus comportamientos considerablemente, pero a la vez mejoran en la estabilidad en un 79% con 5 % de Pet.

En la Tesis de Berrio (2017), que tiene como título “Diseño y evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica tipo MSC-19 con incorporación de Tereftalato de Polietileno reciclado como agregado constitutivo” para optar el Título de Magíster en Ingeniería en la Universidad Nacional de Colombia en el año 2017. Presenta como objetivo principal obtener un diseño de mezcla asfáltica semidensa tipo MSC-19, a partir de la incorporación de Tereftalato de Polietileno reciclado como agregado constitutivo, analizando las diferentes propiedades mecánicas y el comportamiento de la misma. La metodología con la que se desarrollo fue el método experimental ya que enfatizo en el estudio de las mezclas con incorporación de PET en base a la obtención de sus propiedades volumétricas, estabilidad y fluidez, asimismo determinar la prueba del módulo resiliente y las deformaciones plásticas en pista. Así poder observar la disposición del PET triturado en los intersticios de la mezcla asfáltica. Como resultados verificamos que hay un incremento en el módulo resiliente y una en la velocidad de deformación plástica, respectivamente

un 37% y 42% en las propiedades analizadas, para un 1% de PET incorporado en la mezcla para cuyos valores eran menores a 2,0 mm.

Huertas, Cazar (2014), indico en la tesis con título “Diseño de un pavimento flexible adicionando tereftalato de polietileno como material constitutivo junto con ligante ac.20” para optar el Título de Ingeniero Civil en la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE en el año 2014, Ecuador. Se presenta como objetivo aprovechar la gran cantidad de plásticos reciclados con el fin de mejorar la mezcla asfáltica y beneficiar las propiedades de los materiales constructivos; de manera que, sea un adicional de mezclas asfálticas en caliente. Como resultado obtenemos el Tereftalato de Polietileno triturado retenidos en los tamices #4 y 3/8 y un valor porcentual del 4% de vacíos en la mezcla, de tal manera obtenemos menores resultados en la estabilidad al compararlos con una briqueta tradicional con un porcentaje óptimo de asfalto de 6.5% y al 4% de vacíos, asimismo presentamos los valores más altos en flujo, tanto para la briqueta normal como para los límites de la norma NEVI-12 de modo que , podemos deducir que la manera de agregar el Tereftalato de Polietileno no presenta ninguna mejora en la estructura del pavimento.

Ortiz (2017) indicó en la tesis con título “Mezclas Asfálticas en Caliente Adicionando Tereftalato de Polietileno como Agregado por el Método de Marshall” para optar el título de Ingeniero Civil en la universidad de San Carlos de Guatemala, 2017. Se presenta como objetivo principal evaluar una una mezcla tradicional contrastándolo con un diseño de mezcla modificada con PET, con sus especificaciones de calidad requerida para las mezclas asfálticas convencionales en caliente. Como resultado se obtuvo que la resistencia de la mezcla asfáltica con Pet y la mezcla asfáltica tradicional, cumple los parámetros de estabilidad que tiene un valor mínimo de 1 200 lbf. En la mezcla asfáltica donde se agregaron el Pet se obtuvo valores abajo de este límite, siendo no estable.

Buitrago, Onofre, Sierra (2017) indicaron en la tesis con título “Viabilidad Técnica de obtención de un Diseño de Mezcla Asfáltica Adicionada con 1.6% De Fibra de Pet, Con Porcentajes de Asfalto entre El 4.5% Y El 6%, que cumpla con la Normatividad del Invias” para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Cooperativa de Colombia, 2017. Se presenta como objetivo principal “determinar la factibilidad técnica de una mezcla incorporada de 1,6% de PET con 4.5% y 6% de asfalto de manera que satisfaga la norma de INVIAS. Como resultado obtuvieron que la estabilidad de los diseños de mezcla con porcentaje de asfalto por encima del 4,9% presentó un buen comportamiento, según los datos obtenidos mediante el ensayo Marshall, cumpliendo con lo estipulado por la norma INVIAS, esto quiere decir que en referencia a la estabilidad los porcentajes más óptimos de asfalto se encuentran en el rango de 4,9% a 5,7%.

Carrizales (2015), indicó en la tesis con título “Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles” para el título de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional del Altiplano 2015, Puno-Perú. Estuvo orientado en desarrollar mejoras en el diseño de mezcla asfáltica, modificada con la aplicación de Caucho obtenido del reciclaje de llantas, para lo cual se pretende obtener el mayor beneficio del reciclaje de llantas , proponiéndose optimizar los resultados de la nueva mezcla asfáltica y obtener una solución satisfactoria a los problemas que ocurren traccionalmente en el asfalto de un pavimento. La metodología de investigación para el desarrollo es cuantitativa y sigue un proceso experimental. Los resultados obtenidos presentaron valores mínimos que no satisfacen los datos establecidos por la normativa peruana actual. Se obtuvo como resultado que la adición de caucho reciclado no contribuyó a mejoras relevantes en la nueva mezcla diseñada.

Silvestre (2017), en la tesis con título “Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima-2017” para el título

de Ingeniero Civil de la Universidad César Vallejo 2017 en la ciudad de Lima-Perú. Buscó como principal objetivo determinar cuánto puede mejorar la mezcla asfáltica modificada con plástico reciclado a comparación de la mezcla tradicional. EL diseño de la presente investigación es cuantitativo - experimental. Como resultados se comprobó una disminución en la densidad de 1.7% en la mezcla modificada, lo cual produce una mejora en la elaboración y aplicación de esta. Se constata una disminución en el costo de 2.63% al elaborar el asfalto modificado y una mejora tanto física como mecánica dentro de sus propiedades, generando una mayor accesibilidad económicamente hablando.(...) con el uso del nuevo diseño de asfalto modificado empleando plástico producto del reciclaje (PET) se observa una extensión del 25% de vida útil en la carpeta asfáltica, esto debido a que a menor cantidad de vacíos esta obtiene una mayor impermeabilidad y una mayor resistencia a deformarse.

En la Tesis de Ballena (2016), con título “Utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frío” con motivo de obtener el título de ingeniero civil de la Universidad Señor de Sipán 2016 en la ciudad de Pimentel-Perú. Se plantea como principal objeto de estudio realizar un análisis sobre el efecto que causan las fibras de polietileno, al ser agregadas dentro del diseño de una mezcla asfáltica en frío, con relación a las propiedades físico-mecánicas del asfalto y comprobar si cumplen con las normas establecidas respecto a estabilidad y flujo dentro del diseño de un pavimento flexible. La metodología de investigación para el desarrollo es Cuantitativa Cuasi y sigue un proceso experimental.

Además, se realizaron 126 briquetas, donde inicialmente se añadieron PET de 3 distintos tamaños máximos, en proporciones de 1, 2, 3, 5, 7 y 10 aplicadas con PET respectivamente, y finalmente compactarse y emplearse en los 3 tipos de tránsito investigados. De los cuales solo el

porcentaje utilizado de PET obtuvo buenos resultados para el tipo de tránsito pesado y el cual fue de un 5.00%.

Navarro (2017) indicó en la tesis con título “Propuesta de Diseño de Mezclas Asfálticas con Adiciones de Pet” con motivo de obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Señor de Sipán 2017 en la ciudad de Pimentel- Perú. Se plantea como objetivo principal analizar la estabilidad y fluidez d ellos pavimentos flexibles a partir de un diseño de mezcla en caliente añadida con PET. La metodología de investigación desarrollo es el proceso experimental. Como resultado obtuvo que en los ensayos el PET influye positivamente en los agregados, sin embargo las briquetas se desintegraron a aplicar los 110 golpes, por lo cual se estableció como un fallido experimento.

Dávalos (2015) mencionó en la tesis con título “Obtención de Mezclas Asfálticas mediante la adición de Material Reciclado: Poliestireno expandido” con el motivo de Optar el Título Profesional de Ingeniero de Materiales de la Universidad Nacional de San Agustín en la ciudad de Arequipa-Perú. Donde plantean un objetivo principal incrementar las propiedades mecánicas mediante la incorporación de poliestireno expandido en perlas aplicadas al diseño de mezclas. Como resultado se obtuvo una variación de un 60% a favor de sus propiedades ya mencionadas mediante la incorporación de Poliestireno Expandido de perlas reciclado.

En el proyecto de investigación se tiene algunos conceptos sobre la investigación.

El objetivo de los diseños de las mezclas asfálticas en caliente es el cumplimiento de todos los estándares ya sea en lo estructural y funcionamiento de modo que se obtenga una mezcla duradera y una capacidad para contrarrestar cualquier dificultad, como los son los estados de fatiga que se pueden producir por distintos factores como las cargas, el calor, cambios de temperatura, humedad del ambiente y demás daños. De manera un análisis minucioso de la construcción debe ser que las mezclas asfálticas deben contar con una buena calidad en todo el proceso de colocación y compactado bajo una energía adecuada lo cual permita mayor resistencia al deslizamiento y obtener una seguridad óptima (Acurio, 2016,p.251).

Los diseños de mezcla se hacen en función a las características volumétricas de dichas mezclas asfálticas. De los materiales y sus propiedades, los cuales son elegidos de acuerdo a cada ensayo sometido ya sea mecánico o empírico. Lo cual nos permitirá una mayor resistencia ante cualquier falla como por el ahuellamiento o agrietamiento (Acurio, 2016,p. 252).

Una mezcla asfáltica está definida como la suma de los agregados pétreos con el cemento asfáltico y que ambos al unirse dan como resultado un sistema de capas conectadas, nombrado como pavimento, las cuales tendrán como fin el cumplir las funciones de capa de rodamiento, brindar protección de las inclemencias climáticas sobre capas granulares en la base y el tránsito de vehículos sobre este. Estas a su vez se encargan de recibir los esfuerzos y absorber gran cantidad de esa energía. Dicho esto, es relevante que una mezcla asfáltica permita desarrollar:

- Resistencia y calidad de tránsito.
- Resistencia al clima zonal.
- Reducir los esfuerzos producto del tránsito sobre la base del pavimento. (Mórea, 2011, p.6)

Diversos factores ocasionan que un pavimento tenga un óptimo desempeño, entre ellos tenemos: la temperatura, esfuerzos de carga, humedad y tiempo. A su vez un buen desempeño depende de un adecuado diseño de mezcla asfáltica que permita obtener una alta resistencia y durabilidad. Los pavimentos en la actualidad se ven sometidos a tránsitos de elevados volúmenes con altas cargas e intensas condiciones. Para esto se diseña, caracteriza y evalúa en laboratorio el comportamiento del pavimento considerando los distintos tipos de fallas que pueden presentarse. (Mórea, 2011, p.6).

A continuación, se presentan y describen las fallas que pueden presentarse en el pavimento:

Figuración

Este fenómeno es causado debido a varios factores, comúnmente asociado a los esfuerzos sometidos por el tránsito, variación en la temperatura o dichos factores combinados al pavimento. Si se somete la mezcla asfáltica a deformaciones constantes se producirá una tensión sobre esta y que dependerá de la temperatura para una lenta o rápida disipación de dicha tensión conocida también como relajación. Esta ocurre rápidamente, pocos minutos, en altas temperaturas y lentamente, horas o días, en temperaturas bajas sobre el pavimento. (...) Se sabe que los asfaltos al mezclarse desarrollan un grado de oxidación y envejecimiento con el pasar del tiempo y generando que el ligante se endurezca provocando una reducción en la relajación del pavimento., lo que conduce a la reducción de la resistencia de la mezcla asfáltica de fisurarse.

Este fenómeno se presenta de diversas maneras, siendo las de mayor frecuencia: la fisura longitudinal, transversal y refleja, que pueden ser apreciadas en la figura. Conforme los daños sobre el pavimento van aumentando las fisuras se van interconectando

produciendo una red de grietas conocida como piel de cocodrilo y la que podemos observar en la figura. (Mórea, 2011, p.7)



Figura 1: Deformaciones permanentes en mezclas asfálticas, p.6

Deformaciones permanentes

Son deformaciones producto del deterioro de la carpeta y se caracteriza por la presencia de una sección cuya posición inicial se ha visto deformada transversalmente. Además, es nombrada “permanente” debido a la existencia y aglomeración de pequeñas deformaciones ocasionadas por cargas que no permiten recuperar su estado inicial. Estas formas de falla en mezclas asfálticas se presentan con gran frecuencia sobre el pavimento y se observan como un desnivel generado por la huella producida por la frecuencia de altos niveles de tránsito, en una combinación de pesado y lento, y a elevadas temperaturas, figura. (Mórea, 2011. p.7)



Figura 2: Deformaciones permanentes en mezclas asfálticas, p.7

Existe otra forma de ahuellamiento la cual es producida por la reunión de varias deformaciones sobre las capas del asfalto. Además, ocurre cuando una mezcla asfáltica presenta una resistencia demasiado baja a los esfuerzos de corte, esfuerzos ocasionados por el tránsito repetido de cargas pesadas, figura 2.3b. En ocasiones el ahuellamiento se produce por la presencia de una débil capa superficial y otras veces por que la ocurrencia de una capa inferior débil lo cual hace que se produzca el fenómeno de ahuellamiento. (Mórea, 2011, p.8).

Inicialmente las deformaciones permanentes se producen ante la variación del volumen debido a la presión ejercida por el tránsito sobre la carpeta asfáltica; seguido a esto se generan continuas deformaciones a consecuencia del mal flujo de la mezcla. Por último, se presenta un estado final o también llamado tercer flujo donde se extingue la capacidad para soportar cargas, ocasionando una rápida deformación, lo cual se es asociado al cambio producido en el volumen de las mezclas asfálticas. (Mórea, 2011. p.8).

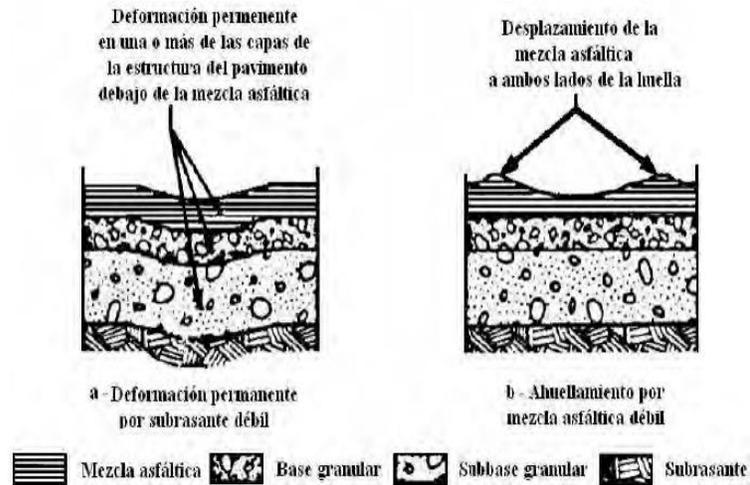


Figura 3: Deformaciones permanentes en mezclas asfálticas, p.8

Según Montejo (2002). Para evaluar las condiciones físicas y mecánicas de las mezclas que sustentaran los resultados de nuestro estudio de investigación se hace necesario clasificarlas, ya que mediante su clasificación se obtienen resultados diferentes en el diseño de la mezcla. En nuestro estudio de investigación procederemos al diseño y evaluación de la mezcla de acuerdo al sistema de fabricación en caliente (p.680).

Pudiendo ser clasificadas las mezclas en función de:

- 1.- El sistema empleado en su fabricación.
 - 2.- El contenido de vacíos.
 - 3.- La textura superficial.
 - 4.- La granulometría.
 - 5.- Esqueleto interno.
 - 6.- Ligante utilizado.
1. Por el sistema empleado en su fabricación se pueden distinguir dos tipos:

A) Mezclas asfálticas en caliente. - Las cuales son fabricadas, tendidas y compactadas en caliente.

B) Mezclas asfálticas en frío. - Aquellas que son fabricadas, tendidas y compactadas en frío. (Montejo 2002.p.680)

En las mezclas asfálticas en caliente, las proporciones combinadas entre los componentes, agregados y el asfalto, son previamente establecidas y precisadas, siendo determinantes dichas proporciones de materiales en las propiedades físicas que tendrá la mezcla, y por consiguiente en la resistencia y estabilidad del pavimento realizado. Se distinguen 2 métodos mayormente empleados en el diseño para establecer las cantidades necesarias de los agregados; siendo estos métodos: el método de Marshall y el de Hveem, ambos nombrados como sus creadores; dichos métodos son utilizados para realizar los diseños de pavimentación con mezclas asfálticas. El uso de uno u otro método depende del gusto de cada ingeniero responsable, ya que cada uno presenta ventajas y características particulares. (Padilla. p.47)

Mezcla Asfáltica en Caliente.

Es la más empleada y resulta del producto de una combinación entre un ligante hidrocarbonado, agregados y de ser necesario aditivos, para que la totalidad de las partículas que conforman el agregado sean revestidas de una fina y homogénea capa del ligante (...) Estas son empleadas en ejecución de carreteras, sean vías urbanas o aeropuertos, y pueden ser empleadas en las distintas capas del pavimento. También se puede subdividir en distintos tipos de mezclas de variables y diferentes propiedades. En su mayoría son elaboradas con asfaltos, pero en ocasiones se emplean mezclas modificadas donde su proporción llega a tener valores dentro de 3% a 6% de asfalto en relación al total de los materiales pétreos. (Padilla. p.47)

Son los materiales derivados de las rocas, a la vez es un producto que se obtiene de procesos de fabricación de otros materiales (...). A la vez los agregados son parte de los componentes en la construcción de carreteras. Estos contribuyen entre un 70% y 85% del peso del concreto y la mezcla asfáltica (Acurio, 2016, p.130).

Los agregados representan el 90 y el 95 de una mezcla en peso o aproximadamente 75 a 85 en volumen. Sus características físicas son las que se encargan de proporcionar una estructura global resistente de modo que no tienda a sufrir deformaciones debido a las cantidades de carga aplicadas sobre el pavimento. Su composición química y mineralógica son relevantes para el análisis de sus características; dureza, durabilidad, forma y potencial de ser extraídas (Acurio, 2016, p.131).

Los materiales son grabas o piedras que han sido trituradas, y de ser caso lavadas. Los materiales procesados tienden a ser más angulares y de mejor clasificación. Los agregados sintéticos son los que se utilizan para mejorar la resistencia al deslizamiento de la mezcla (Acurio, 2016, p.131).

-Agregado Fino:

El Sistema de Clasificación de Suelos (SUCS), define al agregado fino como el porcentaje total del agregado que pasa a través del tamiz #4 y cuya cantidad que es retenida en el tamiz #200. Por otro lado, la normativa europea UNE-EN 933-2, define al agregado fino como la porción del agregado pétreo total que pasa por el tamiz 2 mm. y es retenido por el tamiz 0.063 mm.

-Agregado Grueso:

El SUCS (Sistema de clasificación de suelos) define al agregado grueso, como el total del agregado que es retenido en el tamiz #4. Así también la normativa Europea (UNE-EN 933-2) la define como el total de agregado que es retenido por el tamiz 2 mm.

Los sistemas clasificados de asfaltos han sido modificándose con el tiempo. Hasta finales de 1980, eran frecuentes los métodos de clasificación por la penetración y viscosidad. En los años 90, este sistema cambia al superpave SHRP y mejorado en la actualidad. Hoy en el día casi todos los estados de los estados unidos utilizan el sistema de clasificación superpave, algunos estados han incorporado variaciones de las especificaciones AASHTO (Acurio, 2016, p.175).

El sistema de clasificación por medio de la penetración se desarrolló para pruebas con una temperatura de 25 °C en cementos asfálticos; no obstante, los rangos de temperaturas ante los cuales es sometido el pavimento no se ve cubierto a través de una única temperatura. Debido a esto es que se desarrollan los sistemas para clasificarlos (Acurio, 2016, p.175).

Penetración

Se realiza este presente ensayo para seleccionar los asfaltos. De tal manera este ensayo sirve para caracterizar la consistencia del asfalto. Los ensayos de penetración y para obtener el punto de ablandamiento tienen un origen empírico de modo que estos ensayos deben llevarse a cabo exactamente las mismas condiciones que los estándares establecen para que los resultados tengan validez (Acurio, 2016, p.175).

Viscosidad

Las especificaciones requieren de ciertos valores entre los que la viscosidad tiende a estar entre un 60 y 135 grados de temperatura. Donde la viscosidad a unos 60° se utiliza para clasificarla como la temperatura más elevada a la cual el cemento asfáltico en pavimentos puede alcanzar a experimentar durante su tiempo de servicio. Además, una viscosidad con una temperatura de 135° C se genera durante el mezclado y el vertido del asfalto (Acurio, 2016, p.175).

Vacíos

Es el volumen que conforma el total de los espacios que ocupan los vacíos en los agregados dentro de una mezcla de asfalto que se ha compactado, de manera que son llenados con un porcentaje de ligante óptimo y otro porcentaje de aire, expresados como el porcentaje total del volumen obtenido de una mezcla. Es recomendable establecer un mínimo valor en el porcentaje de vacíos dentro del agregado mineral, esto para definir los espacios necesarios para una determinada cantidad de asfalto para su durabilidad y cantidad de vacíos de aire para mantenerse estable, ya que una alta concentración de vacíos ocasionaría que la mezcla sea inestable. (Acurio, 2016, p.254).

Antecedentes

Mórea (2011) indica que la posibilidad de alterar el asfalto es presentada en el transcurso de los años 60 en Europa, al mismo tiempo surge en Estados Unidos la misma angustia de las principales empresas por el desarrollo. Siendo Italia uno de los pioneros en la adición de asfaltos modificados en la construcción de pavimentos. (p.70)

Mórea (2011) manifestó que estos pavimentos presentaban mayor olor y la proporción de alquitrán era destacada, y que dichas características favorecen la desintegración del polímero. Concluyó que los pavimentos más livianos son los que presentan una mayor relación de asfáltenos y sumergidos. (p.70)

Pavimento adicionado con plásticos reciclados.

La revista Reinforced Plasticsand Composites magazin (2011) indica que la inclusion de plástico reciclado en los diseños de mezcla asfáltica para pavimentos, sean estos en forma de partículas o molidos, mejoran las propiedades tanto físicas como mecánicas en un pavimento;

además de disminuir la susceptibilidad de este a las variaciones de temperaturas y la humedad.
(p.10)

La Reinforced Plasticsand Composites magazin (2011) indica que el añadirle plástico reciclado producen un incremento en la adhesión de los materiales y del asfalto. Proporcionándole una mayor resistencia a ser deformado, a los esfuerzos producidos por tensiones continuas y la flexibilidad encargada de disminuir las grietas. También menciona que estos materiales son directamente aplicados a los materiales asfálticos previamente al mezclado con los demás materiales que conforman el asfalto. (p.11)

Condiciones favorables de emplear plástico reciclado en asfalto.

Mars (2014) indica que el diseño de pavimentos con plástico reciclado ofrece una gran variedad de ventajas en el desarrollo y mantenimiento de las vías en contraste con los materiales empleados comúnmente (p. 75).

