



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Influencia de tereftalato de polietileno en la elaboración de mezcla
asfáltica en caliente en el distrito de Nuevo Chimbote – 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Zavaleta Burgos Percy (ORCID: 0000-0001-7754-7125)

ASESORA:

Mgtr. Legendre Salazar Sheila Mabel (ORCID: 0000-0003-3326-6895)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres y familiares por el apoyo y confianza que me brindaron a lo largo de toda mi carrera, para cumplir todas mis metas planteadas.

Para mi abuelo en el cielo, gracias a su labor en la construcción descubrí el gusto por la ingeniería, tomando la decisión de ejercerla en mi vida profesional.

Agradecimiento

Agradecer a Dios por la bendición que me ha brindado, las oportunidades en mi vida para progresar y seguir adelante.

A mis padres, hermanos, por todo el apoyo que me brindaron, de una u otra manera pusieron su esfuerzo en mí para el desarrollo de mi tesis y culminar mi carrera profesional.

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	4
3. METODOLOGÍA	11
3.1 Tipo y diseño de investigación	11
3.2 Variables y operacionalización	11
3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	12
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5 Procedimientos	13
3.6 Método de análisis de datos	15
3.7 Aspectos éticos	15
4. RESULTADOS	16
5. DISCUSIÓN	26
6. CONCLUSIONES	28
7. RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS	30
ANEXOS	35

Índice de tablas

Tabla N°1 Pesos de agregados para briquetas - Ensayo Marshall	18
Tabla N°2 Dosificación de agregados para briquetas - Ensayo Marshall	18
Tabla N°3 Resultados de mezcla asfáltica con sustitución 1.5%, 2.5%, 3.1%	20

Índice de figuras

Figura N°1 Granulometría agregados combinados	16
Figura N°2 Porcentajes de vacíos llenos de asfalto - Diseño de mezcla asfáltica	17
Figura N°3 Porcentaje de vacíos - Diseño de mezcla asfáltica	17
Figura N°4 Flujo óptimo - Diseño de mezcla asfáltica	19
Figura N°5 Estabilidad óptima - Diseño de mezcla asfáltica	20
Figura N°6 Peso específico de muestra patrón y muestra con material PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%	21
Figura N°7 Porcentaje de vacíos de muestra patrón y muestra con material PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%	22
Figura N°8 Vacíos de agregado mineral de muestra patrón y muestra con material PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%	22
Figura N°9 Vacíos llenos de concreto asfáltico de muestra patrón y muestra con material PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%	23
Figura N°10 Flujo de las muestras patrón y con sustitución PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%.	24
Figura N°11 Estabilidad de las muestras patrón y con sustitución PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%.	24
Figura N°12 Factor de rigidez de las muestras patrón y con sustitución PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%	25

Resumen

En el presente informe se pretende conocer la importancia de implementar el material plástico, conocido técnicamente como tereftalato de polietileno. Esto a causa de aprovechar sus propiedades que derivan del petróleo y tiene similitud con el material bituminoso que empleamos en la elaboración de pavimento flexibles y también darle un mejor uso al plástico para disminuir la contaminación del medio ambiente, conociéndose su incremento de desperdicios que se encuentran en las calles por mencionado material.

Con esa finalidad se planteó la tesis: “Influencia de tereftalato de polietileno en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente en el distrito de Nuevo Chimbote – 2021” para determinar si es favorable o no el uso del material plástico como agregado para el diseño de pavimento. Para el desarrollo de la investigación se utilizó el método aplicativo con enfoque cuantitativo para la recolección de datos realizados en laboratorio de mecánica de suelos.

Obteniendo como resultado un peso más liviano en relación a la muestra convencional, también un incremento del flujo y baja estabilidad de las muestras con los porcentajes de material PET propuestos en el informe. Concluyendo que el material PET no influye positivamente en el diseño de mezclas asfálticas debido al procedimiento como agregado sólido y no a manera de fundición.

Palabras clave: tereftalato de polietileno, mezclas asfálticas.

Abstract

In this report we intend to know the importance of implementing the plastic material, technically known as polyethylene terephthalate. This is due to taking advantage of its properties that derive from petroleum and is similar to the bituminous material that we use in the manufacture of flexible pavement and also to make better use of plastic to reduce environmental pollution, knowing its increase in waste found in the streets for mentioned material.

For this purpose, the thesis was proposed: "Influence of polyethylene terephthalate in the preparation of hot asphalt mix in the district of Nuevo Chimbote - 2021" to determine whether the use of plastic material as an aggregate for pavement design is favorable or not. . For the development of the research, the applicative method was used with a quantitative approach for the collection of data carried out in the soil mechanics laboratory.

Obtaining as a result a lighter weight in relation to the conventional sample, also an increase in the flow and low stability of the samples with the percentages of PET material proposed in the report. Concluding that the PET material does not positively influence the design of asphalt mixtures due to the procedure as a solid aggregate and not as a casting.

Keywords: polyethylene terephthalate, asphalt mixtures.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que atravesamos en el país, es la acumulación de desechos sólidos en diversos puntos del lugar, en especial los productos plásticos PET que utilizamos casi a diario, debido a la falta de concientización de los pobladores en no cuidar el medio ambiente. (Barreto, p.11) menciona que de acuerdo a datos cuantitativos de la Municipalidad Distrital del Santa, en Nuevo Chimbote se producen alrededor de 100 toneladas de residuos sólidos acotando que el 20% corresponde a materiales inertes como por ejemplo el plástico.

(Salinas, [et al.], 2021, p.158) La tecnología en nuestros tiempos ha generado que se desarrollen equipos que facilitan el reciclado del material inerte [...] con la finalidad de retornar al medio ambiente sin causar daños, caso contrario, modificarlos creando nuevos productos. (Ojeda, [et al.], 2020, p.56, párr.5) Existen diversos procesos para el reciclado y puede ser mediante corte, lavado entre otros que cumplan las necesidades de uso más conveniente.

Favorablemente para nuestra salud, se está incentivando al reciclado de dichos residuos ayudando a reducir la contaminación del medio ambiente, (Léctor y Villarreal, párr. 4, p.18) estos materiales se pueden asumir como alternativa para reducir el impacto de la economía, debido a sus propiedades de durabilidad y resistencia así como su vida útil. (Contreras y Zúñiga, 2020, p. 2) La intención es aplicar estos residuos plásticos en el asfalto, debido a la relación que existe entre ellos siendo derivados del petróleo. Nos favorece porque aportaría al medio ambiente y garantiza mayor durabilidad, reduciendo los trabajos de mantenimiento.

Por otro lado, en el Distrito de Nuevo Chimbote se están manifestando la creación de obras de pavimentación en diversos sectores, generando mayor tránsito y confort en la población, sin embargo, con el pasar de los años algunos tramos de la carpeta asfáltica, se logra apreciar algunos daños en la superficie ya sea por desgaste causado por un tránsito vehicular concurrido en las vías principales o porque el asfalto no llega a su resistencia adecuada por un mal

diseño o una operatividad vehicular temprana. También se observaron los mismos daños en las vías secundarias y locales.

Lo que se plantea es aprovechar los residuos de tereftalato de polietileno, que son desechados en grandes cantidades al día, tomar conciencia del cuidado de nuestras calles y logrando reciclar de manera organizada en distintos lugares dentro del distrito de Nuevo Chimbote, de esa manera incorporarlo como parte de la mezcla asfáltica convencional y modificarla, con el propósito de mejorar sus propiedades mecánicas.

(Marcillo, 2018, p. 8) Refiriéndose a esas propiedades como la capacidad que puede tener el asfalto a no desplazarse ante las cargas vehiculares manteniéndose ante cargas continuas y a la exposición durante un largo periodo y daños que puedan ser ocasionados, también a la flexibilidad y resistencia del asfalto.

Por lo antes expuesto, se formuló el siguiente problema ¿Cuál es la influencia de Tereftalato de polietileno en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente en el distrito de Nuevo Chimbote – 2021?