Un claro ejemplo es la ligereza de los pavimentos de plástico reciclado, esto reduce la carga sobre el obteniendo un mayor espacio al momento de instalar cables y tuberías por debajo de la superficie. Además, los paneles de plástico se pueden prefabricar y llevar cuando sea necesario, optimizando el proceso de construcción de la carretera, disminuyendo significativamente las retenciones ocasionadas por la construcción de las obras viales. (p.75)

Características positivas de los asfaltos modificados con plástico.

Según la revista EUROPAPRESS (2012) una mezcla asfáltica producida a partir de plástico reciclado presenta una reducción en el presupuesto para el mantenimiento de las carreteras, describiendo también las ventajas del uso del pavimento modificado y dividiéndolas en cuatro tipos, siendo estas: (p.3)

Mecánicas

Aumentan la capacidad de resistencia a las deformaciones y rotura.

Presentan una mayor dureza y flexibilidad, evitando la formación de ahuellamiento y grietas.

Proporcionan mayor resistencia a la tracción y mejor adherencia a los agregados.

Se comprime absorbiendo los esfuerzos sobre él y luego retoma su estado inicial.

Se obtiene una mayor flexibilidad, en condiciones de servicio a bajas temperaturas, minimizando el fisuramiento.

Incremento en su durabilidad y disminuye los gastos de mantenimiento.

Térmicas

Su comportamiento varía de acuerdo a las condiciones de temperatura a las que se someta.

Reduce la sensibilidad térmica.

Se reduce la fragilidad en climas fríos e incrementa la cohesión en épocas de calor.

Económicas

Su costo se encuentra en función del proceso de reciclado.

Presenta una mayor disponibilidad en el mercado.

Bajos costos para su obtención.

Genera ingresos para la ciudadanía.

Disminuye los gastos por mantenimiento.

Tiempo de vida

Aumenta la resistencia a envejecerse.

Aumenta la vida útil de la mezcla empleada.

Aumenta la rigidez del asfalto, soportando cargas prolongadas sin deformarse.

Presenta mayor impermeabilidad ante la humedad.

Características negativas de los asfaltos modificados con plástico.

Según la revista EUROPAPRESS (2012) una mezcla asfáltica producida a partir de plástico reciclado presenta una reducción en el presupuesto para el mantenimiento de las carreteras, por otro lado, también describe ciertas desventajas del asfalto modificado como lo son: (p.4)

Falta del suficiente reciclaje de plástico para utilizarlo en vías de grandes extensiones.

Dificultad al realizar la mezcla del plástico reciclado ya que no todos los plásticos presentan compatibilidad con el asfalto.

Se debe tener agregados muy limpios y extremo cuidado al ejecutar la mezcla.

Debido a su rápido endurecimiento se debe asegurar las condiciones de temperatura al momento de aplicarse.

Condiciones Físicas.

Reinforced Plasticsand Composites magazin (2011) menciona que. "...los plásticos se encuentran formados por: proteínas, resinas y otros; dichos elementos demuestran ser fácilmente manipulados en diversas cantidades y formas. Añade también que pueden moldearse a través de la exposición al calor y presión; obteniendo resistencia a la degradación y ligereza al obtener su estado como plástico propiamente dicho". (p.7)

Huertas (2014) define al plástico reciclado "como aquel plástico que ya no sirve y es rescatado de ser eliminado con el fin de generar un nuevo uso al ser transformado en objetos nuevos". (p.31)

Especificaciones técnicas.

El plástico tiene su propia clasificación de acuerdo al grado de resina en su composición y esa clasificación determina como afecta también a las personas motivo de nuestra investigación para reusar estos materiales y evitar una mayor contaminación. (Mercola, 2015, p.1).

Para un mejor entendimiento se presenta una definición de los Códigos de Identificación de Resina, lo cual permitirá una toma de decisión adecuada para el uso que se le dará al plástico. Es recomendable evitar generalmente emplear plásticos rotulados como #3, #6 o #7, por otro lado, brindando un poco más de seguridad se encuentran los #1, #2, #4 y #5. Complementando lo descrito se presentan las definiciones de los 7 tipos de plásticos mencionados: (Mercola, 2015, p.1).

Plástico #1 - Tereftalato de Polietileno (PET)

Es empleado en su mayoría para elaborar botellas de agua, jugos, enjuague para la boca, bebidas rehidratantes y envoltorios de cremas como ketchup o para envasar mermeladas. Se le considera seguro, sin embargo, podría filtrarse el material tóxico empleado para su fabricación. (Mercola, 2015, p.1).

Plástico #2 - Polietileno de Alta Densidad (HDPE)

Este plástico está considerado como ligeramente peligroso y es empleado en envases de leche, néctares y agua, de igual manera en recipientes de limpieza y frascos de champú; cajas para cereales y bolsas. Se ha encontrado que dichos empaques llegan a liberar una ligera cantidad de componentes químicos estrogénicos. (Mercola, 2015, p.2).

Plástico #3 - Cloruro de Polivinilo (PVC)

Presente por su rigidez o flexibilidad, en bolsas de artículos para las camas, empaques de embutidos, carnes y medicamentos, juguetes entre otros. Se encontró la presencia de sustancias dañinas que incluyen el DEHP, el cual es un ftalato empleado en la fabricación de envases para acondicionar prendas de vestir. (Mercola, 2015, p.2).

Plástico #4 - Polietileno de Baja Densidad (LDPE)

Considerando su ligera peligrosidad es empleado para elaborar bolsas de pan, para los desechos del hogar, comidas congeladas, además de empaques de cartón y vasos descartables para bebidas calientes o frías. No presenta rastros de BPA, sin embargo, existen riesgos de filtraciones semejantes a las sustancias producida por el HDPE. (Mercola, 2015, p.2).

Plástico #5 - Polipropileno (PP)

Se usa en envases de comestibles fríos, yogurt, medicinas y en recipientes de comidas para llevar. Presenta resistencia a elevadas temperaturas haciendo difícil la filtración de químicos, sin embargo, se ha encontrado dos sustancias tóxicas por lo menos filtradas en estudios realizados. (Mercola, 2015, p.2).

Plástico #6 - Poliestireno (PS)

Llamado también Styrofoam, se emplea en la elaboración de tazones, platos y vasos descartables, bandejas entre otros. Se sabe que filtra estireno, sustancia dañina para el sistema nervioso y relacionado con enfermedades neoplásicas. Está demostrado que la temperatura favorece la filtración de dichas sustancias lo cual no hace adecuado su empleo para bebidas o comidas calientes. (Mercola, 2015, p.3).

Plástico # 7 - Otros

Se denomina así a las demás resinas producto del plástico y combinaciones con este sin mencionarse en los anteriores tipos. No se ha definido exactamente que sustancias toxicas existen en estos plásticos, pero existe una alta posibilidad de presencia de BPA o bisfenol-S (BPS). Ambos producen ruptura endocrina, lo que ocasiona interferencia entre las hormonas del cuerpo afectando el sistema endocrino. (Mercola, 2015, p. 3).

Plástico.

Los plásticos presentan un alto riesgo para el medio ambiente, no solo al ser usados y más aún al ser desechados negligentemente donde tan solo el 55% de dichos desechos son colocados en recipientes para la basura, el otro 45% es lastimosamente tirado y muchas veces terminando en el mar, ocasionando la destrucción de ecosistemas marinos y la tan frágil cadena alimenticia contenida. (Mercola, 2015, p.4).

El mayor daño al medio ambiente es ocasionado por la masiva aglomeración de plástico desechado dentro de las principales corrientes oceánicas en todo el mundo, estos van girando lentamente en forma de remolinos oceánicos, siendo obstruidos a manera de embudo en su centro por la basura. Un claro ejemplo es la corriente de Pacífico Norte, donde se ha encontrado una gran masa de basura flotante y conformado en un 90% por plásticos, denominada con el nombre de "Gran parche de basura del Pacífico", siendo este el más grande "botadero" del mundo. En dichas aguas se puede encontrar diversos materiales de plástico de distintos tamaños, sin embargo, la principal cantidad es conformada por microplásticos que a su vez son consumidos por las especies marinas y luego por medio de estos a las personas al consumirlos (Mercola, 2015, p.4).

En el “MANUAL DE CARRETERAS SUELO GEOLÓGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS” (2013) es mencionado un aspecto relevante a tomar en consideración en el diseño de pavimentos es la demanda de tráfico, aspecto que debe ser conocido con un alto nivel de precisión, ya que esto permitirá planificar y diseñar adecuadamente diversos aspectos de la vialidad del proyecto, de los cuales podemos mencionar el diseño del pavimento y la plataforma del camino. Este manual establece contar con datos que brinden información del tráfico, básicamente mediante los siguientes puntos: estructuralmente y capacidad de tramos viales, ambos

para proyectar los límites de volúmenes de tráfico, estimando si los incrementos tendrán fallas en las estructuras viales durante el transcurso del periodo de análisis vial propuesto para el estudio (p.73).

Un estudio de tráfico recauda la información necesaria del índice medio diario anual (IMDA) para cada sección de vía de estudio. Es recomendable que los términos de referencia de cada estudio presenten cuales son los tramos homogéneos, siendo esta información directa e importante para realizar los estudios de tráfico (p.73).

MANUAL DE CARRETERAS-EG-2013 menciona La combinación de agregados y asfalto nos da la mezcla asfáltica, estos agregados y asfalto deben ser previamente seleccionados y tasados individualmente, y luego se evalúa como un todo.

Ensayo a los agregados.

MANUAL DE CARRETERAS-EG-2013 menciona que en este ensayo se verifica que los agregados cumplan las exigencias de excelencia y las verificaciones técnicas de durabilidad y resistencia.

Siguiendo las NTP, el AASHTO y el ASTM.

Ensayos a realizar:

Agregados gruesos

Norma	Ensayo
ASTM D-422, MTC E 204	Análisis granulométrico por tamizado
MTC E 207	Abrasión los ángeles
MTC E 209	Durabilidad al sulfato de magnesio
MTC E 206	Absorción
ASTM 4791	Partículas chatas y alargadas
MTC E 210	Caras fracturadas

Figura 4: Manual de Carreteras-EG-2013

Agregados finos.

Norma	Ensayo
MTC E 211	Índice de plasticidad (malla N° 40)
MTC E 211	Índice de plasticidad (malla N° 200)
MTC E 209	Equivalente de arena
MTC E 205	Absorción
MTC E 214	Índice de durabilidad

Figura 5: Manual De Carreteras-EG-2013.

Ensayo al asfalto.

Es el ensayo de la calidad del asfalto, con el cual se puede ver que el asfalto tenga las propiedades adecuadas.

Los ensayos que tenemos son los de penetración, punto de ablandamiento, ductilidad, viscosidad, punto de inflamación, solubilidad.

Ensayo a la mezcla asfáltica con plástico reciclado.

Es el ensayo realizado a la mezcla asfáltica que ya tiene incorporada el plástico reciclado.

Estos ensayos son:

Ensayo Marshall

Parámetros de diseño	Clases de mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
Compactación, número de golpes	75	50	35
Estabilidad (mínimo)	8.15 KN	5.44 KN	4.53 KN
Flujo 0.01" (0.25)	8-14	8-16	8-20
Porcentaje de vacíos con aire (MTC E 505)	3 -5 %	3 -5 %	3 -5 %
Inmersión - compresión (MTC E 518)			
Relación Estabilidad/Flujo (kg/cm)	1.700-4.000		

Figura 6: Especificaciones generales para la construcción de carreteras-EG-2013(MTC)

Ensayo Marshall.

Determina cual será el volumen adecuado del asfalto en una mezcla, mediante una previa combinación establecida entre los agregados. Dicho método es exclusivamente para realizar, ya sea mezclas asfálticas en caliente o mezclas de cemento asfáltico con presencia de viscosidad A su vez utiliza probetas normalizadas con un espesor y diámetro de 64 y 103 mm respectivamente.

Formulación del Problema.

Problema General.

¿Cómo influye la incorporación del PET en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara?

Problemas Específicos.

Problema específico N°1.

¿Cómo influye la incorporación del 3% de PET en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara?

Problema específico N°2.

¿Cómo influye la incorporación del 6% de PET en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara?

Problema específico N°3.

¿Cómo influye la incorporación del 9% de PET en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara?

Justificación del estudio.

Justificación tecnológica.

Analizar y conocer las nuevas condiciones físicas y mecánicas para diseñar mezclas asfálticas usando plástico reciclado.

Justificación Ambiental.

Disminuir el uso del asfalto y reusar el plástico desechado, promoviendo mejoras ambientales, viéndose reflejadas en el aumento de calidad como producto del uso de reciclaje material y además contribuyendo con la descontaminación medio ambiental.

Justificación social.

Proporcionar una mezcla asfáltica de bajo de costo y duración prolongada que se pueda aplicar a nivel nacional, regional y distrital haciendo más eficiente el desarrollo de las redes viales y su mantenimiento. Se beneficiaría el comercio entre ciudades, generando una mejora en la calidad de vida de los pobladores, como consecuencia del impacto en las áreas de comercio y producción debido a nuevas vías de comunicación terrestres con una mejor calidad.

Justificación económica.

Reducir los costos por mantenimiento en fisuras, grietas y baches por medio del uso del asfalto modificado con plástico reciclado.

Hipótesis.

Hipótesis General.

La incorporación del PET influirá de manera satisfactoria en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente brindando mejoras en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara.

Hipótesis Específicas.

Hipótesis específica N°1.

La incorporación del 3% PET influirá de manera satisfactoria en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente brindando mejoras en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara.

Hipótesis específica N°2.

La incorporación del 6% PET influirá de manera satisfactoria en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente brindando mejoras en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara.

Hipótesis específica N°3.

La incorporación del 9% PET influirá de manera satisfactoria en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente brindando mejoras en la calle las Amapola de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara.

Objetivos.

Objetivo General.

Determinar si la incorporación del PET influye en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara.

Objetivos Específicos.

Objetivo Específico N°1.

Determinar si la incorporación del 3% PET influye en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara.

Objetivo Específico N°2.

Determinar si la incorporación del 6% PET influye en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara.

Objetivo Específico N°3.

Determinar si la incorporación del 9% PET influye en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara.

II . MÉTODO

2.1 Diseño de investigación.

2.1.1 Método de investigación.

Kerlinger (1975), nos indica que para decir que una investigación es científica se debe tener un proceso controlado, sistemático, empírico y crítico ante supuestas relaciones existentes entre fenómenos naturales.

2.1.2 Tipo de investigación.

Ander-EGG (2011) sostiene que una investigación aplicada abarca lo relacionado al ámbito de las tecnologías sociales, cuya finalidad es obtener cambios inducidos y/o planificados con el objetivo solucionar los problemas o de enfatizarse respecto a todo aspecto de nuestra realidad social (p.42).

La siguiente investigación es del tipo de investigación aplicada, debido a que se realizara el uso de los conocimientos de ingeniería civil adquiridos. Estos serán aplicados, en campo, a cada caso de estudio presentado; teniendo como fin de investigación su aprovechamiento en beneficio del hombre y la sociedad.

2.1.3 Nivel de investigación.

Será del tipo explicativo debido a que como Sampieri (2014) indica, tiene como objetivo obtener respuestas de las causas que ocasionan los eventos físicos o sociales en un determinado entorno. De esta manera se busca explicar el por qué ocurre un determinado fenómeno y bajo qué condiciones es que este se manifiesta, o por qué se ve relacionado a distintas variables.

De tal manera la investigación nos centraremos en conocimientos tanto teóricos como prácticos existentes: de manera que, sea aplicado a favor y en beneficio de la sociedad.

2.1.4 Diseño de investigación.

Según Sampieri (2014) diseño experimental es la situación o control la cual se pueda manipular intencionalmente una, dos u otra cantidad de variables independientes de modo que se pueda analizar las variables dependientes.

De modo que la investigación es Experimental, esto debido a que nuestra variable independiente PET se puede manipular para obtener los diferentes resultados de la variable dependiente diseño de mezcla asfáltica en Caliente.

2.2 Variables, Operacionalización.

2.2.1 Variables.

Variable Independiente: PET.

Variable Dependiente: Diseño de mezcla asfáltica en caliente.

2.2.2 Operacionalización.

Define la forma mediante la cual van a ser medidas las variables, a continuación, se presentará el siguiente cuadro:

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
PET (VARIABLE INDEPENDIENTE)	Es empleado en su mayoría para elaborar botellas de aguas, jugos, enjuague para la boca, bebidas rehidratantes y envoltorios de cremas. Se le considera seguro, sin embargo, podría filtrarse el material tóxico empleado para su fabricación. (Mercola, 2015).	La variable Pet se analizará en función a los distintos porcentajes que serán usados como agregado fino.	Porcentaje de PET (3%, 6%, 9%)	Granulometría
				Peso específico
				Índice de plasticidad
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (VARIABLE DEPENDIENTE)	El objetivo de los diseños de mezclas es la producción de mezcla de asfalto en caliente que funcione bien tanto estructural como funcional, la HMA debe ser durable y ser capaz de resistir las fallas de pavimentos (tales como deformación permanente, fatiga por carga, fatiga térmica, fractura por baja temperatura, humedad y daño incluido), desde el punto de vista de la construcción, la mezcla puede ser capaz de ser colocada y compactada bajo una energía adecuada. Además, la superficie de rodadura debe proporcionar suficiente resistencia al deslizamiento por motivos de seguridad (Acuario, 2016, p.251).	Una mezcla de concreto asfáltico compactado este compuesto principalmente de agregados, asfalto y aire. De tal manera estas tres propiedades combinadas son utilizadas para el diseño de mezcla y control de producción. (Acuario, 2016, p. 252).	Agregados	Agregado fino
			Cemento asfáltico	Agregado grueso
				Viscosidad
				Penetración
			Vacios	Punto de ablandamiento
Vacios	Vacios de los agregados			

Figura 7: Matriz de Operacionalización.

2.2.3. Matriz de Operacionalización de las variables.

Título: Diseño de mezcla asfáltica en caliente incorporando Pet en la calle las amapolas de la Asoc. Nueva Primavera, Santa Clara-2019a de investigación: Diseño de infraestructura vial						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	PET	Porcentaje de pet (3%, 6%, 9%)	Granulometria	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Metodo: Científico Según Kerlinger (1975), nos indica que la investigación científica es aquella que tiene un proceso controlado, sistemático, empírico y crítico sobre presuntas relaciones con los fenómenos naturales. Tipo de investigación: Aplicada Según Ander-EGG (2011) manifiesta que la investigación aplicada en general comprende todo lo concerniente al ámbito de las tecnologías sociales que tienen como finalidad producir cambios inducidos y/o planificados con el objeto de resolver problemas o de actuar sobre algún aspecto de la realidad social (p.42). Nivel: Explicativo Según Sampieri (2014), tiene como objetivo obtener respuestas de las causas que ocasionan los eventos físicos o sociales. Diseño: Experimental Según Sampieri (2014) diseño experimental es la situación o control la cual se pueda manipular de manera intencional a una, dos o más variables independientes de modo que se pueda analizar las variables dependientes.
¿Cómo influye la incorporación del PET en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara-2019?	Determinar si la incorporación del PET influye en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara-2019	La incorporación del PET influirá de manera satisfactoria en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente brindando mejoras en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara-2019.			Peso específico	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS			Indice de plasticidad	
¿Cómo influye la incorporación del 3% de PET en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara-2019?	Determinar si la incorporación del 3% PET influye en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara-2019.	La incorporación del 3% PET influirá de manera satisfactoria en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente brindando mejoras en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara-2019.	Diseño de mezcla asfáltica en caliente	Agregados	Agregado fino	METODO DE INVESTIGACIÓN Población y muestra: Sera la cantidad de briquetas que vamos a usar. Tecnica: La tecnica a usar es la tecnica de observacion directa Instrumento: Los ensayos del laboratorio.
¿Cómo influye la incorporación del 6% de PET en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara-2019?	Determinar si la incorporación del 6% PET influye en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara-2019.	La incorporación del 6% PET influirá de manera satisfactoria en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente brindando mejoras en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara-2019.			Cemento asfáltico	
¿Cómo influye la incorporación del 9% de PET en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara-2019?	Determinar si la incorporación del 9% PET influye en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara-2019.	La incorporación del 9% PET influirá de manera satisfactoria en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente brindando mejoras en la calle las Amapolas de la Asociación Nueva Primavera Santa Clara-2019.		Vacíos		
					Punto de ablandamiento	

Figura 8: Matriz de Operacionalización de las variables.

2.3 Población y muestra.

2.3.1 Población.

Según Sampieri (2014) se define como la agrupación o conjunto de casos que se asemejan con una serie de normas las cuales aportan un desarrollo al universo de la investigación (p. 63). La población de la siguiente investigación será definida por la cantidad de briquetas que vamos a usar, en esta investigación será de 30 briquetas.

2.3.2. Muestra.

Borja (2012) menciona que, si todos los sujetos de estudio de investigación fueran iguales, la dimensión de la muestra sería la misma, pero al no ser el caso, tenemos que fijar un tamaño mayor de 1 y menor a la población total. (p.31)

El número de muestras propuestas es lo que nos indica el MTC, para este trabajo serán 30 briquetas.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1 Técnicas.

Borja (2012) menciona que en este punto se debe detallar las técnicas que serán usadas para obtener el informe de campo, se deben presentar todos los formatos que se van a utilizar. (p.33) Para el siguiente estudio se emplearon las siguientes técnicas de investigación.

Según Fidias (2012) nos da a entender que la recopilación de datos se obtiene a través de distintos métodos establecidos para fundamentar una investigación. Siendo la observación el método en empleado en esta investigación. Para ello se utilizarán la data obtenida en los ensayos realizada en establecimiento, laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto Asesores y Consultores SAC. Entidad que nos certifica la confiabilidad y veracidad de nuestros resultados.

2.4.2 Instrumento.

Según Sampieri (2014) menciona que el instrumento es un mecanismo de registros el cual empleara el investigador para obtención de la información realizada en la zona predeterminada (p. 76).

A continuación, presentaremos los instrumentos que serán utilizados y su uso en la realización de esta investigación:

Fotografías, para la evaluación visual y la recopilación de datos necesarios para realizar el diseño y a su vez presentar los ensayos de laboratorio efectuados.

Formatos de inspección, a través de estos se determinará cuál será la calle seleccionada dentro de la Asociación de Nueva Primavera de Santa Clara para realizar el diseño de pavimento propuesto.

Ensayos de laboratorio, a través de los cuales se obtendrán los resultados de la investigación y se comprobara si diseñar una mezcla asfáltica en caliente agregando PET presenta beneficios estructurales y económicos en contraste con un asfalto convencional.

III. RESULTADOS

3.1 Características de investigación.

Para realizar el diseño de la mezcla asfáltica en caliente en esta investigación se empleó el método Marshall, además los agregados finos y gruesos fueron obtenidos de la cantera Santa Clara, (Ate, Lima).