Esta investigación puede generar un impacto importante en la sociedad por ser sostenible, permitiendo que los pobladores ayudemos a no contaminar las calles de nuestro distrito, de esa manera se logrará tener un ambiente más limpio y ordenado.

Los productos reciclados se incorporan en las mezclas asfálticas convencionales con la finalidad de reforzar sus propiedades mecánicas y al momento de aplicarlo en campo obtener mejores resultados, mayor durabilidad y resistencia de la superficie. Con este nuevo uso fortaleceremos la superficie de la carpeta asfáltica brindando mayor durabilidad y comodidad al tránsito vehicular dentro de nuestro distrito.

En el aspecto económico se apreciará una mejora notable si evaluamos el costo por mantenimiento de las calles pavimentadas del distrito de Nuevo Chimbote, ya sea algunos sectores donde se realizaron reparaciones o donde se han elaborado de manera completa proyectos viales a futuro.

Para ello se plantea como objetivo general determinar la influencia de tereftalato de polietileno en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente en el distrito de Nuevo Chimbote - 2021. Teniendo como objetivos específicos: determinar el diseño asfáltico por el método Marshall; determinar la dosificación para la mezcla asfáltica con sustitución PET de 1.5%, 2.5% y 3.1%; determinar el ensayo Marshall para la mezcla asfáltica patrón y para la mezcla asfáltica con sustitución PET de 1.5%, 2.5% y 3.1%; realizar un análisis comparativo entre las muestras con sustitución PET y la muestra patrón.

En función a lo mencionado antes se formula la siguiente hipótesis: la influencia de Tereftalato de polietileno en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente mejoraría las propiedades mecánicas del pavimento y causaría un cambio favorable para el medio ambiente en el distrito de Nuevo Chimbote.

2. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de esta investigación se consideró como referente otros trabajos de investigación allegado al tema planteado, donde se utilizó el Tereftalato de polietileno en el asfalto, entre ellos se encuentran:

En el ámbito internacional, Marín (2019, p.3) en su tesis “Dejando Huella: Pavimentos a partir de plásticos de fácil adquisición” que por medio del polietileno reciclado se obtenga un menor costo en el uso de los recursos del pavimento y cumpla con sus requerimientos en la comunidad de El Guabal, teniendo un resultado favorable para su proyecto como una alternativa que genera mayor economía. Se puede aprovechar los residuos plásticos con un pequeño mercado para bienes y servicios.

Para otro autor como Marcillo (2018, p.3) en su tesis “Evaluación del desempeño del hormigón asfáltico con plástico polietileno reciclado para vías de segundo orden” planteó dar un análisis en el comportamiento de la mezcla asfáltica agregando plástico reciclado con el propósito de mejorar sus propiedades y evaluar si es viable y económica, obteniendo un resultado importante por una mejora en la estabilidad casi duplicando a una muestra convencional, también se encontró una similitud entre las muestra original y modificada al momento de fabricarlas.

De la misma forma Alvarado (2018, p.1) en su artículo “Uso de plástico en asfalto: más resistencia y menos costo” publicado en el medio de comunicación web Crhoy Noticias 24/7, mencionó que en la Universidad de Costa Rica (UCR), realizaron una mezcla de asfalto con trozos de plástico y es muy resistente al lugar donde se colocó y es más barato. Concluyendo que la utilidad del material aporta mayor resistencia a deformaciones y grietas, se adecúa a la temperatura y tipo de suelo.

También, Pilatuña y Rodríguez (2020, p.3) en su tesis “Incorporación de plástico reciclado mediante vía húmeda en una mezcla asfáltica en caliente utilizando agregados pétreos del Cantón Guamate” tiene como objetivo comparar las características entre una mezcla asfáltica convencional y una modificada con adición de plástico reciclado PET, determinando la estabilidad del material y costos en su elaboración. Concluyendo que el plástico triturado PET

incorporado en la mezcla ayuda a tener mejor estabilidad respecto a una muestra convencional.

Berrío (2017, p.4) en su tesis “Diseño y evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica tipo MSC-19 con incorporación de Tereftalato de Polietileno reciclado como agregado constitutivo” plantea realizar un diseño de mezcla para el asfalto con adición del material PET y analizando su comportamiento respecto a sus propiedades mecánicas. Llegando a la conclusión que existen cambios positivos en sus propiedades de la muestra empleada con adición de tereftalato de polietileno, pero con variantes en la velocidad de deformación plástica.

Para Cabrera (2021, p.11) en la tesis “Influencia del uso de PET reciclado como reemplazo de agregados en la respuesta mecánica y durabilidad de mezclas asfálticas” tiene como objetivo general apreciar si es factible el uso del plástico reciclado como sustitución de los materiales agregados de una mezcla asfáltica en caliente. Se concluye el uso del PET como favorable en el diseño, debido al incremento de su rigidez a medida que disminuye la proporción del plástico reciclado.

En el ámbito nacional, Espinoza (2019, p.6) en su tesis “Utilización del plástico PET reciclado como agregado ligante para un diseño de mezcla asfáltica en caliente de bajo tránsito en la ciudad de Huánuco - 2018” planteó conocer el comportamiento del asfalto utilizando el plástico PET para una vía de tránsito escaso o reducido ubicado en la ciudad de Huánuco. Llegó a la conclusión que la mezcla asfáltica con plástico fundido tiene mayor rigidez similar al concreto comparado al asfalto tradicional.

También para los autores Contreras y Zúñiga (2020, p.3) en la tesis “Influencia de los desperdicios plásticos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas modificadas” tiene como objetivo evaluar el desempeño del plástico en las propiedades del asfalto basándose en otras investigaciones, concluyendo que el plástico más usado es el PET (tereftalato de polietileno), también que su costo es menor respecto a una mezcla asfáltica convencional.

En el caso de Salazar (2020, p.4) en su tesis “Evaluación de mezcla asfáltica con aplicación de plástico reciclado para los pavimentos flexibles en San Juan de Miraflores, Lima 2019” tiene como objetivo general encontrar su influencia del plástico en el asfalto para pavimentos flexibles. Y como objetivos específicos, encontrar si hay variación en sus propiedades y que cumpla con lo establecido en el diseño respecto a una muestra de asfalto convencional. Llegando a la conclusión que el uso del plástico ayuda de manera positiva, sobre todo porque disminuye la contaminación de los residuos sólidos; también concluyó que al sustituir el plástico con agregado mejora sus propiedades de diseño del asfalto.

Igualmente, para el autor Puente (2020, p.21) en la tesis “Análisis técnico – económico de mezclas asfálticas con tereftalato de polietileno reciclado para la construcción de carreteras asfaltadas” como objetivo realizó un análisis en lo técnico y económico de la mezcla del asfalto con material PET para la construcción de carreteras, concluyendo que con ese material adicional se consigue mejoras en sus propiedades mecánicas como la durabilidad de la estructura del pavimento, además, el costo es similar al asfalto tradicional.

Luque (2019, p.18) en su tesis “Influencia de la incorporación del tereftalato de polietileno en el comportamiento de los parámetros del diseño Marshall del concreto asfáltico – Juliaca, 2018” tiene el propósito de observar y estudiar la influencia de adherir plástico reciclado ante el diseño Marshall. Llegó a la conclusión que el uso del tereftalato de polietileno es apropiado para la elaboración de mezclas asfálticas con un ligero mejoramiento en sus propiedades mecánicas.

Silvestre (2017, p.47) en su tesis “Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima-2017” tiene como objetivo general encontrar el porcentaje de mejora que proporciona una mezcla asfáltica con material PET a comparación de la mezcla asfáltica convencional. Concluyendo que el tereftalato de polietileno puede mejorar la adherencia de la mezcla asfáltica, de la misma forma sucede con la densidad que disminuye 1.7% respecto a la muestra patrón.

Para mayor entendimiento del tema tomamos como teoría la siguiente información:

Según el Diccionario de la Lengua Española (DLE) la influencia produce efectos sobre otros, donde se ejerce predominio de una persona o cosa. Para Flores y Tacunan (2019, p.23) menciona que la influencia o el acto de influenciar consiste en inducir a una persona a cambiar de pensar y comportarse por medio de la persuasión.