3.2 Evaluación y recolección de componentes.

La selección del agregado fino y grueso fue establecida según la normativa EG 2013-MTC donde se sugiere que estos posean una composición tal que al ser utilizadas en la carpeta asfáltica estas no se deterioren con suma facilidad como consecuencia de los efectos del agua o el tránsito al que puedan ser sometidos. Además, las especificaciones descritas dentro de la EG-2013 MTC establecen que dichos agregados se encontraran limpios y sin residuos de limos. El agregado fino debe ser limpio, duro y superficialmente rugosa y angular, con impurezas cero. De usar relleno mineral es recomendable usar la cal hidráulica, cemento portland o ser un derivado del material pétreo triturado.

Siguiendo con las especificaciones establecidas en el EG-2013 MTC, se denomina agregado grueso a la cantidad de material que es retenido en el tamiz de 4,75 mm (N.º 4); agregado fino al material que es retenido entre el tamiz de 4,75 mm (N.º 4) y 75 µm (N.º 200) y el polvo o relleno mineral al material que atraviesa el tamiz de 75 µm (N.º 200).

3.3 Ensayo de los agregados.

3.3.1 Análisis granulométrico

En la NORMA TÉCNICA NTP 400.012 PERUANA se define a la granulometría como la cuantificación de los agregados y los cálculos de los agregados que se van quedando en los tamices, para poder analizar sus propiedades y su origen. (NTP)

El método más simple de determinar la granulometría de los materiales es lograr que cada partícula pase por distintas mallas de diferentes anchos de entramado; asimismo puedan servir como filtros de los granos que se llama comúnmente columna de tamices.

Parámetros de los agregados para las mezclas asfálticas

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

Figura 9: norma 410 MAC

Análisis Granulométrico (ASTM C136)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ	ABERTURA mm	PESO Retenid.	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumul.	Pasante	
3"	76.200					Peso húmedo 798.28 g Peso seco 790.00 g
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					Contenido de humedad 1.0 % Limite liquido N.P. Limite plástico N.P. Azul de metileno 7.0 mg/g
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					Observaciones Especificaciones Técnicas MTC "EG - 2013" Pavimento de concreto asfáltico en caliente (Sección 423)
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500				100.00	
1/4"	6.350					
# 4	4.750	96.95	12.3	12.3	87.7	
# 8	2.360					
# 10	2.000	185.64	23.5	35.8	64.2	
# 16	1.180					
# 20	0.840					
# 30	0.600					
# 40	0.420	292.14	37.0	72.8	27.2	
# 50	0.300					
# 80	0.180	84.11	10.6	83.4	16.6	
# 100	0.150					
# 200	0.075	63.96	8.1	91.5	8.5	
>200		67.20	8.5	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA

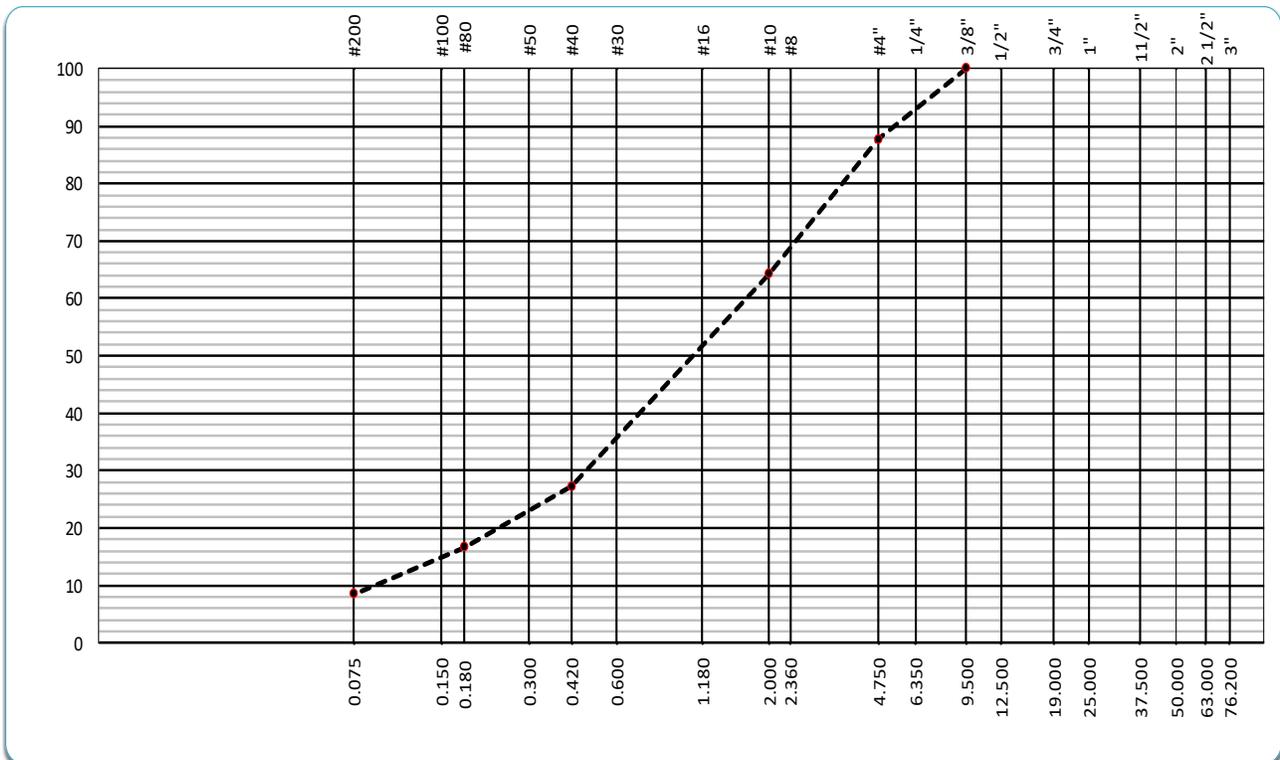


Figura 10: Análisis Granulométrico (ASTM C136).

3.3.2 Peso Unitario.

El MTC-203(2016) determina el peso unitario necesario para realizar el diseño de ciertos métodos de formulación al diseñar el concreto.

Es empleado para establecer la relación volumen-masa para conversiones en acuerdos de compra donde no se ha establecido una relación entre el depósito de almacenamiento y los realizados por este ensayo que nos da el peso unitario seco. (p.298)

Informe de Ensayo Pesos Unitarios.

INFORME DE ENSAYO PESOS UNITARIOS (MTC E203)				
MUESTRA		1	2	3
A	Peso Mat.+ Molde	17725.0	17750.0	17710.0
B	Peso Molde	4141.0	4141.0	4141.0
C	Peso de Material	13584	13609	13569
D	Volumen del Molde	9308.5	9308.5	9308.5
E	Peso Unitario	1459.3	1462.0	1457.7
PROMEDIO		1459.7 kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO				
MUESTRA		1	2	3
A	Peso Mat.+ Molde	18520.0	18529.0	18530.0
B	Peso Molde	4141	4141	4141
C	Peso de Material	14379	14388	14389
D	Volumen del Molde	9308.5	9308.5	9308.5
E	Peso Unitario Varillado	1544.7	1545.7	1545.8
PROMEDIO		1545.2 kg/m3		

Figura 11: Ensayo Pesos Unitarios

3.3.3 Peso específico y absorción de agregado grueso

Según MTC E 206 – E 205 (2016) se llena los poros de agua la muestra de agregado, sumergiéndola por 24 horas. Luego se seca el agua de la superficie quitándola del agua y se pesa.

Se sumerge en el agua a la muestra y se pesa. Después se pesa por tercera vez la muestra una vez secada al horno. Obtenido los datos de pesos, se puede hallar la absorción y los tres tipos de peso específico.

El ensayo de absorción se define como el incremento de la masa del agregado como resultado de la filtración del agua a través de los poros existentes en el material, no incluyendo el agua que se adhiere al exterior y superficialmente sobre las partículas, esto se manifiesta como el porcentaje de masa seca del material. IDENTIFICACIÓN SALES SOLUBLES (%) Piedra Chancada- Agregado grueso 0.316 Arena Gruesa- Agregado Fino 0.263 60

Se dice que un agregado es “seco” cuando este ha sido sometido bajo una temperatura de 110°C \pm 5°C por un lapso de tiempo considerable como para eliminar totalmente el agua que no se ha combinado (p.312).

Absorción del agregado grueso

Ensayos	Norma	Requerimiento altitud (m.s.n.m)	
		≤ 3000	> 3000
Absorción	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

Figura 12: manual de carreteras EG-2013

Informe de Ensayo Gravedad Específica y Absorción (MTC E206)

AGREGADO GRUESO						
MUESTRA		1	2	3	4	PROMEDIO
A	Peso del material saturado superficial seco (en el aire) (g)	1866.0	1845.0			
B	Peso del material saturado superficial seco (en el agua) (g)	1176	1162			
C	Volumen de masa + Volumen de vacíos (cc)	690.00	683.00			
D	Peso del material seco en el horno (105°C) (g)	1858.00	1838.0			
E	Vol. de masa (g)	682.00	676.0			
F	Peso específico bulk (base seca) (g./cc)	2.693	2.691			2.692
G	Peso específico bulk (base saturada) (g./cc)	2.704	2.701			2.703
H	Peso específico aparente (base seca) (g./cc)	2.724	2.719			2.722
I	% de absorción	0.4	0.4			0.4

Figura 13: manual de carreteras EG-2013

3.3.4 Ensayo de Abrasión de los Ángeles.

De acuerdo MTC E 207(2016) este tipo de ensayo nos sirve para poder hallar la resistencia y durabilidad de los agregados mediante una combinación de acciones que se realizan en rotación dentro de un tambor de acero que por dentro tiene una cantidad de esferas de acero, según sea la gradación del agregado.

Este ensayo establece un procedimiento para agregados gruesos tamaños más pequeños que 37,5 mm (1 1/2 plg) que permite la determinación de la resistencia a la degradación utilizando la máquina de ensayo de Los Ángeles (p.315).

Ensayo de Abrasión de los Ángeles.

Ensayos	Norma	Requerimiento altitud (m.s.n.m)	
		≤ 3000	> 3000
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.

Figura 14: manual de carreteras EG-2013

Informe de Ensayo Abrasión los Ángeles (MTC E207)

INFORME DE ENSAYO ABRASIÓN LOS ANGELES (MTC E207)					
MUESTRA	1	2	3	4	5
GRADACIÓN	"B"	"B"			
PESO MUESTRA	5000	5000			
1.1/2'' - 1''					
1'' - 3/4''					
3/4'' - 1/2''	2500	2500			
1/2'' - 3/8''	2500	2500			
3/8'' - 1/4''	-	-			
1/4'' - N° 4	-	-			
N° 4 - N° 8	-	-			
RETENIDO N°12	4390	4395			
PASA N° 12	610	605			
% DESGASTE	12.2	12.1			
PROMEDIO	12.2 %				

Figura15: Elaboracion propia.

3.3.5 Durabilidad (Sulfato De Sodio y Sulfato de Magnesio)

Según el MTC E 209(2016) se define la durabilidad como la capacidad de resistencia a la desintegración que tienen los agregados grueso y fino al ser sometidos a soluciones saturadas de sulfato de sodio o magnesio, en un rango de entre 16 y 18 horas, siendo toda la muestra cubierta por la solución. Posteriormente se extrae la muestra del agregado y se coloca para su secado en un horno. Seguidamente se vuelve a realizar el proceso de sumergir y secar durante un número de

ciclos definidos. Los resultados que se generan como consecuencia del empleo de dichas sales, difieren notablemente, por lo que hay que establecer límites objetivos para estos ensayos (p.329).

Durabilidad (Sulfato De Sodio y Sulfato de Magnesio)

Ensayos	Norma	Requerimiento altitud (m.s.n.m.)	
		≤ 3000	> 3000
Durabilidad (al Sulfato de magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.

Figura 16: manual de carreteras EG-2013.

Durabilidad al Sulfato de Sodio Y Magnesio (MTC E209)

ANÁLISIS CUANTITATIVO AGREGADO GRUESO										
TAMAÑO		Gradación	Peso	Peso	N° de	Peso ret.	Pérdida		Pérdida	N° de
Pasa	Retiene	Original (%)	requerido (g)	fracción ensayada (g)	partículas	después de ensayo (g)	Peso (gr)	%	corregida (%)	partículas
2 1/2"	2"		3000±300							
2"	1 1/2"		2000±200							
1 1/2"	1"		1000±50							
1"	3/4"		500±30							
3/4"	1/2"	48.7	670±10	670.0		643.3	26.7	4.0	1.94	
1/2"	3/8"	10.8	330±5	331.0		278.4	52.6	15.9	1.71	
3/8"	N° 4	21.3	300±5	300.0		272.4	27.6	9.2	1.96	
TOTAL									5.62	

Figura 17: manual de carreteras EG-2013

3.3.6 Porcentaje De Caras Fracturadas Agregado Grueso

De acuerdo a MTC E 210(2016) este método nos brinda la cantidad de partículas fracturadas del agregado grueso, la cantidad nos da en porcentaje.

Las especificaciones varían de acuerdo con el número de caras de fractura que se requieren sobre una determinada partícula fracturada, además se diferencia del porcentaje por masa. Si no lo

especifican las especificaciones, se deben emplear criterios de al menos una de las caras fracturada, calculándose el porcentaje por masa. (MTC-E-210, 2016, p.338).

Porcentaje de Caras Fracturadas Agregado Grueso

Ensayos	Norma	Requerimiento altitud (m.s.n.m)	
		≤ 3000	> 3000
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70

Figura 18: manual de carreteras EG-2013.

Informe de Ensayo Porcentaje de Caras Fracturadas en los Agregados

INFORME DE ENSAYO PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS (MTC E210)						
Porcentaje con una cara fracturada						
Tamaño del Agregado	A	B	C	D	E	
Pasa Tamiz	Retenido T. (g)	(g)	(B/A)*100	% Parcial	CxD	
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	494.3	494.3	100.0	44.19	44.19
1/2"	3/8"	324.9	324.9	100.0	29.05	29.05
3/8"	1/4"	299.3	299.3	100.0	26.76	26.76
					TOTAL	100.00 %
Porcentaje con dos o más caras fracturadas						
Tamaño del Agregado	A	B	C	D	E	
Pasa Tamiz	Retenido T. (g)	(g)	(B/A)*100	% Parcial	CxD	
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	494.3	494.3	100.0	44.19	44.19
1/2"	3/8"	324.9	324.9	100.0	29.05	29.05
3/8"	1/4"	299.3	299.3	100.0	26.76	26.76
Total:					TOTAL	100.00 %

Figura 19: Elaboración propia

3.3.7 Ensayo de sales solubles

De acuerdo al MTC E 219 (2016) este ensayo se realiza con el procedimiento analítico de cristalización para hallar el contenido de sulfatos y cloruros, solubles en agua, de la arena y piedra chancada empleados a mezclas asfálticas y bases estabilizadas.

Una muestra de agregado es sometida a constantes lavados con agua destilada con una temperatura de ebullición, hasta alcanzar extraer totalmente las sales. La existencia de éstas se manifiesta por medio de reactivos químicos, dichos reactivos al menor indicio de sales generan precipitados sumamente visibles. Por último, del total de agua de lavado se recoge una alícuota y se prosigue a cristalizarla para establecer el número de sales presentes (MTC E 219, 2016, p.378)

Sales Solubles Totales (MTC E219)

SALES SOLUBLES TOTALES (MTC E219)			
Ensayo	Resultados		Especificación
	ppm	%	%
Contenido de sales solubles	654.0	0.07	0.5 máx.

Figura 20: manual de carreteras EG-2013.

3.3.8 Ensayo de Partículas Chatas y Alargadas

Según la ASTM 4791(2018) para dicho ensayo la dimensión promedio se define como el tamaño medio entre las dos aberturas 1” a ¾, ¾” a ½ “, ½”a ¾”, etc.; en que los agregados se ven retenidos al tamizarlos.

El ensayo de índice de aplanamiento y de alargamiento arroja estimaciones importantes para la clasificación y determinación de si es o no un agregado material adecuado para conformar capas granulares.

Se denomina partícula chata cuando la relación ancho-espesor es mayor de 1/3 y alargada cuando la relación largo-ancho es mayor de 1/3 (p.391).

Parámetros Partículas Chatas y Alargadas.

Ensayos	Norma	Requerimiento altitud (m.s.n.m)	
		≤ 3000	> 3000
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.

Figura 21: manual de carreteras EG-2013.

Resultados de chatas y alargadas (ASTM D4791)

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (ASTM D4791)						
Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz.	(g)	(g)	(B/A)*100	%	(CxD)/100
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	494.3	14.0	2.8	44.19	1.25
1/2"	3/8"	324.9	15.1	4.6	29.05	1.35
3/8"	1/4"	299.3	13.2	4.4	26.76	1.18
TOTAL						3.78 %

Figura 22: Elaboración Propia

3.3.9 Equivalente de Arena.

El Ensayo de equivalente de arena de acuerdo al MTC E 114(2016) determina que grado de contaminación presentan las arenas, debido a que como mínimo pueden presentar un 50% de contaminación. De alcanzar el valor mínimo se establece que contiene un exceso de finos, indicador perjudicial para una mezcla. (p374).

Parámetros Equivalente de Arena.

ensayos	norma	requerimiento altitud (msnm)	
		≤ 3000	> 3000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70

Figura 23: manual de carreteras EG-2013.

Resultados de Equivalente de Arena.

EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E514)			
DESCRIPCIÓN		MUESTRAS	
		1	2
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.76	4.76
Hora de entrada a saturación		9:15	9:23
Hora de salida de saturación	(10')	9:25	9:33
Hora de entrada a decantación		9:27	9:35
Hora de salida de decantación	(20')	9:47	9:55
Lectura Inicial	pulg	6.1	6.1
Lectura Final	pulg	3.2	3.3
Equivalente de Arena	%	52.5	54.1
PROMEDIO		54.0 %	

Figura 24: Elaboración Propia

3.3.10 Angularidad del agregado fino.

El MTC E 222 (2016) lo define como el porcentaje de vacíos con presencia de aire que se encuentran en las partículas con un diámetro menor de 2,36 mm (pasante malla N° 8), ligeramente compactados. 2.2 Este modo operativo no intenta demostrar todo lo relacionado acerca de la seguridad que hay de tener al realizar dicha prueba. Dicha responsabilidad recae en cada usuario que emplee este modo operativo, definir la seguridad apropiada y prácticas de salud estableciendo la aplicabilidad de los límites regulatorios previo uso (p.389).

Angularidad del Agregado Fino (MTC E222)

ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO (MTC E222)						
A	B	C	D	E	F	G
Peso material+molde	Peso molde	Peso material (A-B)	Volumen molde	Peso volumetrico (C-D)	Gravedad especifica	Angularidad
407.10	252.8	154.3	99.3	55.0	2.756	43.61
409.48	252.8	156.7	99.3	57.4	2.756	42.75
406.72	252.8	153.9	99.3	54.6	2.756	43.75
407.03	252.8	154.2	99.3	54.9	2.756	43.64
PROMEDIO						43.4

Figura 25: manual de carreteras EG-2013.

3.3.11 Índice de Plasticidad (malla N° 40 N°200)

Parámetros Índice de Plasticidad (malla N° 40 N°200)

ensayos	norma	requerimiento altitud (msnm)	
		≤ 3000	> 3000
Índice de Plasticidad (malla N.° 40)	MTC E 111	NP	NP
Índice de Plasticidad (malla N.° 200)	MTC E 111	4 máx.	NP

Figura 26: manual de carreteras EG-2013.

3.4 Ensayo Marshall a la mezcla asfáltica

Mezcla asfáltica tradicional

Diseñamos la mezcla asfáltica en caliente mediante el método de Marshall. En el siguiente cuadro se muestra las dosificaciones y los materiales utilizados en el ensayo.

Materiales

INSUMOS	CARACTERÍSTICAS	ORIGEN
Agregados	Grava triturada	Cantera Santa Clara
	Arena zarandeada	Cantera Santa Clara
Asfalto convencional	PEN 60/70	PetroPeru

Figura 27: Elaboración propia

Para la evaluación de los parámetros de nuestra mezcla asfáltica, se determinó realizar el ensayo por el método Marshall. A continuación, se presentan los siguientes cuadros donde se muestra el diseño de una mezcla tradicional con respecto a cinco puntos de contenido de cemento asfáltico.

En la siguiente tabla se muestran los resultados del ensayo por el método de Marshall, obtenidos al aplicar un 4.3% de cemento asfáltico.

Informe de Ensayo Marshall (ASTM D1559)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	80.5	76.2	60.3	45.9	16.6	10.2	5.4
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.3			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.99			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					57.26			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.48			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4* (Bulk) gr/cc					2.692			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.673			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.722			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.727			
11	Altura promedio de la briqueeta cm								
12	Peso de la briqueeta al aire (gr)				1244.0	1241.5	1245.0		
13	Peso de la briqueeta al agua por 60'(gr)				1246.6	1243.0	1247.9		
14	Peso de la briqueeta desplazada (gr)				726.0	724.0	727.0		
15	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc) = (13-14)				520.6	519.0	520.9		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueeta = (12/15)				2.390	2.392	2.390	2.391	
17	Peso Especifico Máximo - Rice (ASTM D 2041)					2.593			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				7.9	7.8	7.8	7.8	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.682			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.785			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.40			
22	% de Asfalto Efectivo					2.93			
23	Relación Polvo/Asfalto					0.5			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.7	14.6	14.7	14.7	14
25	% Vacios llenos con C.A.				46.7	47.0	46.7	46.8	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				12.0	13.0	12.0	12.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1504	1505	1490		
28	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1504	1505	1490	1499	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				5012	4629	4965	4569	1700 - 4000

Figura 28: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestran los resultados del ensayo por el método de Marshall, obtenidos al aplicar un 4.8% de cemento asfáltico.

Informe de Ensayo Marshall (ASTM D1559)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100	100.0	80.5	76.2	60.3	45.9	16.6	10.2	5.4	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8	
BRIQUETA N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.					
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				4.8					
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				37.79					
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				56.96					
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla				0.48					
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc				1.021					
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc				2.692					
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.673					
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.110					
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc				2.722					
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc				2.727					
11	Altura promedio de la briqueta cm				0.000					
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1245.8	1249.7	1246.0			
13	Peso de la briqueta al agua por 60" (gr)				1247.4	1251.8	1247.0			
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				730.0	734.0	730.0			
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				517.4	517.8	517.0			
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.408	2.413	2.410	2.410		
17	Peso Especifico Máximo - Ríce (ASTM D 2041)				2.561					
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				6.0	5.8	5.9	5.9	3 - 5	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total = (2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)				2.682					
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total = (2+3+4)/((100/17-1/5)				2.771					
21	Asfalto Absorbido por el Agregado = (100 x 5 x (20-19))/(19x 20)				1.21					
22	% de Asfalto Efectivo = 1-(21x(2+3+4)/100				3.62					
23	Relación Filler/Betun				0.7					
24	V.M.A. = 100-(2+3+4+5)x(16/19)				14.5	14.3	14.4	14.4	14	
25	% Vacíos llenos con C.A. = 100x(24-18)/24				58.8	59.7	59.1	59.2	0	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				13.0	13.0	13.0	13.0	8 - 14	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1389	1378	1341	0		
28	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00	0		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1389	1378	1341	1369	MIN 815	
30	Estabilidad / Flujo = (29/26) x 100				4272	4240	4125	4212	1700 - 4000	

Figura 29: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestran los resultados del ensayo por el método de Marshall, obtenidos al aplicar un 5.3% de cemento asfáltico.

Informe de Ensayo Marshall (ASTM D1559)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100	100.0	80.5	76.2	60.3	45.9	16.6	10.2	5.4	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8	
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.3					
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				37.59					
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				56.66					
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla				0.47					
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc				1.021					
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc				2.692					
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.673					
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.110					
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc				2.722					
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc				2.727					
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1257.3	1256.9	1258.0			
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1258.4	1256.3	1258.9			
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				743.0	740.0	742.0			
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) - (13-14)				515.4	516.3	516.9			
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta - (12/15)				2.440	2.433	2.434	2.435		
17	Peso Especifico Máximo - Ricc (ASTM D 2041)				2.549					
18	% de Vacios - (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.3	4.6	4.5	4.5	3 - 5	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total - (2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)				2.682					
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total - (2+3+4)/((100/17-1/5)				2.781					
21	Asfalto Absorbido por el Agregado - (100x5x(20-19))/(19x 20)				1.35					
22	% de Asfalto Efectivo - 1-(21x(2+3+4)/100				3.99					
23	Relación Filler/Betun				0.7					
24	V.M.A. - 100-(2+3+4+5)x(16/19)				13.8	14.1	14.1	14.0	14	
25	% Vacios llenos con C.A. - 100x(24-18)/24				68.9	67.5	67.7	68.0	0.00	
26	Flujo 0,81"(0,25 mm)				14.0	14.0	14.0	14.0	8 - 14	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1335	1348	1355			
28	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00			
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1335	1348	1355	1346	MIN 815	
30	Estabilidad / Flujo - (29/26) x 100				9813	9853	9870	9845	1700 - 4000	

Figura 30: Elaboración propia

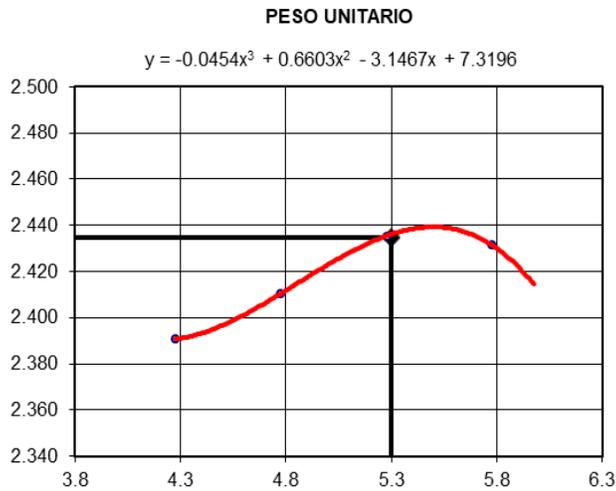
En la siguiente tabla se muestran los resultados del ensayo por el método de Marshall, obtenidos al aplicar un 5.8% de cemento asfáltico.

Informe de Ensayo Marshall (ASTM D1559)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100	100.0	80.5	76.2	60.3	45.9	16.6	10.2	5.4	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8	
BRIQUETA N°						1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.8				
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.39				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					56.36				
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.47				
5	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021				
6	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2.692				
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.673				
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110				
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.722				
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.727				
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)					1262.4	1262.7	1260.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60"(gr)					1263.8	1263.8	1261.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)					745.0	744.0	743.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) - (13-14)					518.8	519.8	518.0		
16	Peso específico Bulk de la Briqueta - (12/15)					2.433	2.429	2.432	2.432	
17	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 3041)					2.526				
18	% de Vacíos - (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)					3.7	3.8	3.7	3.7	3 - 5
19	Peso Específico Bulk Agregado Total - (2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)					2.632				
20	Peso Específico Efectivo Agregado total - (2+3+4)/((100/17-1/5)					2.777				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado - (100x5x(20-8))/(19x20)					1.29				
22	% de Asfalto Efectivo - 1-(21x(2+3+4))/100					4.56				
23	Relación Filler/Betun					0.3				
24	V.M.A. - 100-(2+3+4+5)x(16/19)					14.5	14.7	14.6	14.6	14
25	% Vacíos llenos con C.A. - 100x(24-18)/24					74.7	73.9	74.6	74.4	0.00
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)					15.0	16.0	16.0	15.7	3 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)					1314	1309	1292		
28	Factor de estabilidad					1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28					1314	1309	1292	1305	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo - (29/26) x 100					3503	3273	3231	3335	1700 - 4000

Figura 31: Elaboración propia

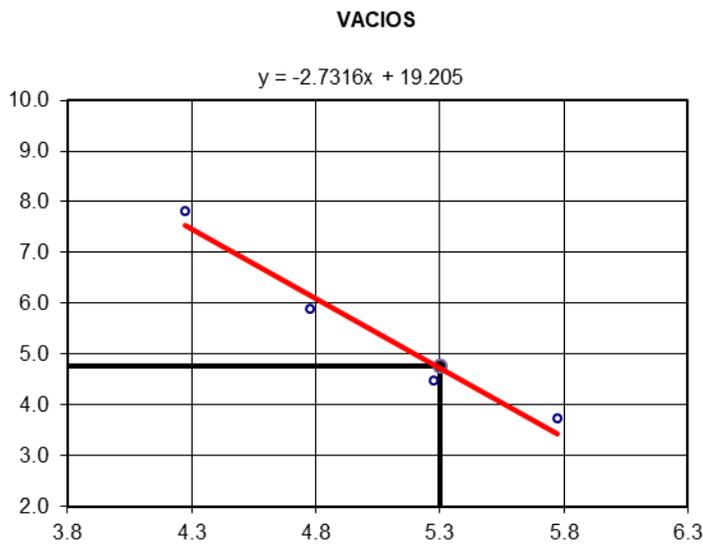
Una vez obtenido los datos de las muestras, se procedió a realizar las respectivas gráficas para determinar el óptimo contenido de cemento asfáltico y por consiguiente su respectivo índice de rigidez.



% C.M	P.U (gr/cm2)
4.3	2.3906
4.8	2.4104
5.3	2.4353
5.8	2.4315

Figura 32. Peso específico. Elaboración propia

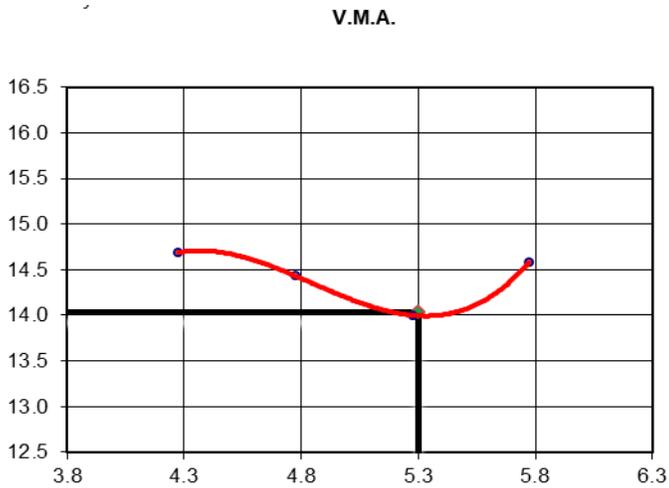
En la figura se puede observar el contenido óptimo de cemento asfáltico, siendo este un 5.3% además de tener un peso específico de 2.4 g/cm².



% C.M	% VACIOS
4.3	7.8
4.8	5.9
5.3	4.5
5.8	3.7

Figura 33. Porcentaje de Vacíos. Elaboración Propia.

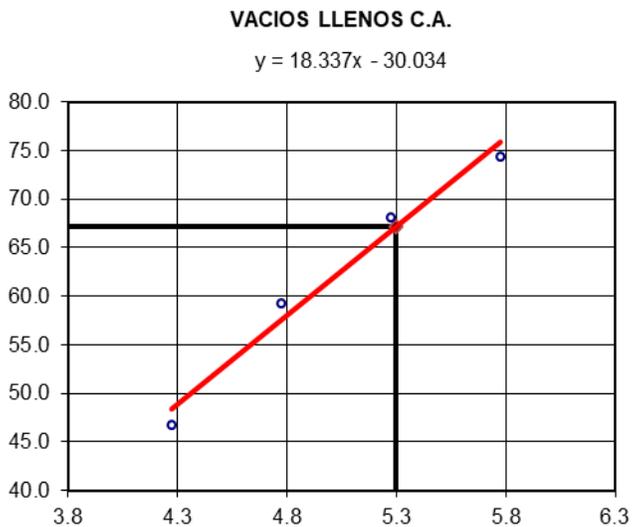
En la figura se muestra el contenido óptimo de cemento asfáltico es un 5.3% con un porcentaje de vacíos de 4.5%.



% C.M	V.M.A
4.3	14.7
4.8	14.4
5.3	14.0
5.8	14.6

Figura 34. VMA. Elaboración Propia.

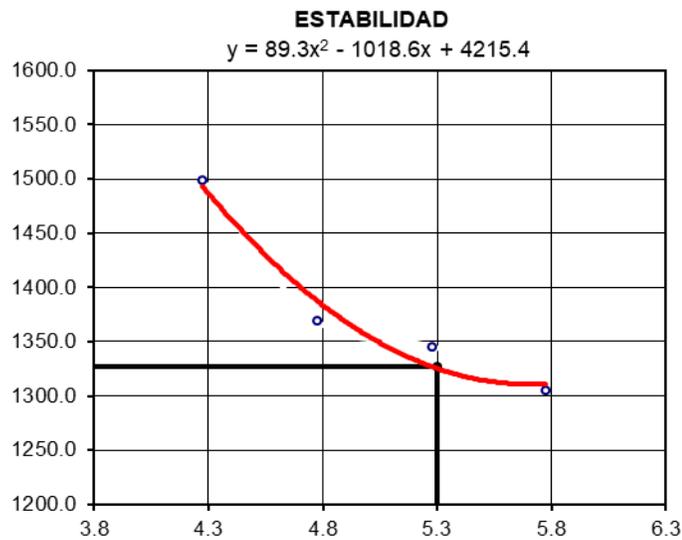
En la figura se puede observar que un porcentaje de 5.3% es el contenido óptimo para un asfalto con un VMA de 14.0%.



% C.M	V.L.L.C.A
4.3	46.8
4.8	59.2
5.3	68.0
5.8	74.4

Figura 35. Vacíos Llenos de Cemento Asfáltico. Elaboración Propia.

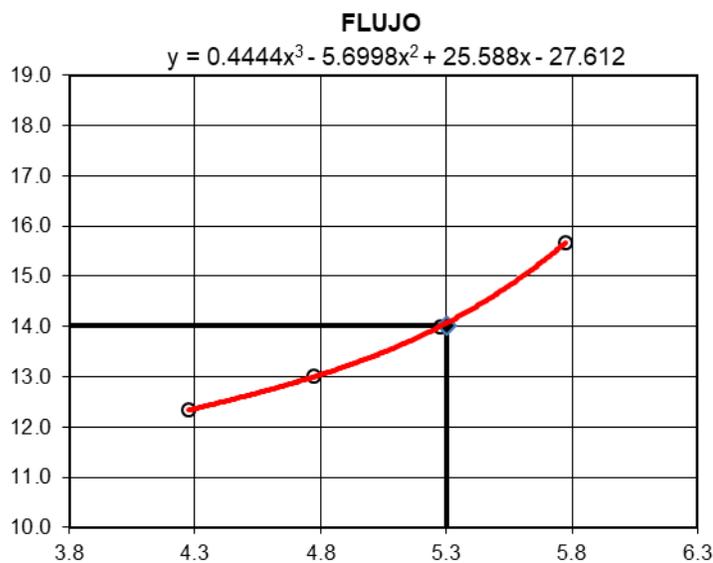
En la figura se observa un porcentaje de 5.3% representa el contenido óptimo de asfalto y se obtiene un 68.0% de VLLCA.



% C.M	ESTABILIDAD
4.3	1499.2
4.8	1369
5.3	1345.9
5.8	1305

Figura 36. Estabilidad. Elaboración Propia

En la figura se observa que al ser el 5.3% el contenido óptimo de asfalto se obtendrá una estabilidad de 1345.9 kg.



% C.M	FLUJO
4.3	12.3
4.8	13
5.3	14.0
5.8	15.7

Figura 37. Flujo. Elaboración propia

En la figura se observa que siendo el 5.3% el contenido óptimo de asfalto se obtendrá una fluencia de 14 mm.

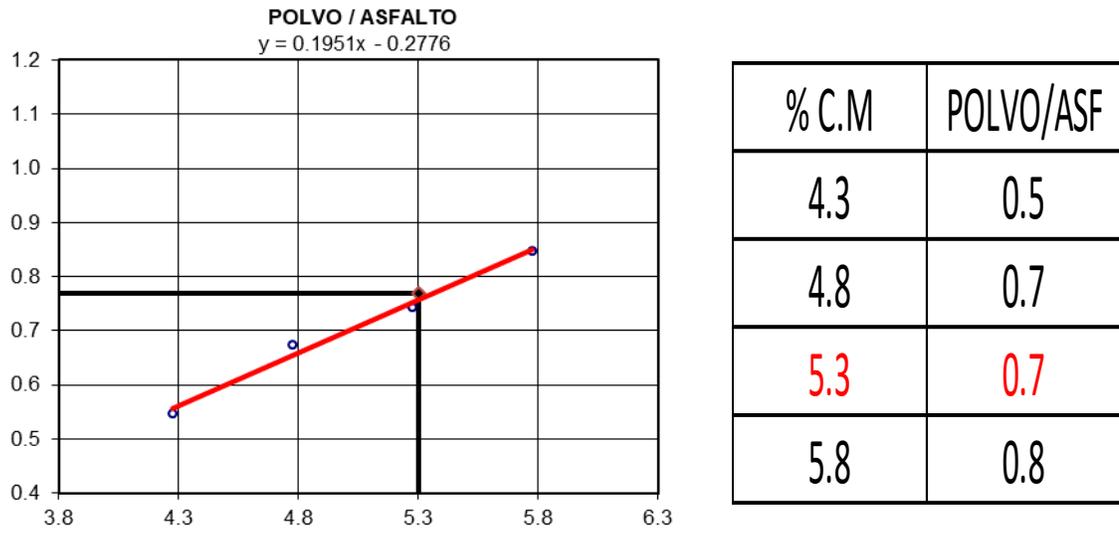


Figura 38. Polvo/Asfalto. Elaboración propia.

En la figura se puede observar que con un contenido óptimo del 5.3% de asfalto se encuentra una relación polvo asfalto de 0.7.

ENSAYO MARSHALL A LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON PLÁSTICO.

Mezcla Asfáltica Modificada. Para realizar la mezcla asfáltica modificada se halló el tipo de MAC que se usara, el cual es de 5.3% de cemento asfáltico, el cual nos servirá para diseñar nuestra mezcla asfáltica modificada con porcentajes de 3%, 6%, 9% de plástico reciclado que reemplazará al agregado grueso. A continuación, se muestra los materiales utilizados en el ensayo.

Materiales usados el ensayo

INSUMOS	CARACTERÍSTICAS	ORIGEN
Agregados	Grava triturada	Cantera Santa Clara
	Arena zarandeada	Cantera Santa Clara
Asfalto convencional	PEN 60/70	PetroPeru
Plástico de botella	polietileno tereftalato	Industrias PET

Figura 39: Elaboración Propia

Se continúa con los 3 tipos de diseños de mezclas:

Informe de Ensayo Marshall (ASTM D1559)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 100
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	80.5	76.2	60.3	45.9	16.6	10.2	5.4
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.30				
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				34.58				
	% PET				3.00				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				56.65				
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla				0.47				
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc				1.021				
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc				2.692				
	Peso Especifico del PET gr/cc				1.380				
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.673				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.110				
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc				2.722				
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc				2.727				
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1214.5	1216.3	1215.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60"(gr)				1228.6	1232.1	1225.6		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				637.0	639.0	639.8		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) - (13-14)				591.6	593.0	585.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta - (12/15)				2.053	2.051	2.074	2.059	
17	Peso Especifico Máximo - Rice (ASTM D 2041)				2.431				
18	% de Vacios - $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)				15.5	15.6	14.7	15.3	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total - $(2+3+4) / (2/6+3/7+4/8)$				2.604				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total - $(2+3+4) / ((100/17-1/5)$				2.634				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado - $(100 \times 5 \times (20-19)) / (19 \times 20)$				0.44				
22	% de Asfalto Efectivo - $1 - (21 \times (2+3+4)) / 100$				4.88				
23	Relación Filler/Ectun				0.91				
24	V.M.A. - $100 - (2+3+4+5) \times (16/19)$				25.3	25.4	24.6	25.1	14
25	% Vacios llenos con C.A. - $100 \times (24-18) / 24$				38.7	38.6	40.3	39.2	0.00
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				18.0	18.0	17.0	17.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1028	1053	1124		
28	Factor de estabilidad				0.81	0.81	0.83		
29	Estabilidad Corregida 27 + 28				833	853	933	873	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo - $(29/26) \times 100$				1850	1896	2194	1980	1700 - 4000

Figura 40: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra el ensayo de Marshall, donde la mezcla modificada con un 3% de PET reemplaza al agregado grueso y un porcentaje de cemento asfáltico del 5.3%.

Informe de Ensayo Marshall (ASTM D1559)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
UNICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
PASA MATERIAL	100.0	100.0	80.5	76.2	69.3	45.9	16.6	10.2	5.4
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
RIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.30				
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				31.58				
	% PET				6.00				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				56.17				
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla				0.95				
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc				1.021				
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc				2.692				
	Peso Especifico del PET gr/cc				1.380				
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.673				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.110				
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc				2.722				
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc				2.727				
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1213.7	1211.6	1213.5		
13	Peso de la briqueta al agua por 60" (gr)				1241.4	1249.8	1248.1		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				596.0	610.4	606.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) - (13-14)				645.4	639.4	641.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta - (12/15)				1.881	1.895	1.891	1.889	
17	Peso Especifico Máximo - Rice (ASTM D 2041)				2.420				
18	% de Vacios - (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				22.3	21.7	21.9	22.0	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total - (2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)				2.532				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total - (2+3+4)/((100/17-1/5)				2.622				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado - (100x5x (20-19))/(19x20)				1.37				
22	% de Asfalto Efectivo - 1-(21x(2+3+4)/100)				4.00				
23	Relación Filler/Betun				0.74				
24	V.M.A. - 100-(2+3+4+5)x(16/19)				29.7	29.1	29.3	29.4	14
25	% Vacios llenos con C.A. - 100x(24-18)/24				24.8	25.5	25.3	25.2	0.00
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				18.0	18.0	18.0	18.0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				895	828	952		
28	Factor de estabilidad				0.76	0.76	0.76		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				612	629	724	655	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo - (29/26) x 100				1360	1398	1608	1455	1700 - 4000

Figura 41: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra el ensayo de Marshall con una mezcla modificada donde 6% de PET reemplaza al agregado grueso y existe un 5.3% de cemento asfáltico.

Informe de Ensayo Marshall (ASTM D1559)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	80.5	76.2	60.3	45.9	16.6	10.2	5.4	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8	
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.30					
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				28.58					
					9.00					
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				56.17					
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla				0.95					
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc				1.021					
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc				2.692					
					1.380					
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.673					
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.110					
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc				2.722					
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc				2.727					
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1207.8	1200.9	1203.3			
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1264.6	1263.6	1268.4			
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				567.0	560.9	569.0			
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				697.6	702.7	699.4			
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				1.731	1.709	1.720	1.720		
17	Peso Especifico Máximo - Rice (ASTM D 2041)				2.392					
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				27.6	28.5	28.1	28.1	3 - 5	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total = (2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)				2.462					
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total = (2+3+4)/((100/17-1/5)				2.586					
21	Asfalto Absorbido por el Agregado=(100x5x(20-9))/(19x20)				1.98					
22	% de Asfalto Efectivo = 1-(21x(2+3+4)/100				3.42					
23	Relación Filler/Betun				0.64					
					0.6 - 1.3					
24	V.M.A. = 100-(2+3+4+5)x(16/19)				33.4	34.3	33.8	33.8	14	
25	% Vacíos llenos con C.A. = 100x(24-18)/24				17.4	16.7	17.1	17.1	0.00	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				18.0	18.0	18.0	18.0	8 - 14	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				697	678	686			
28	Factor de estabilidad				0.76	0.76	0.76			
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				530	515	521	522	MIN 815	
30	Estabilidad / Flujo = (29/26) x 100				1178	1145	1158	1160	1700 - 4000	

Figura 42: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra el ensayo de Marshall con una mezcla modificada de 9% de PET que reemplaza al agregado grueso y un 5.3% de cemento asfáltico.

Una vez obtenido los datos de los diseños de mezclado modificado, se prosiguieron a producir las siguientes gráficas a fin de comparar su respectivo índice de rigidez.

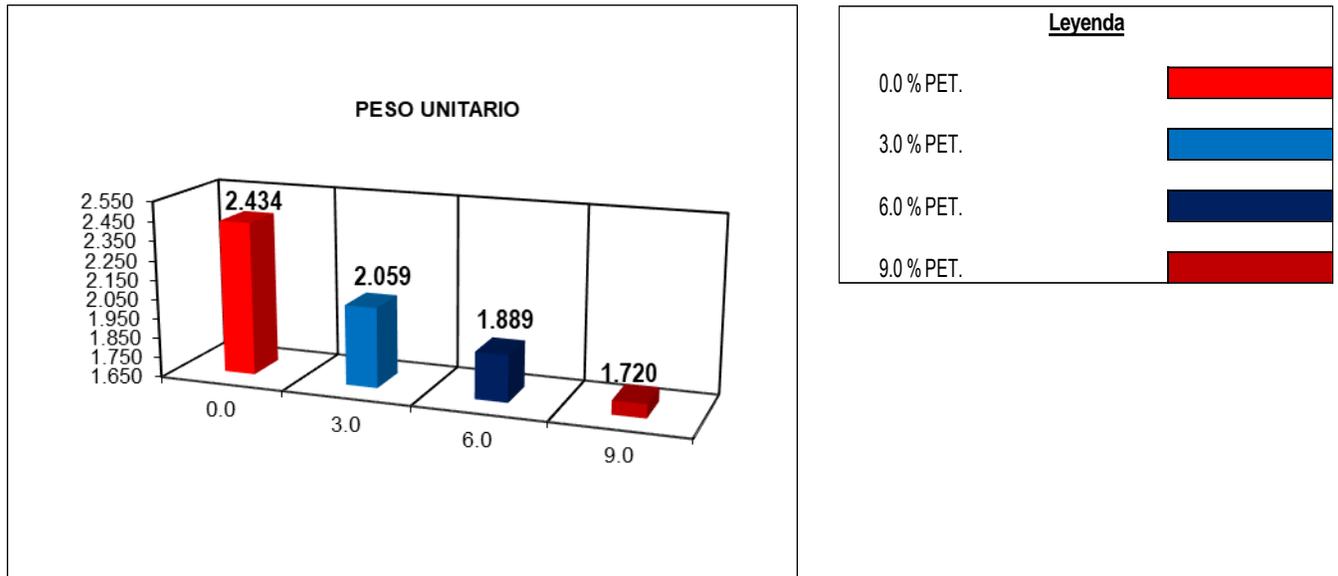


Figura 43. Peso Unitario. Elaboración Propia.