Eso también se plantea en este proyecto referente al cuidado de nuestras calles de nuestro Distrito, también a la protección del medio ambiente mediante el reciclado de materiales plásticos y darle un buen uso para la mezcla asfáltica.

El pavimento flexible se compone por la subrasante, sub-base, base y la carpeta asfáltica; para este último componente, Román y Valenzuela (2019, p.42) menciona que es la capa del pavimento que soporta y absorbe las cargas horizontales y verticales ocasionados por el tránsito vehicular. Son construidos con mezclas de asfalto y pueden hacerse en frío o en caliente.

Minaya y Ordoñez (2003, p.7) citado por Arévalo (2020, p.10) Nos dice que el asfalto deriva del petróleo, además de ser un material bituminoso (betún) de color negro o marrón. Al exponerse a temperaturas elevadas su textura cambia a una más flexible.

Salazar (2019, pp.15 - 16) comparte la misma definición, siendo un aglomerante de color oscuro constituido mayormente de betún y se obtiene al destilar del petróleo, posteriormente se recobra el asfalto, sin embargo, en ocasiones se ha encontrado el material mezclado con agua y otros minerales. El asfalto esta hecho de un material flexible, es resistente, se adhiere rápidamente y muy impermeable, puede encontrarse en un estado sólido o semisólido cuando se expone a temperaturas normales pero cambia su estado natural a temperaturas más altas, se disuelven.

También tenemos a los agregados como parte de la composición de la carpeta asfáltica, (Alaya, [et al.] 2019, p.1) define como un material que se encuentra en la naturaleza y es de carácter mineral, sin embargo puede emplearse de manera conveniente en dimensiones de nuestra preferencia por medio de

voladura para ser trituradas posteriormente. Céspedes (2019, p.3) Está compuesto por partículas de grava o arena en grandes proporciones empleados en esta ocasión para la elaboración del asfalto en caliente.

Corbacho (2019, p.18) las mezclas asfálticas se combinan los agregados mediante un ligante, dependiendo de las propiedades de los minerales se obtendrá su comportamiento físico y funcional. En el diseño se debe considerar la resistencia y espesor de la carpeta asfáltica, también, determinar el acabado final de la superficie del pavimento. Vizcarra (2016, p.4) Dichas mezclas asfálticas también son conocidas como aglomerado y son fabricados en centrales, luego llevados a obra para su ejecución correspondiente.

Estas mezclas se trabajarán en caliente, Vizcarra (2016, p.11) son elaboradas en plantas especiales a una temperatura que supera los 100°C, sin embargo, cuando son llevadas a obra, debe mantener una temperatura no menor a 110°C, evitar que se endurezca y de esa forma pueda extenderse y compactarse de manera adecuada.

Otro término a definir es el plástico y para el autor, Saravia (2016, pp.11 - 12) menciona al material como un elemento que tiene un origen orgánico, en su mayoría resistentes y livianos y al fabricarse tiene la facilidad de moldearse por el calor y presión. Son clasificados en 2 grupos: termoplásticos y termostables, donde resaltaremos el primero, debido a que son reciclables. El autor también menciona que los plásticos reciclables son 6 los más importantes y se puede identificar mediante una numeración dentro de un triángulo, la cual solo nos enfocaremos en uno de ellos: el tereftalato de polietileno (PET), pueden ser procesados de diferentes formas como extrusión, inyección; utilizados en envases transparentes como las gaseosas, aceites o de agua.

Cobos (2016, p.180) Define al material polietileno tereftalato (PET) como un material derivado a partir de la reacción entre el ácido tereftálico (TA) y el etilenglicol. Dando inicio en su producción a partir del año 1941 en Inglaterra, años más tarde en la industria como fibra. Pese a ello transcurrieron 20 años para dar forma a las botellas plásticas que hoy conocemos.