En el gráfico se puede observar que a medida que se le va agregando el Pet al diseño de mezcla asfáltica el peso unitario disminuye.

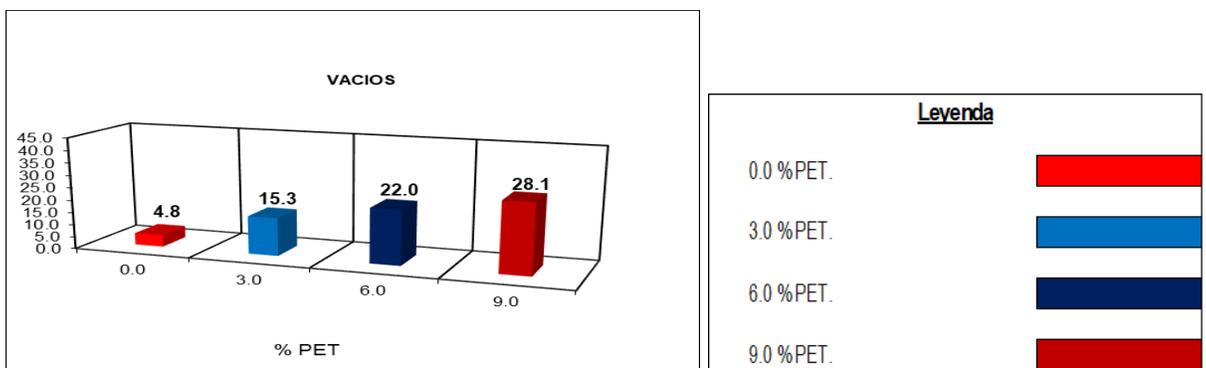


Figura 44. Vacíos. Elaboración Propia.

En el gráfico se puede observar que el porcentaje de vacíos aumenta según la cantidad de Pet que se le va agregando al diseño de mezcla asfáltica, y así superando el rango establecido en el reglamento.

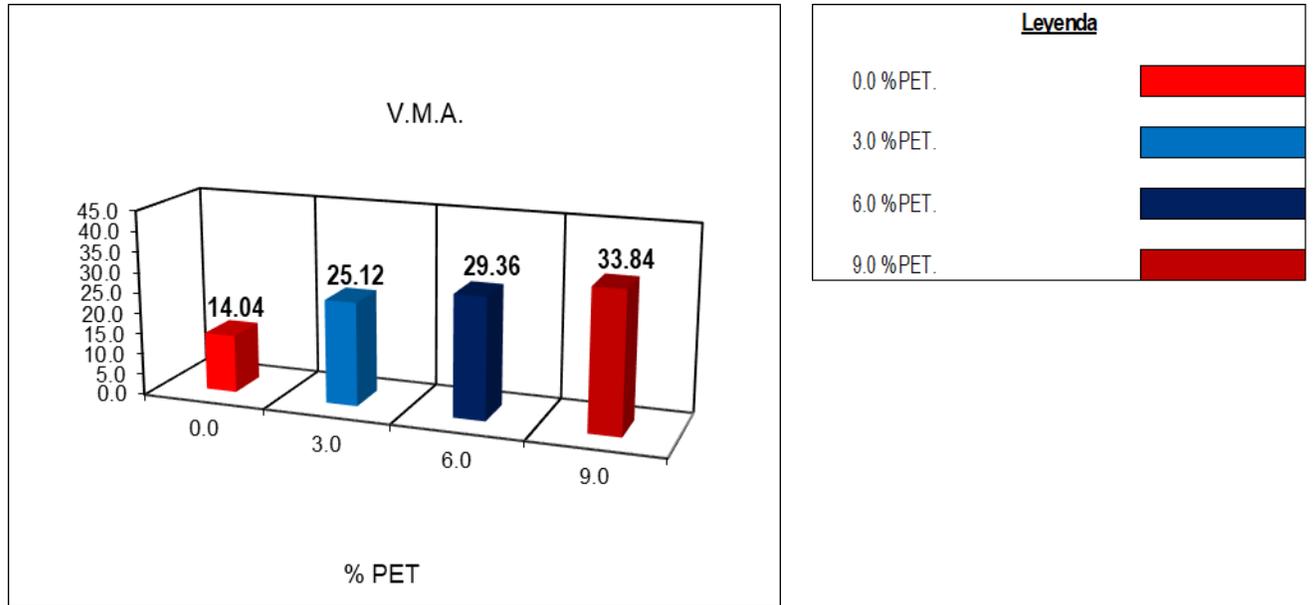


Figura 45. V.M.A. Elaboración Propia.

En el gráfico se puede observar que el VMA aumenta según la cantidad de Pet que se le va agregando al diseño de mezcla asfáltica.

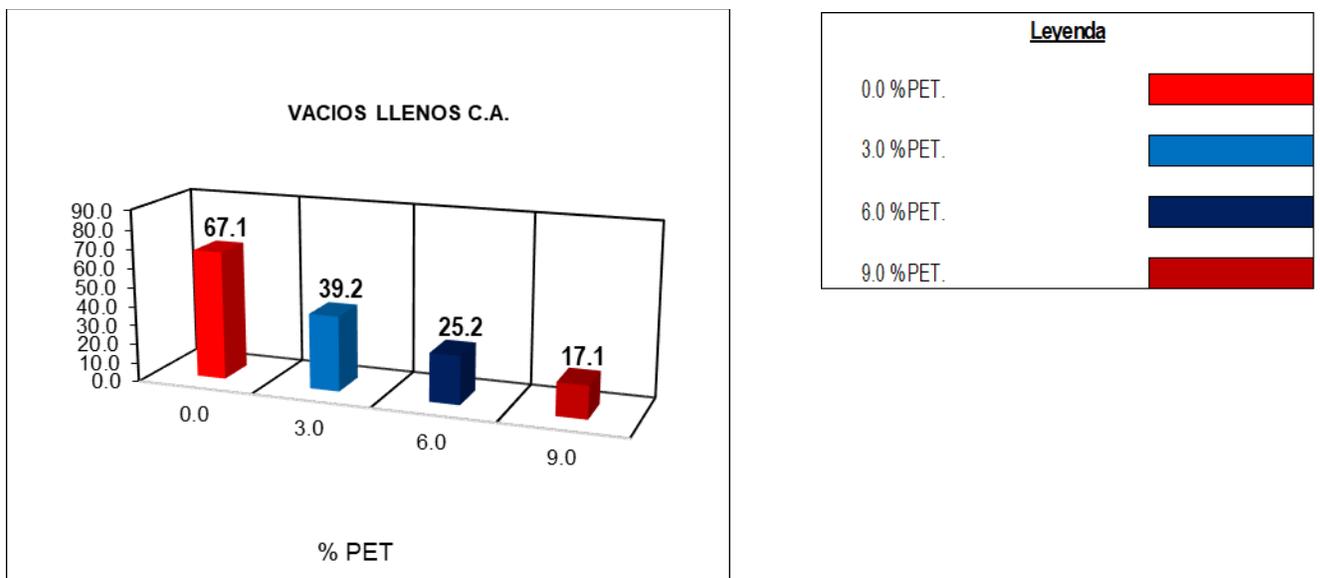


Figura 47. Vacíos llenos de C.A. Elaboración Propia.

En el gráfico se puede observar que los vacíos llenos C.A disminuye según la cantidad de Pet que se le va agregando al diseño de mezcla asfáltica.

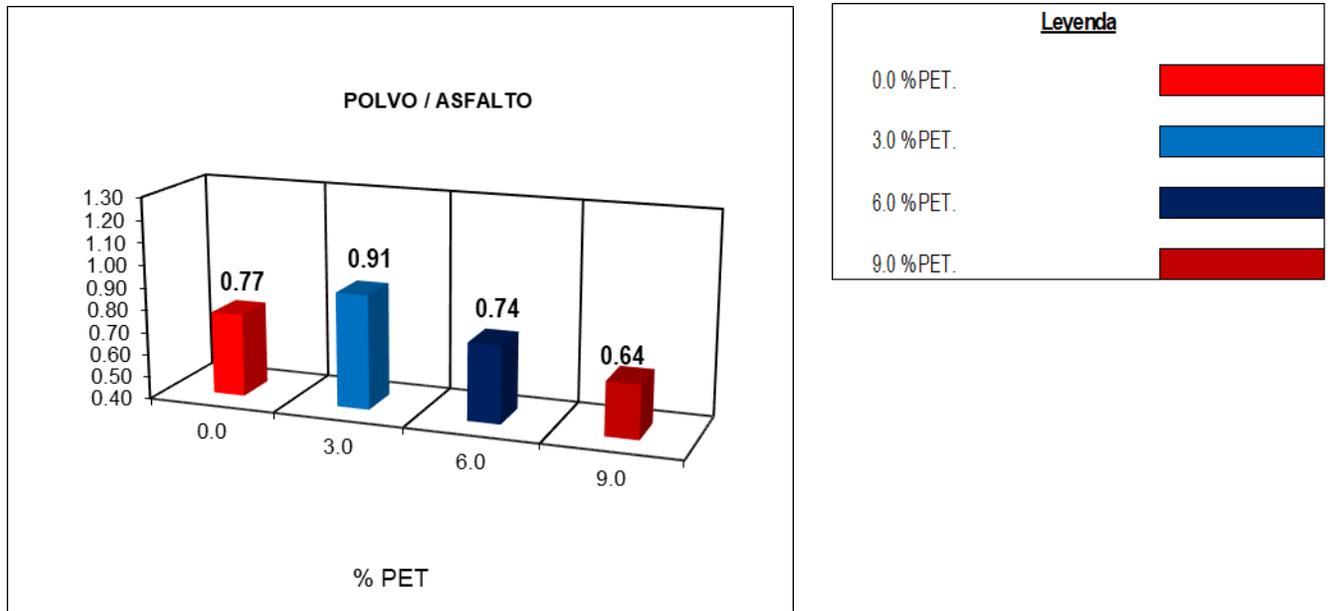


Figura 46. Polvo/asfalto. Elaboración propia

En el gráfico se puede observar que la relación polvo asfalto no varía demasiado en los diseños de mezcla asfáltica.

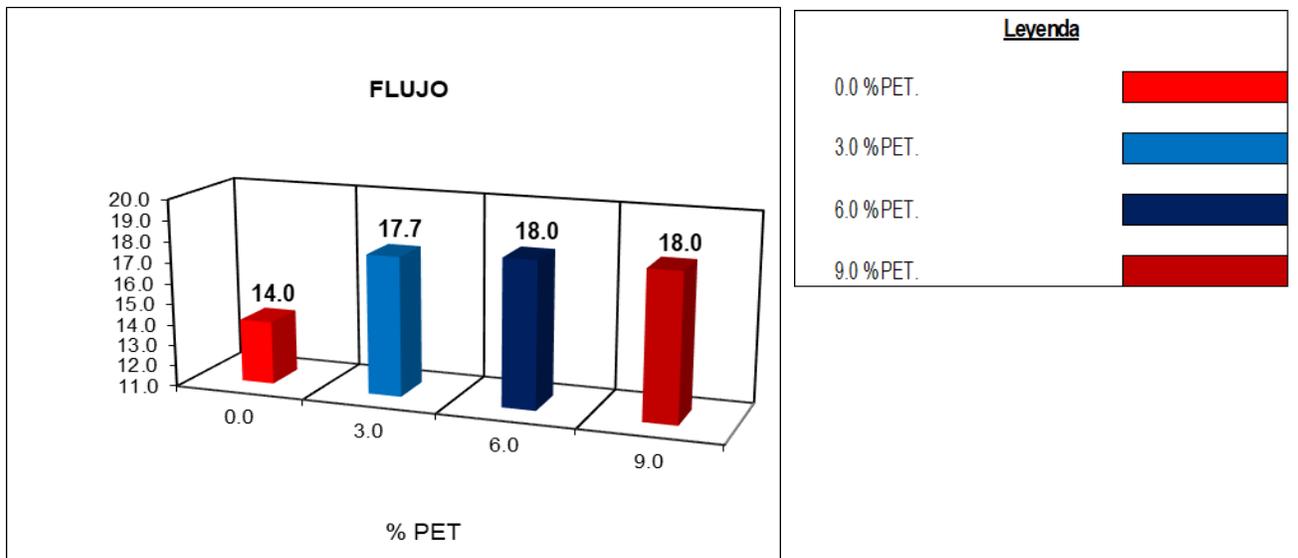


Figura 48. Flujo. Elaboración Propia.

En el gráfico se puede observar que el flujo aumenta según la cantidad de Pet que se le va agregando al diseño de mezcla asfáltica, y así superando el rango establecido en el reglamento.

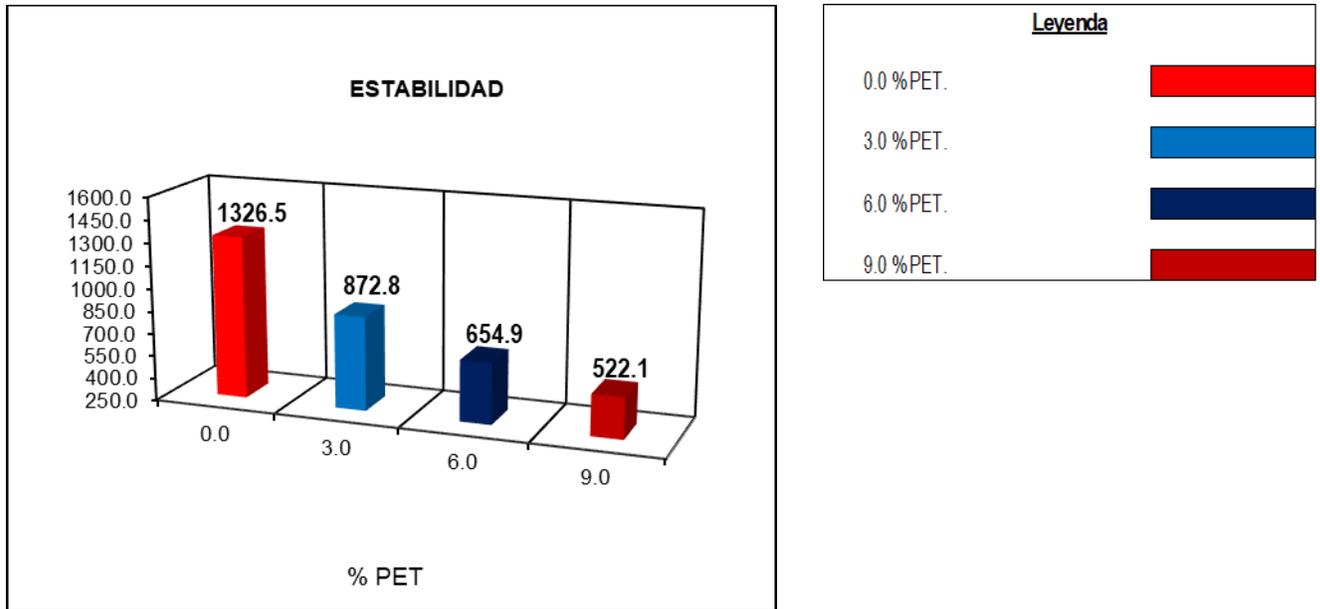


Figura 49. Estabilidad. Elaboración Propia.

En el gráfico se puede observar que la estabilidad disminuye según la cantidad de Pet que se le va agregando al diseño de mezcla asfáltica, y así no llega al rango establecido en el reglamento.

IV. DISCUSIÓN

En los ensayos se puede observar que el PET afecta de manera desfavorable al diseño de mezcla asfáltica, el cual en dos briquetas no llego a compactar de manera correcta.

Al comparar las muestras realizadas se encontró que el porcentaje más óptimo de asfalto se obtiene al 5.3% de mezcla añadida, se observa que el PET como agregado grueso en porcentajes de 3%, 6%, 9%, presenta valores en estabilidad muy por debajo de lo indica en la norma, en el flujo presenta valores muy por encima de lo que indica la norma, y en los vacíos también presenta valores muy por encima de lo que nos indica la norma.

Realizado los ensayos y obtenido los resultados no óptimos para una propuesta experimental, se indica de manera rotunda que el PET como agregado grueso y en porcentajes de 3%, 6%, 9%, no cumple con las aptitudes necesarias para elaborar un diseño de mezcla asfáltica.

V. CONCLUSIONES

Todas las muestras se hicieron por el método de diseño de mezcla asfáltica en caliente, determinándose un contenido óptimo de asfalto de 5.3%, el plástico reciclado se usó como agregado grueso en porcentajes de 3%, 6%, 9%, realizándose 3 ensayos, con 3 briquetas para cada porcentaje, se verifico que ninguno de los 3 porcentajes mejora de manera favorable las características del diseño de mezcla asfáltica.

De acuerdo a los resultados obtenidos se comprueba que la incorporación de plástico reciclado en porcentajes, 3%, 6% 9% como agregado grueso, se observa que el porcentaje de vacíos nos da 15.3%, 22%, 28.1% respectivamente, superando así, los parámetros establecidos en la norma.

En la investigación se observa que la inclusión del plástico reciclado en porcentajes, 3%, 6%, 9%, como agregado grueso, nos da un valor del flujo de 17.7, 18, 18 respectivamente, superando así, los parámetros establecidos en la norma.

Obtenido los resultados se observa que el uso de plástico reciclado en porcentajes, 3%, 6%, 9%, como agregado grueso, nos da el valor de la estabilidad de 872.8, 654.9, 522.1 respectivamente, con lo cual solo el primer valor de 872.8 está dentro de los parámetros de la norma, y los otros dos valores no llegan al valor mínimo permitido en la norma.

VI. RECOMENDACIONES

Este tipo de diseños que se proponen, son de gran importancia, ya que nos ayuda ampliar nuestros conocimientos y aprender nuevas tendencias o disposiciones en el rubro de la construcción de pavimentos, utilizando nuevos materiales, como agregados, aditivos, de manera que puedan ayudar a la mejora de las características del diseño, como estabilidad, porcentajes de vacíos, resistencia, durabilidad.

Se recomienda no continuar con este tipo de diseño de mezcla, ya que según los resultados, la incorporación del Pet como agregado grueso y con valores 3%, 6%, 9%, no mejoran las características del diseño de mezcla.

Se sugiere realizar estudios tomando el Pet como agregado fino con porcentajes muy bajos o como cemento asfáltico.

REFERENCIAS

- Acurio, J. R. (2016). *Ingeniería de Pavimentos*. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Alzate, A. B. (2017). *Diseño y evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica tipo MSC-19 con mezcla asfáltica tipo MSC- con incorporación de Tereftalato de Polietileno reciclado como agregado constitutivo (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Ander-EGG, E. (2011). *Nociones básicas para la*. Argentina: Brujas.
- Ander-EGG, E. (2011). *Nociones Básicas para la Investigación Social*. Argentina: Brujas.
- Arias, F. G. (2012). *Proyecto de Investigación* (6 ed.). Caracas, Venezuela: EPISTEME, C.A.
- ASTM, N. T. (2018). Método de ensayo. Determinación de partículas planas,. 358.
- Ballena Tapia, C. J. (2016). *Utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frío (tesis de Pregrado)*. Universidad Señor de Sipán, Pimentel.
- Borja Suarez, M. (2012). *Metodología de la Investigación para Ingeniería* (1 ed.). Chiclayo, Peru.
- Brayan Josué, O. M. (2017). *Mezclas Asfálticas en Caliente Adicionando Tereftalato de Polietileno como Agregado por el Método de Marshall (tesis para pregrado)*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Buitrago Buitrago, S. F., Onofre Castro, N. V., & Sierra Rodríguez, E. (2017). *Viabilidad Técnica de obtención de un Diseño de Mezcla Asfáltica Adicionada con 1.6% De Fibra de Pet, Con Porcentajes de Asfalto entre El 4.5% Y El 6%, que cumpla con la Normatividad del Invias (tesis para pregrado)*. Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia.

Carreteras-EG, M. d. (2013). *Especificaciones técnicas generales para la construcción E-G2013*.

Lima: Resolución Dictatorial.

Carrizales Apaza, J. J. (2015). *Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles (Tesis para Pregrado)*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

Comunicaciones, M. d. (Mayo de 2016). Manual de Ensayo de Materiales. 1268.

Davalos Murray, Y. R. (2015). *Obtención de Mezclas Asfálticas mediante la adición de Material Reciclado: Poliestireno expandido (Tesis de Postgrado)*. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6 ed.). México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Huertas Cadenas, G. J., & Cazar Ruiz, Juan Daniel. (2014). *Diseño de un pavimento flexible adicionando tereftalato de polietileno como material constitutivo junto con ligante ac.20 (tesis para titulo)*. Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE Ecuador, Sangolquí.

Kerlinger, N. F. (1975). *Investigación del Comportamiento Técnicas Y Metodología* (2 ed.). México : Interamericana.

Lopez, D. R., Vidal, J. A., & Granjales, J. A. (2014). *Incorporación Tereftalato de Polietileno como agente modificador del Asfalto.(Tesis de Pregrado)*. Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia.

Mercola, J. (8 de Abril de 2015).

<https://articulos.mercola.com/sitios/articulos/archivo/2015/04/08/uso-de-plasticos.a>.

Recuperado el 28 de octubre de 2018

- Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería De Pavimentos Para Carreteras Colombia* . Bogotá, Colombia: Stella Valbuena de Fierro.
- Mórea, F. (2011). *Deformaciones Permanentes en mezclas asfálticas*. (U. N. Plata, Ed.) La Plata.
- Navarro Jimenez, J. M. (2017). *Propuesta de Diseño de Mezclas Asfálticas con Adiciones de Pet* (*Tesis de Posgrado*). Universidad Señor de Sipan , Pimentel .
- Padilla Rodriguez, A. (2004). *Mesclas Asfalticas* . Universitat Politecnica de Catalunya , Barcelona.
- PERU-21. (04 de Julio de 2017). cantidad de carreteras pavimentadas.
- Rolf, M. (13 de julio de 2015). <http://www.eleconomista.es/ecomotor/motor/noticiasCarreteras-de-plastico-reciclado-alternativa-al-asfalto-rapida-barata-y-verde.html>. Recuperado el 20 de Noviembre de 2018, de elEconomista.es.
- Silvestre Velasquez, D. F. (2017). *Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de lima-2017* (*Tesis de Posgrado*). Universidad Cesar Vallejo , Lima .

Anexos

Panel fotográfico



Fotografía: secado de la grava triturada



Fotografía: Secado del agregado grueso



Fotografía: Realización del tamizado para la obtención del análisis granulométrico



Fotografía: Tamizado del Tereftalato de polietileno para obtener su análisis granulométrico



Fotografía: Los resultados obtenidos de este ensayo fueron comparados con los datos establecidos en la norma MTC para así ver si estos agregados se pueden utilizar.

Elaboración de la Mezcla Asfáltica

El paso previo a la elaboración de las briquetas es obtener una muestra representativa de los materiales a emplear, tanto de los agregados como del cemento asfáltico; ambos deben cumplir con las especificaciones dadas por la norma vigente.



Fotografía: Diferentes muestras de los agregados a las cuales se le agregaran 4.3%, 4.5%, 5.3% y 5.8 % respectivamente de asfalto.



Fotografía: Después de tener las muestras en diferentes recipientes limpios y ser calentado previamente a una temperatura entre 93°C y 150°C aproximadamente se procede al cubrimiento de los agregados hasta que se haya mesclado totalmente la partícula más gruesa



Fotografía: Se colocará las mezclas asfálticas dentro del molde para respectiva compactación.



Fotografía: Extracción de las briquetas para lo cual se debe dejar enfriar para evitar algún daño al momento de extraer



Fotografía: Determinación del Pesos Específico, se anota el peso de la probeta al aire, se le sumerge en el agua y también se registra su peso sumergido y sacar la muestra del agua, secar el exceso de agua y pesar.



Fotografía: la briqueta después de obtener el peso específico se sumerge en el espécimen Baño María a 60°C durante 30 minutos



Fotografía: Ensayo Marshall.

Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando Pet



Fotografía: Preparación de los Agregados + PET



Fotografía: Las muestras se llevan al horno



Fotografía: Mezclado de los agregados + PET



Fotografía: Compactación de las Briquetas.



Fotografía: Determinación de Peso Específico



Fotografía: Colocación de las Muestras en el Baño María

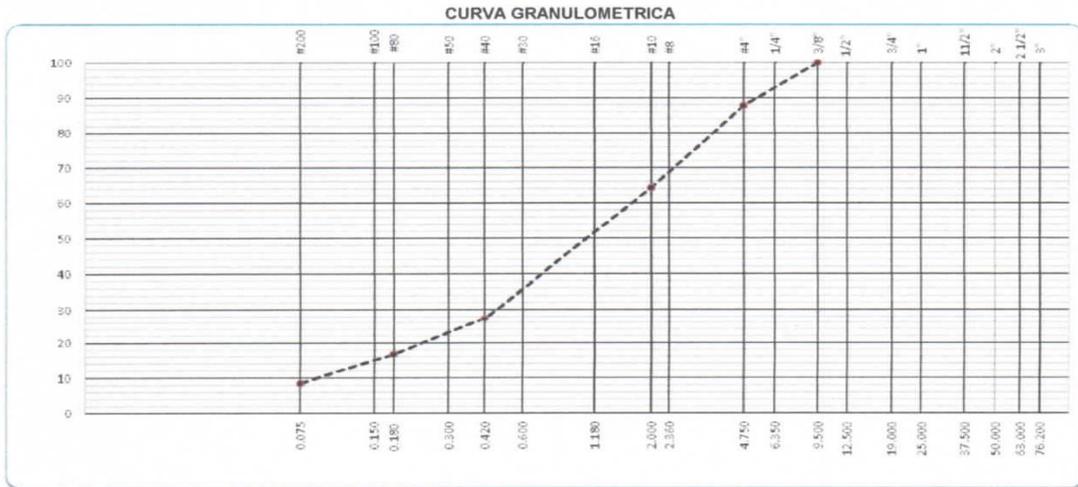


Fotografía: Ruptura de las Probetas (Prensa Marshall).

Resultados

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 23/06/2019				
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Cantera "Santa Clara" Descripción : Arena zarandeada				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)				

TAMIZ	ABERTURA mm	PORCENTAJE				DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		Retenido	Retenido	Azumá	Pasante	
3"	76.200					Peso húmedo 796.28 g Peso seco 790.00 g Contenido de humedad 1.0 % Límite líquido N.P. Límite plástico N.P. Azul de metileno 7.0 mg/g Observaciones: Especificaciones Técnicas MTC "EG - 2013" Pavimento de concreto asfáltico en caliente (Sección 423)
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500				100.00	
1/4"	6.350					
# 4	4.750	96.95	12.3	12.3	87.7	
# 8	2.360					
# 10	2.000	185.64	23.5	35.8	64.2	
# 16	1.180					
# 20	0.840					
# 30	0.600					
# 40	0.425	292.14	37.0	72.8	27.2	
# 50	0.300					
# 60	0.180	84.11	10.6	83.4	16.6	
# 100	0.150					
# 200	0.075	63.96	8.1	91.5	8.5	
-200		67.20	8.5	100.0	0.0	




Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

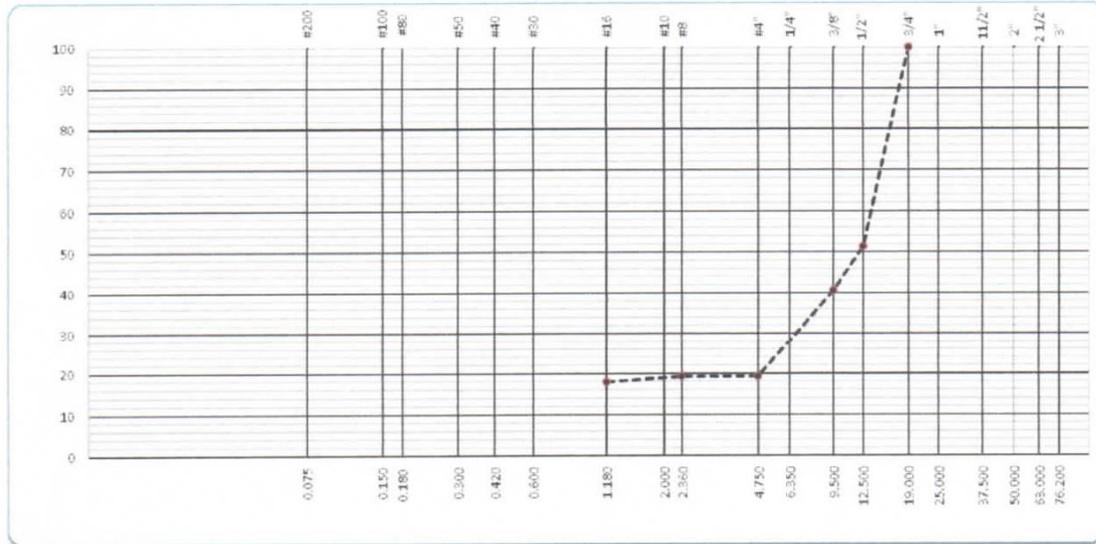

Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-002-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 23/06/2019				
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Cantera "Santa Clara" Descripción : Grava triturada				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)				

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenido	PORCENTAJE		DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
			Referido	Acumulado Pasante		
3"	76.200				Peso húmedo 3000.00 g Peso seco 2948.00 g	
2 1/2"	63.000					
2"	50.000				Contenido de humedad 1.8 %	
1 1/2"	37.500					
1"	25.000				Observaciones Especificaciones Técnicas MTC "EG - 2013" Pavimento de concreto asfáltico en caliente (Sección 423)	
3/4"	19.000			100.0		
1/2"	12.500	1436.0	48.7	48.7		51.3
3/8"	9.500	318.0	10.8	59.5		40.5
1/4"	6.350					
# 4	4.750	628.0	21.3	80.8		19.2
# 8	2.360					
# 10	2.000	40.0	1.4	82.2		17.8
# 15	1.180					
# 20	0.840					
# 30	0.600					
# 40	0.420	526.0	17.8	100.0		0.0
# 50	0.300					
# 80	0.180					
# 100	0.150					
# 200	0.075					
>200						

CURVA GRANULOMETRICA




Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.





INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS

I-003-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto

Código: SI-AT-TA

Versión: V-01

Fecha: 20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
 Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
 Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 Fecha emisión informe : 23/06/2019

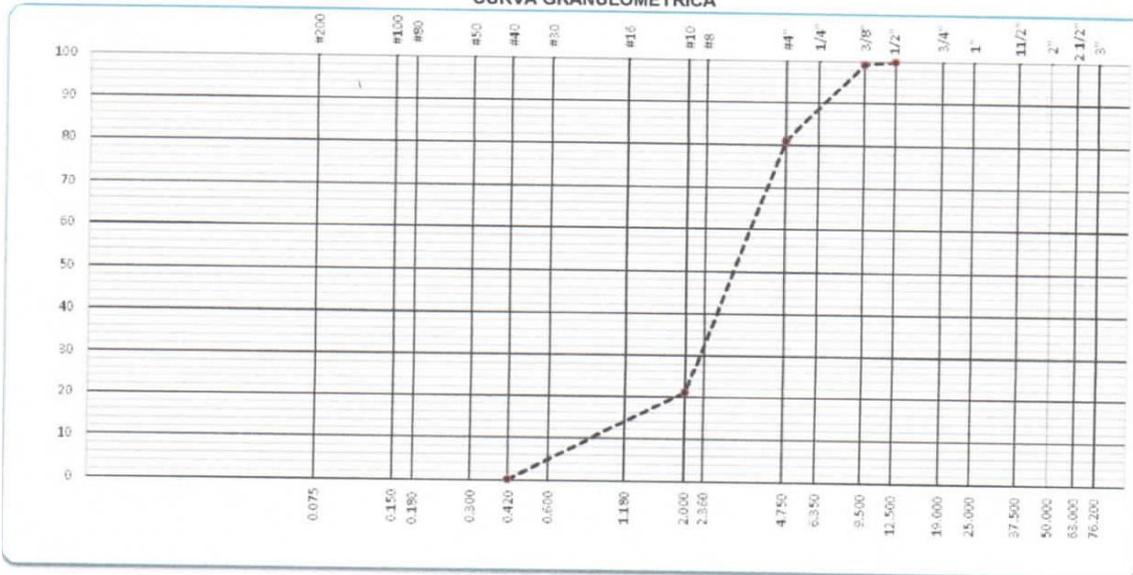
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Identificación :
 Descripción : Plástico triturado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ	ABERTURA mm	PESO	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			Retenido	Retenido	Acumul.	
3"	76.200					Peso húmedo 201.37 g Peso seco 201.37 g
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					Contenido de humedad 0.00 %
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000					Observaciones
1/2"	12.500			100.0		
3/8"	9.500	1.42	0.7	0.7	99.3	
1/4"	6.350					
#4	4.750	37.09	18.4	19.1	80.9	
#8	2.380					
#10	2.000	120.55	59.9	79.0	21.0	
#16	1.180					
#20	0.840					
#30	0.600					
#40	0.420	42.00	20.9	99.8	0.2	
#50	0.300					
#80	0.180	0.31	0.2	100.0	0.0	
#100	0.150					
#200	0.075					
>200						

CURVA GRANULOMETRICA



Naya Zapata Cuadros
 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

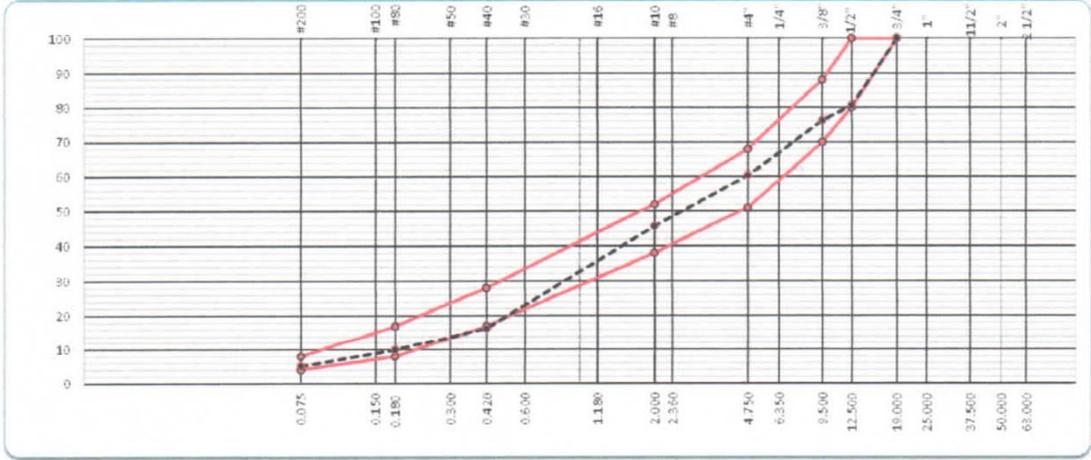
Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-004-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto	Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-01
		Fecha:	20/11/2018
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión Informe : 23/06/2019			
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de agregados Descripción : Diseño MAC - 2			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)			

TAMIZ	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE			MAC - 2		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM	mm	Retenido	Retenido	Acumul.	Pasante			
3"	76.200							Peso Inicial <u>3738.0</u>
2 1/2"	63.000							Peso Fracción _____
2"	50.000							
1 1/2"	37.500							MEZCLA DE AGREGADOS
1"	25.000							
3/4"	19.000			100.0	100	100		
1/2"	12.500	728.3	19.5	19.5	80.5	80	100	
3/8"	9.500	161.3	4.3	23.8	76.2	70	88	Arena zarandeada <u>60.0</u>
1/4"	6.350							Grava triturada <u>40.0</u>
# 4	4.750	593.8	15.9	39.7	60.3	51	68	
# 8	2.360							
# 10	2.000	547.3	14.6	54.3	45.7	38	52	
# 16	1.180							
# 20	0.840							
# 30	0.600							
# 40	0.420	1096.2	29.3	83.7	16.3	17	28	Observaciones _____
# 50	0.300							
# 80	0.180	238.8	6.4	90.0	10.0	8	17	
# 100	0.150							
# 200	0.075	181.6	4.9	94.9	5.1	4	8	
>200		190.8	5.1	100.0	0.0			

CURVA GRANULOMETRICA




Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.





INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS

I-005-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto

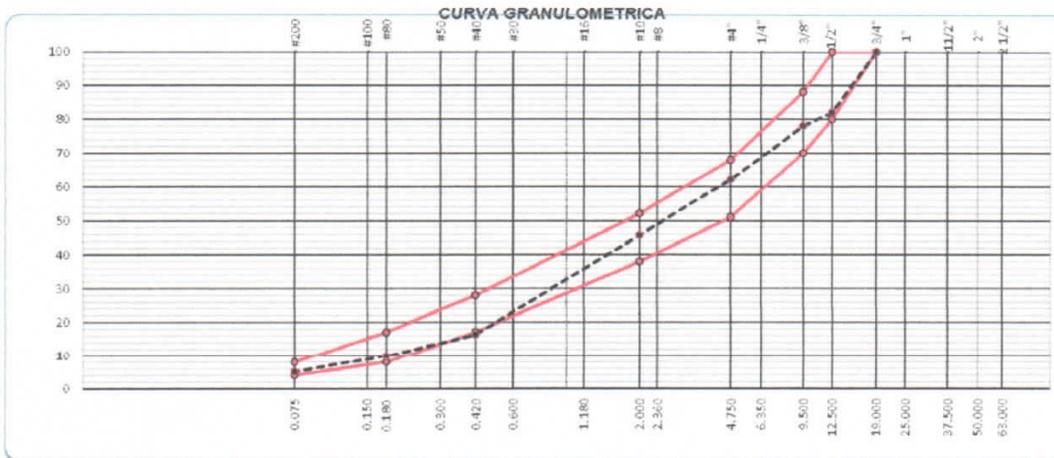
Código:	SI-AT-TA
Versión:	V-01
Fecha:	20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
 Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
 Responsable de asesoría : Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 Fecha emisión informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : Mezcla de canteras
 Descripción : Diseño MAC N° 02

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE				MAC - 2		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			Retenido	Retenido	Acum.	Pasante			
ASTM	mm	Retenid.	Retenido	Acum.	Pasante				
3"	76.200							Peso Inicial 3836.4	
2 1/2"	63.000							Peso Fracción	
2"	50.000							MEZCLA DE AGREGADOS	
1 1/2"	37.500							Arena zarandeada 60.0	
1"	25.000							PET 3.0	
3/4"	19.000				100.0	100	100	Grava triturada 37.0	
1/2"	12.500	710.0	18.0	18.0	82.0	90	100	100.0	
3/8"	9.500	158.1	4.0	22.0	78.0	70	88	Observaciones	
1/4"	6.350								
#4	4.750	622.3	15.8	37.8	62.2	51	68		
#8	2.360								
#10	2.000	645.9	16.4	54.2	45.8	38	52		
#16	1.180								
#20	0.840								
#30	0.600								
#40	0.420	1158.8	29.4	83.6	16.4	17	28		
#50	0.300								
#80	0.180	251.8	6.4	90.0	10.0	8	17		
#100	0.150								
#200	0.075	191.4	4.9	94.9	5.1	4	8		
>200		201.1	5.1	100.0	0.0				



Naya Zapata Cuadros

Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Miguel Ángel Alfaro Huayanay

Miguel Ángel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.





INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS

I-006-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto

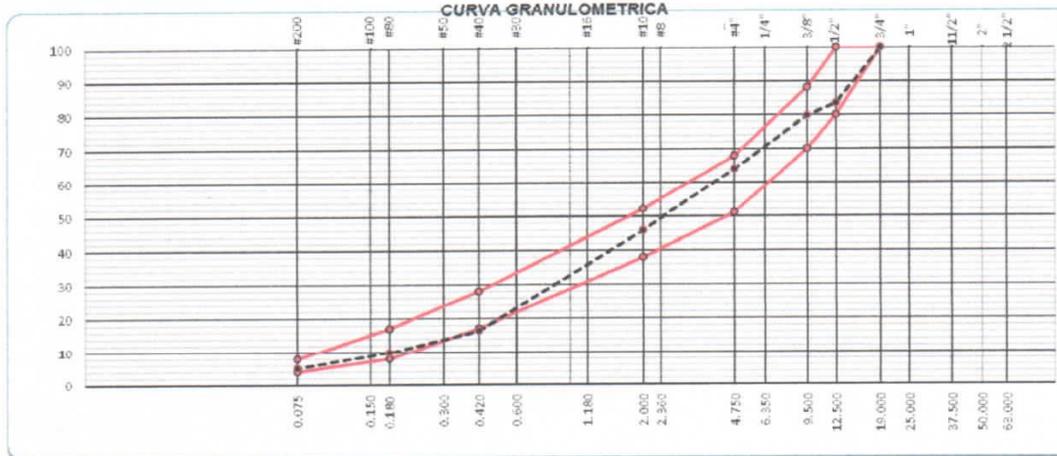
Código:	SI-AT-TA
Versión:	V-01
Fecha:	20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas **Institución:** Universidad Cesar Vallejo **Especialidad:** Ingeniería Civil
Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay
Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de canteras
Descripción : Diseño MAC N° 02

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenid.	PORCENTAJE			MAC - 2		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumul.	Pasado			
3"	76.200							Peso Inicial 3939.4
2 1/2"	63.000							Peso Fracción
2"	50.000							
1 1/2"	37.500							
1"	25.000							
3/4"	19.000				100.0	100	100	
1/2"	12.500	652.4	16.6	16.6	83.4	80	100	
3/8"	9.500	146.1	3.7	20.3	79.7	70	88	
1/4"	6.350							
# 4	4.750	618.9	15.7	36.0	64.0	51	68	
# 6	2.980							
# 10	2.000	715.1	18.2	54.1	45.9	38	52	
# 16	1.180							
# 20	0.840							
# 30	0.600							
# 40	0.420	1162.3	29.5	83.6	16.4	17	28	
# 50	0.300							
# 80	0.180	252.0	6.4	90.0	10.0	8	17	
# 100	0.150							
# 200	0.075	191.4	4.9	94.9	5.1	4	8	
>200		201.1	5.1	100.0	0.0			



Naya Zapata Cuadros

Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Miguel Angel Alfaro Huayanay

Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.





INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS

I-007-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto

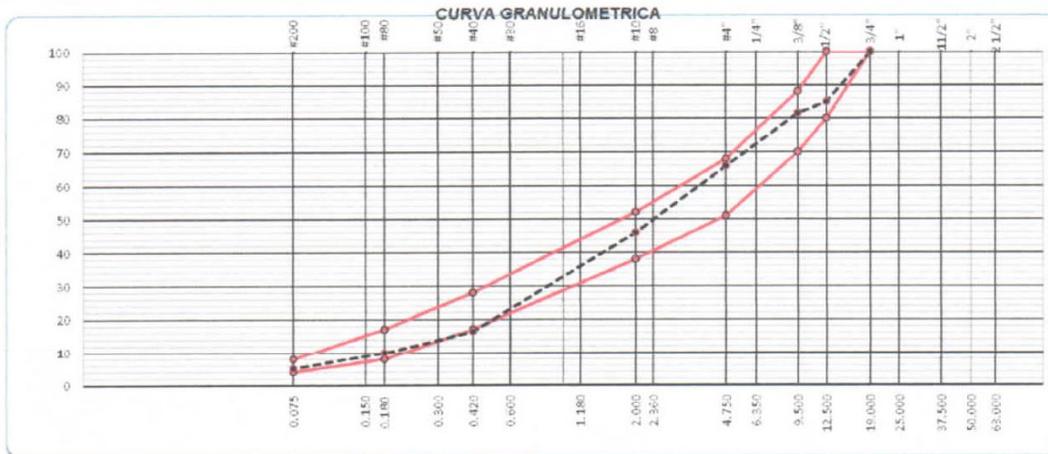
Código:	SI-AT-TA
Versión:	V-01
Fecha:	20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas **Institución:** Universidad Cesar Vallejo **Especialidad:** Ingeniería Civil
Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay
Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de canteras
Descripción : Diseño MAC N° 02

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenido	PORCENTAJE			MAC - 2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			Retenido	Acumul.	Pasante				
3"	76.200							Peso Inicial	3939.4
2 1/2"	63.000							Peso Fracción	
2"	50.000							MEZCLA DE AGREGADOS	
1 1/2"	37.500							Arena zarandeada	60.0
1"	25.000				100.0	100	100	PET	9.0
3/4"	19.000					80	100	Grava triturada	31.0
1/2"	12.500	594.9	15.1	15.1	84.9	80	100		100.0
3/8"	9.500	134.2	3.4	18.5	81.5	70	88	Observaciones	
1/4"	6.300								
#4	4.750	615.5	15.6	34.1	65.9	51	68		
#8	2.360								
#10	2.000	784.2	19.9	54.0	46.0	38	52		
#16	1.180								
#20	0.840								
#30	0.600								
#40	0.420	1165.9	29.6	83.6	16.4	17	28		
#50	0.300								
#80	0.180	252.2	6.4	90.0	10.0	8	17		
#100	0.150								
#200	0.075	191.4	4.9	94.9	5.1	4	8		
>200		201.1	5.1	100.0	0.0				



Naya Zapata Cuadros

Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Miguel Angel Alfaro Huayanay

Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



**INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS**

I-008-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto

Código:	SI-AT-TA
Versión:	V-01
Fecha:	20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas **Institución:** Universidad Cesar Vallejo **Especialidad:** Ingeniería Civil
Responsable de asesoría : Miguel Ángel Alfaro Huayanay
Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Cantera "Santa Clara"
Descripción : Grava triturada

INFORME DE ENSAYO ABRASIÓN LOS ANGELES (MTC E207)

MUESTRA	1	2	3	4	5
GRADACIÓN	"B"	"B"			
PESO MUESTRA	5000	5000			
1 1/2" - 1"					
1" - 3/4"					
3/4" - 1/2"	2500	2500			
1/2" - 3/8"	2500	2500			
3/8" - 1/4"	-	-			
1/4" - Nº 4	-	-			
Nº 4 - Nº 8	-	-			
RETENIDO Nº12	4390	4395			
PASA Nº 12	610	605			
% DESGASTE	12.2	12.1			

PROMEDIO	12.2 %
----------	--------

Observaciones :

Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Miguel Ángel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS	Código:	SI-AT-TA
	I-009-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto	Versión:	V-01
		Fecha:	20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas **Institución:** Universidad Cesar Vallejo **Especialidad:** Ingeniería Civil
Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay
Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Cantera "Santa Clara"
Descripción : Grava triturada

INFORME DE ENSAYO PESOS UNITARIOS (MTC E203)

MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat. + Molde	17725.0	17750.0	17710.0		
B	Peso Molde	4141.0	4141.0	4141.0		
C	Peso de Material	13584	13809	13569		
D	Volumen del Molde	9308.5	9308.5	9308.5		
E	Peso Unitario	1459.3	1462.0	1457.7		

PROMEDIO	1459.7 kg/m3
-----------------	---------------------

MUESTRA		1	2	3	4
A	Peso Mat. + Molde	18520.0	18529.0	18530.0	
B	Peso Molde	4141	4141	4141	
C	Peso de Material	14379	14388	14389	
D	Volumen del Molde	9308.5	9308.5	9308.5	
E	Peso Unitario Variado	1544.7	1545.7	1545.8	

PROMEDIO	1545.2 kg/m3
-----------------	---------------------

Observaciones:



Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



**INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS****I-010-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto**

Código:	SI-AT-TA
Versión:	V-01
Fecha:	20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas **Institución:** Universidad Cesar Vallejo **Especialidad:** Ingeniería Civil
Responsable de asesoría : Miguel Ángel Alfaro Huayanay
Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Cantera "Santa Clara"
Descripción : Grava triturada

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN (MTC E206)

AGREGADO GRUESO						
MUESTRA		1	2	3	4	PROMEDIO
A	Peso del mat. sat. superf. seco (en el aire) (g)	1888.0	1845.0			
B	Peso del mat. sat. superf. seco (en el agua) (g)	1176	1162			
C	Vol. de masa + Vol. de vacíos (cc)	690.00	683.00			
D	Peso del material seco en el horno (105°C) (g)	1858.00	1838.0			
E	Vol. de masa (g)	682.00	676.0			
F	Peso específico bulk (base seca) (g./cc)	2.693	2.691			2.692
G	Peso específico bulk (base saturada) (g./cc)	2.704	2.701			2.703
H	Peso específico aparente (base seca) (g./cc)	2.724	2.719			2.722
I	% de absorción	0.4	0.4			0.4

Observaciones:

Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Miguel Ángel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS	Código:	SI-AT-TA
	I-011-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto	Versión:	V-01
		Fecha:	20/11/2018
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Ángel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 23/06/2019			
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Cantera "Santa Clara" Descripción : Grava triturada			
INFORME DE ENSAYO PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS (MTC E210)			

Porcentaje con una cara fracturada

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100)	% Parcial	CxD
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	494.3	494.3	100.0	44.19	44.19
1/2"	3/8"	324.9	324.9	100.0	29.05	29.05
3/8"	1/4"	299.3	299.3	100.0	26.76	26.76

TOTAL 100.0 %

Porcentaje con dos o más caras fracturadas

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100)	% Parcial	CxD
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	494.3	494.3	100.0	44.19	44.19
1/2"	3/8"	324.9	324.9	100.0	29.05	29.05
3/8"	1/4"	299.3	299.3	100.0	26.76	26.76

TOTAL 100.0 %

Observaciones:


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-012-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto	Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-01
		Fecha:	20/11/2018
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 23/06/2019			
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Cantera "Santa Clara" Descripción : Grava triturada			
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (ASTM D4791)			

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz.	(g)	(g)	(B/A)*100)	%	(CxD)/100)
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	494.3	14.0	2.8	44.19	1.25
1/2"	3/8"	324.9	15.1	4.6	29.05	1.35
3/8"	1/4"	299.3	13.2	4.4	26.76	1.18
TOTAL						3.78 %

Observaciones:



Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-013-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto	Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-01
		Fecha:	20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas **Institución:** Universidad Cesar Vallejo **Especialidad:** Ingeniería Civil
Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay
Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Cantera "Santa Clara"
Descripción : Grava triturada

DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y MAGNESIO (MTC E209)

ANÁLISIS CUANTITATIVO

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso requerido (g)	Peso fracción ensayada (g)	N° de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	N° de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
2 1/2"	2"		3000±300							
2"	1 1/2"		2000±200							
1 1/2"	1"		1000±50							
1"	3/4"		500±30							
3/4"	1/2"	48.7	670±10	670.0		643.3	26.7	4.0	1.94	
1/2"	3/8"	10.8	330±5	331.0		278.4	52.6	15.9	1.71	
3/8"	N° 4	21.3	300±5	300.0		272.4	27.6	9.2	1.96	
TOTAL									5.62	

AGREGADO FINO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso mín. requerido (g)	Peso fracción ensayada (g)	N° de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	N° de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
3/8"	N° 04									
N° 04	N° 08									
N° 08	N° 16									
N° 16	N° 30									
N° 30	N° 50									
N° 50	N° 100									
TOTAL										

OBSERVACIONES:

Solución en Sulfato de Magnesio


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-014-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto	Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-01
		Fecha:	20/11/2018
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 23/06/2019			
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Cantera "Santa Clara" Descripción : Arena zarandeada			
SALES SOLUBLES TOTALES (MTC E219)			

Ensayo	Resultados		Especificación
	ppm	%	%
Contenido de sales solubles	654.0	0.07	0.5 máx.

Observaciones:



Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS	Código:	SI-AT-TA
	I-015-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto	Versión:	V-01
		Fecha:	20/11/2018
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 23/06/2019			
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Cantera "Santa Clara" Descripción : Arena zarandeada			
EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E514)			

DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			
	1	2	3	4
Tamaño máximo (pasa malla N° 4) mm	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación	09:15	09:23		
Hora de salida de saturación (10')	09:25	09:33		
Hora de entrada a decantación	09:27	09:35		
Hora de salida de decantación (20')	09:47	09:55		
Lectura Inicial pulg	6.1	6.1		
Lectura Final pulg	3.2	3.3		
Equivalente de Arena %	52.5	54.1		

PROMEDIO	54.0 %
-----------------	---------------

Observaciones:


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-016-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto	Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-01
		Fecha:	20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Calle Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas **Institución:** Universidad Cesar Vallejo **Especialidad:** Ingeniería Civil
Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay
Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Cantera "Santa Clara"
Descripción : Arena zarandeada

INFORME DE ENSAYO PESOS UNITARIOS (MTC E203)

PESO UNITARIO SUELTO						
MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat. + Molde	6640.0	6660.0	6650.0		
B	Peso Molde	1824.0	1824.0	1824.0		
C	Peso de Material	4816	4836	4826		
D	Volumen del Molde	2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario	1712	1719	1716		

PROMEDIO	1716 kg/m3
-----------------	-------------------

PESO UNITARIO COMPACTADO						
MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat. + Molde	7210.0	7200.0	7200.0		
B	Peso Molde	1824	1824	1824		
C	Peso de Material	5386	5376	5376		
D	Volumen del Molde	2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario Varillado	1915	1911	1911		

PROMEDIO	1913 kg/m3
-----------------	-------------------

Observaciones:



Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS			Código:	SI-AT-TA	
	I-017-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto			Versión:	V-01	
				Fecha:	20/11/2018	
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 23/06/2019						
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Cantera "Santa Clara" Descripción : Arena zarandeada						
INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN (MTC E206)						
AGREGADO FINO						
	MUESTRA	1	2	3	4	PROMEDIO
A	Peso del mat. sat. superl. Seco (en el aire) (g)	500.00	500.00			
B	Peso fida calibrada con agua (g)	854.79	854.85			
C	Peso fida con agua + peso del mat. s.s.s. (g)	1154.79	1154.85			
D	Peso del mat. + peso fida + H ₂ O (g)	969.05	969.03			
E	Vol. de mesa + vol. de vacíos (cc)	185.74	185.82			
F	Peso mat. seco en el horno (105°C) (g)	496.0	496.7			
G	Vol. de masa (g)	181.74	182.32			
H	Peso específico bulk (base seca) (g/cc)	2.670	2.676			2.673
I	Peso específico bulk (base saturada) (g/cc)	2.692	2.694			2.693
J	Peso específico aparente (base seca) (g/cc)	2.729	2.724			2.727
K	% de absorción	0.8	0.7			0.7

Observaciones:



Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Miguel Ángel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-018-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto	Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-01
		Fecha:	20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas **Institución:** Universidad Cesar Vallejo **Especialidad:** Ingeniería Civil
Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay
Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Cantera "Santa Clara"
Descripción : Arena zarandeada

DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y MAGNESIO (MTC E209)

ANÁLISIS CUANTITATIVO

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso requerido (g)	Peso fracción ensayada (g)	N° de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	N° de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
2 1/2"	2"									
2"	1 1/2"									
1 1/2"	1"									
1"	3/4"									
3/4"	1/2"									
1/2"	3/8"									
3/8"	N° 4									
TOTAL										

AGREGADO FINO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso mín. requerido (g)	Peso fracción ensayada (g)	N° de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	N° de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
3/8"	N° 04	12.7	100	100	--	83.2	16.8	16.8	2.1	
N° 04	N° 08	17.2	100	100	--	89.1	10.9	10.9	1.9	
N° 08	N° 16	13.8	100	100	--	89.5	10.5	10.5	1.4	
N° 16	N° 30	22.6	100	100	--	85.6	14.4	14.4	3.3	
N° 30	N° 50	10.0	100	100	--	87.4	12.6	12.6	1.3	
N° 50	N° 100	7.4	100	100	--	86.6	13.4	13.4	1.0	
TOTAL									10.96	

Observaciones: Solución en Sulfato de Magnesio



Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Miguel Ángel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-020-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto	Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-01
		Fecha:	20/11/2018
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asoiación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 23/06/2019			
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Cantera "Santa Clara" Descripción : Arena zarandeada			
SALES SOLUBLES TOTALES (MTC E219)			

Ensayo	Resultados		Especificación
	ppm	%	%
Contenido de sales solubles	462.0	0.05	0.5 máx.

Observaciones:



Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Miguel Ángel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Ángel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión Informe : 23/06/2019				
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de agregados Descripción : Diseño MAC N° 02				
DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (RESUMEN)				

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Agregado grava triturada TMN 1/2"	(Cantera "Santa Clara")	: 40.0 %
Agregado arena zarandeada	(Cantera "Santa Clara")	: 59.5 %
Filler	(Cemento Portland)	: 0.5 %
Gradación		: MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

2.- Ligante asfáltico

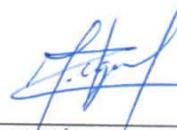
Tipo de asfalto	: PEN 60 / 70
% optimo de asfalto residual	: 5.3%

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño		- 0.3 %	% Óptimo	+0.3 %	Especificación EG 2013
GOLPES	N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.0	5.3	5.6	
PESO UNITARIO	kg/m ³	2.421	2.434	2.437	
VACIOS	%	5.6	4.8	4.0	3 - 5
V.M.A.	%	14.2	14.0	13.8	
V.L.L.C.A.	%	61.5	67.1	72.7	
POLVO / ASFALTO	%	0.7	0.8	0.9	0.6 - 1.3
FLUJO	mm	13.4	14.0	14.9	8 - 14
ESTABILIDAD	kN	1357.1	1326.5	1312.0	815
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	4066.1	3796.4	3517.9	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Mpa		2.3		2.1
RESISTENCIA RETENIDA	%		90		75



Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Miguel Ángel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.





INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS

I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto

Código:	SI-AT-TA
Versión:	V-01
Fecha:	20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
 Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
 Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 Fecha emisión informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : Mezcla de agregados
 Descripción : % Óptimo de Asfalto convencional adicionando 3.0 % de PET en el agregado.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	80.5	76.2	60.3	45.9	16.6	10.2	5.4
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECTIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla								
3	% PET								
4	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla								
5	% Cemento portland en peso de la Mezcla								
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc								
7	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc								
8	Peso Especifico del PET gr/cc								
9	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
11	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
12	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
13	Altura promedio de la briqueta cm								
14	Peso de la briqueta al aire (gr)								
15	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)								
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)								
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)								
19	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)								
20	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)								
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total								
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total								
23	Asfalto Absorbido por el Agregado								
24	% de Asfalto Efectivo								
25	Relacion Filler/Betun								
26	V.M.A.								
27	% Vacios llenos con C.A.								
28	Flujo 0,01"(0,25 mm)								
29	Estabilidad sin corregir (Kg)								
30	Factor de estabilidad								
31	Estabilidad Corregida 27 * 28								
32	Estabilidad / Flujo								

Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.





INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS

I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto

Código:	SI-AT-TA
Versión:	V-01
Fecha:	20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
 Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
 Responsable de asesoría : Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 Fecha emisión informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : Mezcla de agregados
 Descripción : % Óptimo de Asfalto convencional adicionando 6.0 % de PET en el agregado.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	80.5	76.2	60.3	45.9	16.6	10.2	5.4
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.30			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					31.58			
3	% PET					6.00			
4	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					56.17			
5	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.95			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
7	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2.692			
8	Peso Especifico del PET gr/cc					1.380			
9	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.673			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
11	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.722			
12	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.727			
13	Altura promedio de la briqueta cm								
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1213.7	1211.6	1213.5		
15	Peso de la briqueta al agua por 60" (gr)				1241.4	1249.8	1248.1		
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)				596.0	610.4	606.2		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				645.4	639.4	641.8		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				1.881	1.895	1.891	1.889	
19	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.420			
20	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				22.3	21.7	21.9	22.0	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.532			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.622			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.37			
24	% de Asfalto Efectivo					4.00			
25	Relacion Filler/Betun					0.74			0.6 - 1.3
26	V.M.A.				29.7	29.1	29.3	29.4	14
27	% Vacios llenos con C.A.				24.8	25.5	25.3	25.2	
28	Flujo 0,01"(0,25 mm)				18.0	18.0	18.0	18.0	8 - 14
29	Estabilidad sin corregir (Kg)				805	828	852		
30	Factor de estabilidad				0.76	0.76	0.76		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				612	629	724	655	MIN 815
32	Estabilidad / Flujo				1360	1398	1608	1455	1700 - 4000


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS						Código:	SI-AT-TA	
	I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto						Versión:	V-01	
							Fecha:	20/11/2018	
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 23/06/2019									
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de agregados Descripción : % Óptimo de Asfalto convencional adicionando 9.0 % de PET en el agregado.									
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 60	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	80.5	76.2	60.3	45.9	15.6	10.2	3.4
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.30			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					28.58			
3	% PET					9.00			
4	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					56.17			
5	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.95			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
7	Peso Especifico de la Grava > N°4* (Bulk) gr/cc					2.692			
8	Peso Especifico del PET gr/cc					1.390			
9	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.673			
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
11	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.722			
12	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.727			
13	Altura promedio de la briqueta cm								
14	Peso de la briqueta al aire (gr)				1207.8	1200.9	1203.3		
15	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1264.6	1263.6	1268.4		
16	Peso de la briqueta desplazada (gr)				567.0	560.9	569.0		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				697.6	702.7	699.4		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				1.731	1.709	1.720	1.720	
19	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.392			
20	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				27.6	28.5	28.1	28.1	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.462			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.586			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.98			
24	% de Asfalto Efectivo					3.42			
25	Relacion Filler/Betun					0.64			0.6 - 1.3
26	V.M.A.				33.4	34.3	33.8	33.8	14
27	% Vacios llenos con C.A.				17.4	16.7	17.1	17.1	
28	Flujo 0.075(0.25 mm)				18.0	18.0	18.0	18.0	8 - 14
29	Estabilidad sin corregir (Kg)				897	878	886		
30	Factor de estabilidad				0.76	0.76	0.76		
31	Estabilidad Corregida 27 * 28				530	515	521	522	MIN 815
32	Estabilidad / Flujo				1178	1145	1158	1160	1700 - 4000



Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Miguel Ángel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS			Código:	SI-AT-TA
	I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto			Versión:	V-01
				Fecha:	20/11/2018
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 23/06/2019					
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de agregados Descripción : % Óptimo de Asfalto convencional adicionando PET en el agregado.					
INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0		
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8190.0	8190.0	8190.0		
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7693.0	7689.5	7682.0		
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8901.0	8901.0	8897.0		
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1208.0	1211.6	1215.0		
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	497.0	500.6	508.0		
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.431	2.420	2.392		
CONTENIDO % C.A.	5.3 Asf. + 3.0 PET	5.3 Asf. + 6.0 PET	5.3 Asf. + 9.0 PET		

Observaciones :



Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Miguel Ángel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SIATTA
	I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018

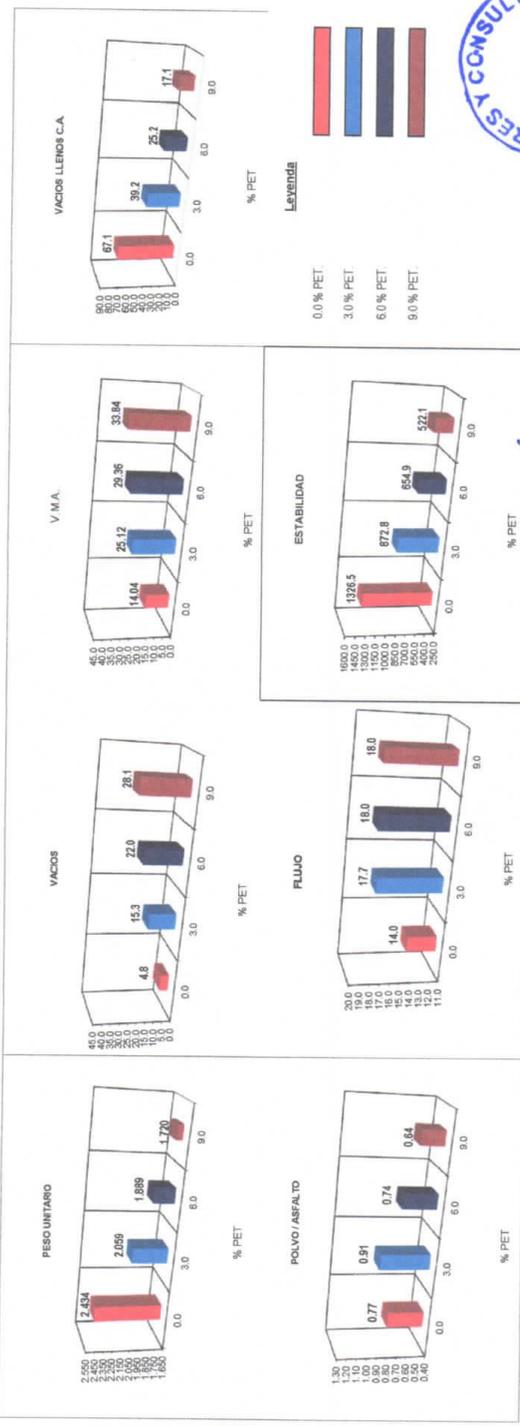
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Calle Usando PET en la Avulsión Nueva Primavera, Santa Clara, 2019.
Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quijipe Rojas
Responsable de asesoría : Miguel Ángel Allfaro Huayanay
Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión Informe : 23/06/2019

Especialidad: Ingeniería Civil

Institución: Universidad Cesar Vallejo

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : % Óptimo de Asfalto convencional adicionando PET en el agregado.

**COMPARATIVO DE RESULTADOS VARIANDO EL % DE PET EN LA MEZCLA ASFÁLTICA
GRÁFICOS DE BARRAS**




Miguel Ángel Allfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASSESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Nayra Zapata Cuadros
 Asesora General
 HIS ASSESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto	Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-01
		Fecha:	20/11/2018
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quíspe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 23/06/2019			
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de agregados Descripción : Mezcla asfáltica en caliente adicionando diferentes porcentajes de PET.			
COMPARATIVO DE RESULTADOS UTILIZANDO DIFERENTES PORCENTAJES DE PET. MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (RESUMEN)			

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Agregado grava triturada TMN 1/2"	(Cantera "Santa Clara")	40.0	37.0	34.0	31.0
Agregado arena zarandeada	(Cantera "Santa Clara")	59.5	59.5	59.5	59.5
PET	(Plástico reciclado)	0	3.0	6.0	9.0
Filler	(Cemento Portland Tipo I)	0.5	0.5	0.5	0.5
Gradación		: MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"			

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto	: PEN 80 / 70
% optimo de asfalto residual	: 6.3 %

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño						Especificación EG 2013
P.E.T	%	0.0	3.0	6.0	3.0	
CEMENTO ASFÁLTICO	%	6.3	6.3	6.3	6.3	
PESO UNITARIO	kg/m ³	2.434	2.059	1.889	1.720	
VACIOS	%	4.8	15.3	22.0	28.1	3 - 5
V.M.A	%	14.0	25.1	28.4	33.8	14
V.L.L.C.A	%	67.1	39.2	25.2	17.1	
POLVO / ASFALTO	%	0.8	0.9	0.7	0.6	0.6 - 1.3
FLUJO	mm	14.0	17.7	18.0	18.0	8 - 14
ESTABILIDAD	kN	1326.5	872.8	654.9	522.1	8.15
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	3786.4	1978.2	1455.3	1180.2	1700 - 4000



Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Miguel Ángel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

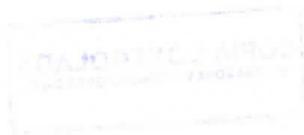


	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS				Código:	SI-AT-TA
	I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto				Versión:	V-01
					Fecha:	20/11/2018
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 23/06/2019						
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de agregados Descripción : Diseño MAC N° 02						
INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)						
MUESTRA N°	01	02	03	04	05	
1.- PESO DEL FRASCO	3336.0	3336.0	3336.0	3336.0		
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	7787.0	7787.0	7787.0	7787.0		
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7306.0	7297.0	7292.0	7285.0		
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8555.0	8552.0	8554.0	8553.0		
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1250.0	1255.0	1262.0	1268.0		
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	482.0	490.0	495.0	502.0		
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.593	2.561	2.549	2.526		
CONTENIDO % C.A.	4.30	4.80	5.30	5.80		

Observaciones :


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS			Código:	SI-AT-TA	
	I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto			Versión:	V-01	
				Fecha:	20/11/2018	
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Calle Usando PET en la Asosación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Ángel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión Informe : 23/06/2019						
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de agregados Descripción : Diseño MAC N° 02						
INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283)						
		Grupo seco			Grupo húmedo	
	N° DE PROBETAS	01	02	03	04	05 06
1	Diametro	10.15	10.17		10.15	10.15
2	Espesor	6.69	6.71		6.70	6.71
3	Contenido de Cemento Asfáltico	5.53	5.53		5.53	5.53
4	Peso Probeta al Aire	1184.0	1183.6		1187.6	1186.1
5	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)	1185.6	1184.7		1188.5	1187.6
6	Peso de la Probeta en el Agua	668.2	667.3		669.8	665.8
7	Volumen de la Probeta	517.4	517.4		518.7	521.8
8	Peso Especifico Bulk de la Probeta	2.288	2.288		2.290	2.273
9	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)	10.3	10.3		10.2	10.8
10	Estabilidad sin corregir	236	263		214	213
11	Factor Estabilidad	1.00	1.00		1.00	1.00
12	Estabilidad corregida (kg)	236	263		214	213
13	Resistencia a la compresión	2.2	2.5			
14	Resistencia retenida	91	91			
15	Promedio Estabilidad (.30 Minutos) (kg)	250				
16	Promedio Estabilidad (.24 Horas) (kg)				213	
17	Resistencia conservada (%)				85	

Observaciones :



Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Miguel Ángel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.





INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS

I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto

Código:	SI-AT-TA
Versión:	V-01
Fecha:	20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
 Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
 Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 Fecha emisión informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : Mezcla de agregados
 Descripción : Diseño MAC N° 02

INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD



N° de Muestras	01	02	03	04
N° de Golpes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Briqueta al Aire	1253.0	1265.1	1266.6	1254.9
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1259.9	1260.2	1269.5	1269.6
3.- Peso por Desplazamiento	713.4	715.9	684.5	682.9
4.- Volumen de la Briqueta	546.5	544.3	585.0	586.6
5.- Peso Unitario (Gm/As)	2.293	2.306	2.148	2.139
PROMEDIOS		2.299		2.143

2.299	2.143
50	5

1
0.150
GEB(50) - GEB(5)

IC =	6.41
------	------

Naya Zapata

Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Miguel Angel Alfaro Huayanay

Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
			Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto				

A asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Calle Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara, 2019.

Solicitante : Wilfredo Cuero Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil

Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay

Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

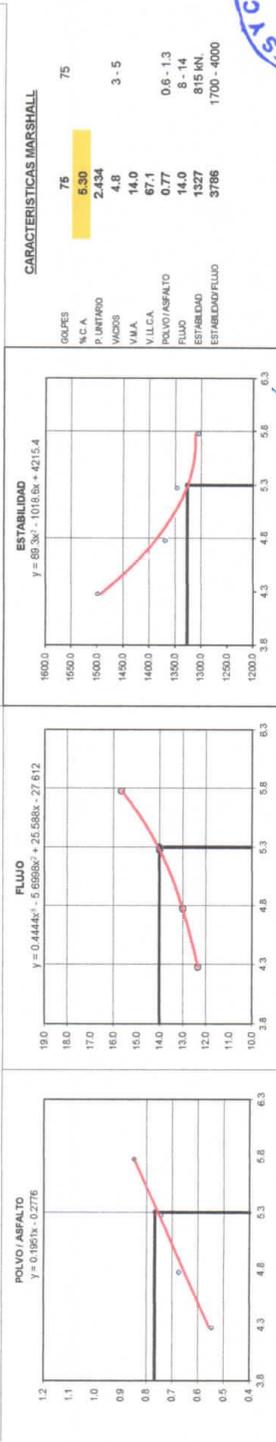
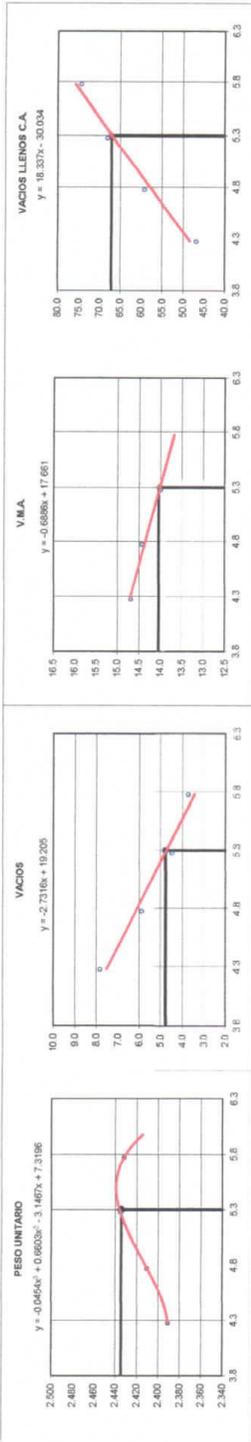
Fecha emisión Informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Identificación : Mezcla de agregados

Descripción : Diseño MAC N° 02

**DETERMINACIÓN DEL ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO
CURVAS DE ENERGÍA DE COMPACTACIÓN CONSTANTE**




Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASSESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASSESORES Y CONSULTORES S.A.C.



INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS

I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto

Código:	SI-AT-TA
Versión:	V-01
Fecha:	20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
 Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
 Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 Fecha emisión informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : Mezcla de agregados
 Descripción : Diseño MAC N° 02

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	80.5	76.2	60.3	45.9	16.6	10.2	5.4
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.8			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.39			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					56.36			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.47			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.692			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.673			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.722			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.727			
11	Altura promedio de la briqueeta cm								
12	Peso de la briqueeta al aire (gr)				1262.4	1262.7	1260.0		
13	Peso de la briqueeta al agua por 60' (gr)				1263.8	1263.8	1261.0		
14	Peso de la briqueeta desplazada (gr)				745.0	744.0	743.0		
15	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc) = (13-14)				518.8	519.8	518.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueeta = (12/15)				2.433	2.429	2.432	2.432	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.526			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				3.7	3.8	3.7	3.7	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.682			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.777			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.29			
22	% de Asfalto Efectivo					4.56			
23	Relacion Filler/Betun					0.8			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.5	14.7	14.6	14.6	14
25	% Vacios llenos con C.A.				74.7	73.9	74.6	74.4	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				15.0	16.0	16.0	15.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1314	1309	1292		
28	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1314	1309	1292	1305	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3503	3273	3231	3335	1700 - 4000

Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.





INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS

I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto

Código:	SI-AT-TA
Versión:	V-01
Fecha:	20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas **Institución:** Universidad Cesar Vallejo **Especialidad:** Ingeniería Civil
Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay
Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC N° 02

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	80.5	76.2	60.3	45.9	16.6	10.2	5.4
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.3			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.59			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					56.66			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.47			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.692			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.673			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.722			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.727			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1257.3	1255.9	1258.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1258.4	1256.3	1258.9		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				743.0	740.0	742.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				515.4	516.3	516.9		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.440	2.433	2.434	2.435	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.549			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.3	4.6	4.5	4.5	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.682			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.781			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.35			
22	% de Asfalto Efectivo					3.99			
23	Relacion Filler/Betun					0.7			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				13.8	14.1	14.1	14.0	14
25	% Vacios llenos con C.A.				68.9	67.5	67.7	68.0	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14.0	14.0	14.0	14.0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1335	1348	1355		
28	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1335	1348	1355	1346	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3813	3853	3870	3845	1700 - 4000

Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Miguel Ángel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS					Código:	SI-AT-TA		
	I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto					Versión:	V-01		
						Fecha:	20/11/2018		
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 23/06/2019									
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de agregados Descripción : Diseño MAC N° 02									
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	80.5	76.2	60.3	45.9	16.6	10.2	5.4
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.8			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.79			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					56.96			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.48			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4* (Bulk) gr/cc					2.692			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.673			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.722			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.727			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1245.8	1249.7	1246.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60° (gr)				1247.4	1251.8	1247.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				730.0	734.0	730.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				517.4	517.8	517.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.408	2.413	2.410	2.410	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.561			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				6.0	5.8	5.9	5.9	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.682			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.771			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.21			
22	% de Asfalto Efectivo					3.62			
23	Relacion Filler/Betun					0.7			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.5	14.3	14.4	14.4	14
25	% Vacios llenos con C.A.				58.8	59.7	59.1	59.2	
26	Flujo 0,01*(0,25 mm)				13.0	13.0	13.0	13.0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1389	1378	1341		
28	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1389	1378	1341	1369	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4272	4240	4125	4212	1700 - 4000



Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Miguel Ángel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.





INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS

I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto

Código:	SI-AT-TA
Versión:	V-01
Fecha:	20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas **Institución:** Universidad Cesar Vallejo **Especialidad:** Ingeniería Civil
Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay
Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión Informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC N° 02

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	80.5	76.2	60.3	45.9	16.6	10.2	5.4
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRUQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.3			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.99			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					57.26			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.48			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.692			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.673			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.722			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.727			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1244.0	1241.5	1245.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60° (gr)				1246.6	1243.0	1247.9		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				726.0	724.0	727.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				520.6	519.0	520.9		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.390	2.392	2.390	2.391	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.593			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				7.9	7.8	7.8	7.8	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.682			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.785			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.40			
22	% de Asfalto Efectivo					2.93			
23	Relación Polvo/Asfalto					0.5			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.7	14.6	14.7	14.7	14
25	% Vacios llenos con C.A.				46.7	47.0	46.7	46.8	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				12.0	13.0	12.0	12.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1504	1505	1480		
28	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1504	1505	1490	1499	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				5012	4629	4965	4869	1700 - 4000


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.





INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS

I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto

Código:	SI-AT-TA
Versión:	V-01
Fecha:	20/11/2018

Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas **Institución:** Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay **Especialidad:** Ingeniería Civil
Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión Informe : 23/06/2019

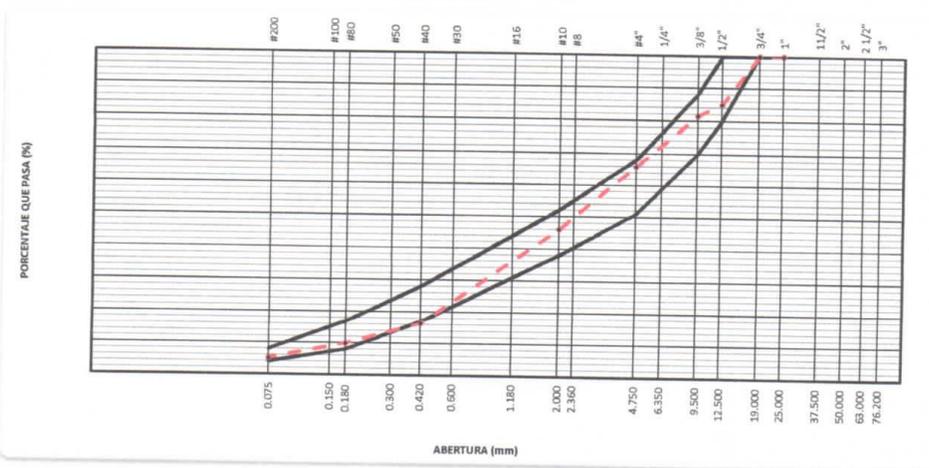
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de canteras
Descripción : Diseño MAC N° 02

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenido	PORCENTAJE			FORMULA DE TRABAJO	ESPECIFICACIÓN MAC-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumul.	Pasante			
3"	76.200							
2 1/2"	63.000							
2"	50.000							Peso total 3939.0 g
1 1/2"	37.500							Fracción finos : 0.0 g
1"	25.000							
3/4"	19.000				100.0	100	100	
1/2"	12.500	594.9	15.1	15.1	84.9	80	100	
3/8"	9.500	134.2	3.4	18.5	81.5	70	88	
1/4"	6.350							
# 4	4.750	615.5	15.6	34.1	65.9	51	68	
# 8	2.360	200.0	5.1	39.2	60.8			
# 10	2.000	584.2	14.8	54.0	46.0	38	52	
# 16	1.180							
# 30	0.600							
# 40	0.420	1165.9	29.6	83.6	16.4	17	28	
# 80	0.180	252.2	6.4	90.0	10.0	8	17	
# 100	0.150							Arena zarandeada 58.5%
# 200	0.075	191.4	4.9	94.9	5.1	4	8	PET 9.0%
>200		200.7	5.1	100.0				Grava triturada 31.0%
								Filler 0.9%

Observaciones :
 Según especificación técnica MTC EG-2013 (Sección 423)
 Pavimento de concreto asfáltico en caliente
 Mezcla agregados diseño asfalto MAC-2

CURVA GRANULOMETRICA



Naya Zapata Cuadros

Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Miguel Ángel Alfaro Huayanay

Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.





INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS

I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto

Código:	SI-AT-TA
Versión:	V-01
Fecha:	20/11/2018

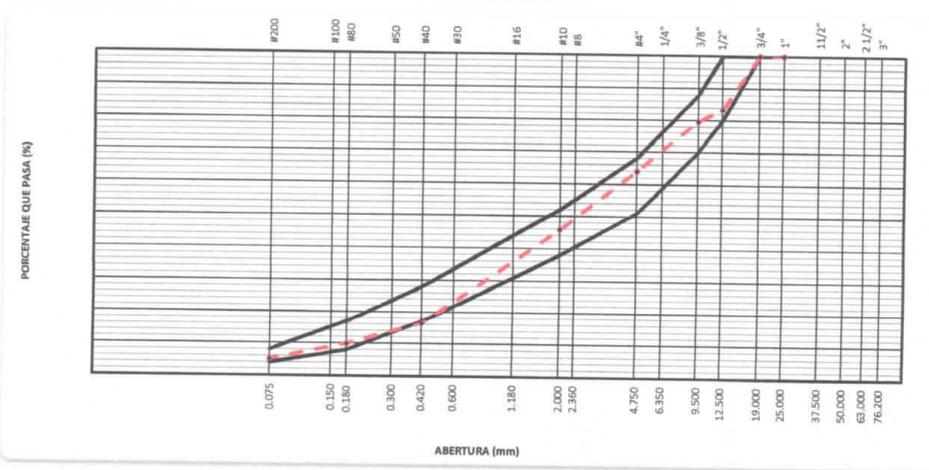
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas **Institución:** Universidad Cesar Vallejo **Especialidad:** Ingeniería Civil
Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay
Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de canteras
Descripción : Diseño MAC N° 02

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMZ ASTM	ABERTURA mm	PORCENTAJE				FORMULA DE TRABAJO	ESPECIFICACION MAC-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
		Retenido	Retenido	Acumul.	Pasante			
3"	76.200							
2 1/2"	63.000							Peso total 3939.0 g
2"	50.000							Fracción finos : 0.0 g
1 1/2"	37.500							
1"	25.000							
3/4"	19.000				100.0	100	100	
1/2"	12.500	852.4	16.6	16.6	83.4	80	100	
3/8"	9.500	146.1	3.7	20.3	79.7	70	88	
1/4"	6.350							
# 4	4.750	618.9	15.7	36.0	64.0	51	68	
# 8	2.360	215.0	5.5	41.4	58.6			Observaciones :
# 10	2.000	500.1	12.7	54.1	45.9	38	52	Según especificación técnica MTC EG-2013 (Sección 423)
# 16	1.180							Pavimento de concreto asfáltico en caliente
# 30	0.800							Mezcla agregados diseño asfalto MAC-2
# 40	0.420	1162.3	29.5	83.6	16.4	17	28	
# 80	0.180	252.0	6.4	90.0	10.0	8	17	Arena zarandeada 58.5%
# 100	0.150							PET 6.0%
# 200	0.075	191.4	4.9	94.9	5.1	4	8	Grava triturada 34.0%
>200	200.7		5.1	100.0				Filler 0.5%

CURVA GRANULOMETRICA



[Signature]

Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

[Signature]

Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.





INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS

I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto

Código:	SI-AT-TA
Versión:	V-01
Fecha:	20/11/2018

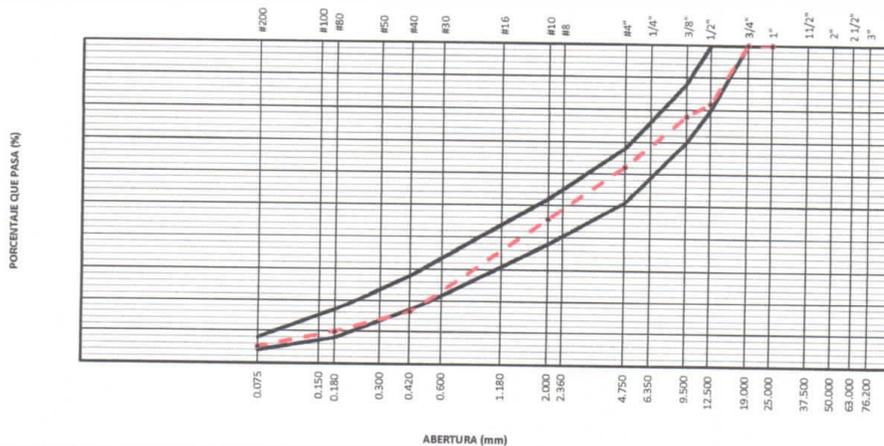
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019.
Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas **Institución:** Universidad Cesar Vallejo **Especialidad:** Ingeniería Civil
Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay
Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión informe : 23/06/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de canteras
Descripción : Diseño MAC N° 02

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenido	PORCENTAJE			FORMULA DE TRABAJO	ESPECIFICACIÓN MAC-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumul.	Pasante			
3"	76.200							
2 1/2"	63.000							Peso total 3939.0 g
2"	50.000							Fracción finos : 0.0 g
1 1/2"	37.500							
1"	25.000							
3/4"	19.000				100.0	100	100	
1/2"	12.500	710.0	18.0	18.0	82.0	80	100	
3/8"	9.500	158.1	4.0	22.0	78.0	70	88	
1/4"	6.350							
# 4	4.750	622.3	15.8	37.8	62.2	51	68	
# 8	2.360	250.0	6.3	44.2	55.8			Observaciones :
# 10	2.000	395.9	10.1	54.2	45.8	38	52	Según especificación técnica MTC EG -2013 (Sección 423)
# 16	1.180							Pavimento de concreto asfáltico en caliente
# 30	0.600							Mezcla agregados diseño asfalto MAC-2
# 40	0.420	1158.8	29.4	83.7	16.3	17	28	Arena zarandeada 99.5%
# 80	0.180	251.2	6.4	90.0	10.0	8	17	PET 3.0%
# 100	0.150							Grava triturada 37.0%
# 200	0.075	191.4	4.9	94.9	5.1	4	8	Filler 0.5%
>200		201.3	5.1	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Signature]

Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

[Signature]

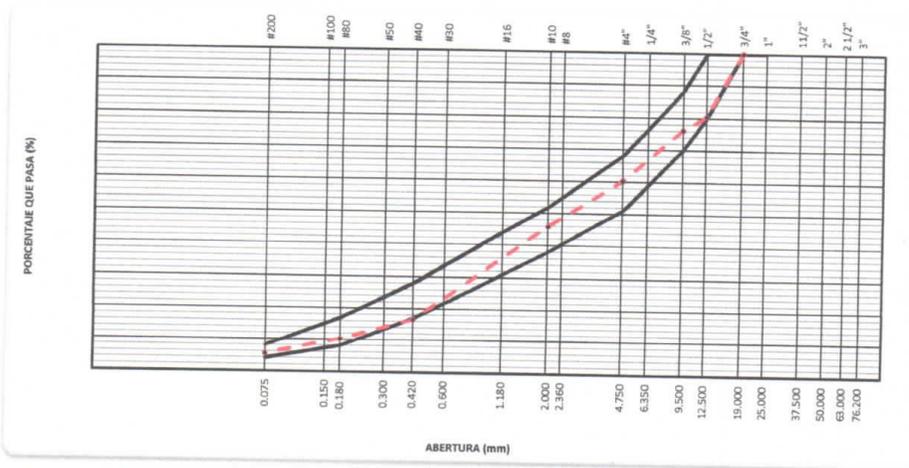
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-001-2019-SI-AT-Tesis-Asfalto	Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-01
		Fecha:	20/11/2018
Asunto : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Usando PET en la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara; 2019. Solicitante : Wilfredo Cueva Atalaya y Luis Quispe Rojas Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo: Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 23/06/2019			
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de agregados Descripción : Diseño MAC N° 02			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)			

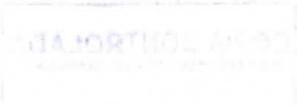
TAMIZ	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE			FORMULA DE TRABAJO	ESPECIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Retenido	Acumul.		Pasante	MAC-2	
3"	76.200								
2 1/2"	63.000								
2"	50.000								Peso total 3738.0 g
1 1/2"	37.500								Fracción finos : 0.0 g
1"	25.000								
3/4"	19.000								
1/2"	12.500	728.3	19.5	19.5	100.0		100	100	
3/8"	9.500	161.3	4.3	23.8	76.2		80	100	
1/4"	6.350						70	88	
# 4	4.750	593.8	15.9	39.7	60.3		51	68	
# 8	2.360	200.0	5.4	45.0	55.0				
# 10	2.000	337.3	9.0	54.1	45.9		38	52	
# 16	1.180								
# 30	0.600								
# 40	0.420	1096.2	29.3	83.4	16.6		17	28	
# 60	0.180	238.8	6.4	89.8	10.2				
# 100	0.150						8	17	
# 200	0.075	181.6	4.9	94.6	5.4				Grava triturada 40.0%
>200		200.8	5.4	100.0			4	8	Arena zarandeada 50.5%
									Filler 0.5%

CURVA GRANULOMETRICA




Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Declaratoria de Originalidad Del Autor

Yo , LUIS ANGEL QUISPE ROJAS, egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación/Tesis titulado: "Diseño de mezcla asfáltica en caliente incorporando Pet en la calle las Amapolas de la Asoc. Nueva Primavera, Santa Clara-2019". Es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación/Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha, San Juan de Lurigancho 12-07-2019

Apellidos y Nombres del Autor QUISPE ROJAS LUIS ANGEL	
DNI: 70819682	Firma 
ORCID: 0000-0002-8405-3593	

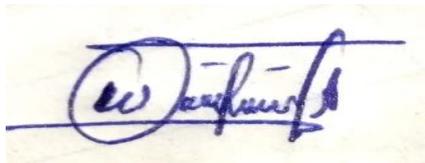
Declaratoria de Originalidad Del Autor

Yo , WILFREDO CUEVA ATALAYA, egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación/Tesis titulado: "Diseño de mezcla asfáltica en caliente incorporando Pet en la calle las Amapolas de la Asoc. Nueva Primavera, Santa Clara-2019". Es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación/Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha, San Juan de Lurigancho 12-07-2019

Apellidos y Nombres del Autor WILFREDO CUEVA ATALAYA	
DNI: 48504278	Firma 
ORCID: 0000-0003-3550-1801	