(Sánchez, [et al.] 2018, p.8) También conocido como PET 1 o PETE, son los envases de plásticos de un solo uso, transparente y reciclable, también pueden modificarse en otros productos como muebles, paneles de construcción entre otros. Contreras y Zúñiga (2020, p.22) Los productos PET son más utilizados en el grado textil, como las fibras sintéticas, también en las botellas plásticas por su resistencia y ligereza; por último, en las hojas de plástico, películas fotográficas y rayos X.

Cabanillas (2020, p.17) El material es variado, desde su materia prima y la elaboración y uso del mismo, para lograr identificar el tipo de plástico se tiene un Código Internacional SPL, lo cual ayuda en el momento de clasificar el reciclado, entre ellos tenemos: PET (Tereftalato de polietileno), PEAD (polietileno de alta densidad) y PVC (Policloruro de vinilo); donde el primero son los envases de agua y gaseosa, el segundo a los baldes y tanques de agua, el tercero a las tuberías de agua y desagüe.

Teniendo en cuenta a los componentes de la mezcla asfáltica que se propone realizar, se ejecutará su preparación, Ortiz (2017, p.18) donde se tiene en cuenta el polímero ideal (PET) y compatible con el asfalto, que aporte a las propiedades mecánicas óptima funcionalidad. Todo sería posible si cumple con una buena dosificación y la exposición de la temperatura adecuada en el proceso de fabricación. Cabezas (2020, p.12) Cuando se agrega un material nuevo a la mezcla resulta un asfalto modificado cuya finalidad es mejorar sus propiedades reduciendo las grietas y reforzando su resistencia.

Para encontrar el porcentaje óptimo del asfalto, se utiliza el método Marshall, para (Garnica [et al.] 2004, p.3) solo es aplicable para asfaltos que se trabajen con altas temperaturas mayores a 100°C, también determinar el óptimo contenido del asfalto y la combinación de los agregados para el diseño, teniendo en cuenta los parámetros mostrados en el Manual de ensayos de materiales, MTC E 504 (2016, pp. 583 – 593) en el mencionado manual indica el procedimiento del ensayo Marshall, con este procedimiento mediante briquetas con dimensiones establecidas para elaboración de mezclas asfálticas, se realizan pruebas para determinar la estabilidad, fluencia, densidad, porcentajes de vacíos entre otros datos indispensables.

Para el análisis y comparación con las muestras que tienen la sustitución de PET, es necesario realizar los ensayos del manual y observar si existe cambios favorables respecto a la muestra inicial del diseño, (Manual de Ensayos de Materiales, 2016) plantea un mínimo de 3 muestras por cada dosificación agregado que permite promediar los resultados de acuerdo a los ensayos correspondientes.

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación:

Lozada (2014, p.35) define a la investigación de tipo aplicada como aquella que aporta de forma diversa y productiva los conocimientos utilizando información que se origina de una investigación básica.

Por ello se aplica en esta investigación de tipo aplicativo, debido a que el material de tereftalato de polietileno se adicionará a la mezcla asfáltica del pavimento flexible con la finalidad de mejorar su durabilidad, resistencia y otras propiedades.

Diseño de investigación: .

Para White y Sabarwal (2014, p.1) define como cuasi experimental a la consideración de un grupo de investigación que se debe comparar tenga semejanza de sus características a una investigación inicial o de base. Cumpliendo el criterio de causa y efecto.

En este informe se optará por ese diseño cuasi experimental porque la variable independiente al ser modificada podría generar cambios a la variable dependiente de la investigación.

3.2. Variables y operacionalización

Se ha considerado como variable independiente al Tereftalato de polietileno, ya que es el material que se aplicará al asfalto y depende de ello para determinar el resultado de la muestra. (*véase anexo 03*).

Por otro lado, tenemos a otra variable que se considera como dependiente a la mezcla asfáltica en caliente, allí será adicionado el material PET y sufrirá variaciones en función a los cambios que tenga la variable independiente. (*véase anexo 04*).

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Población:

Para este proyecto se considera como población al conjunto de briquetas para elaboración de asfalto en caliente realizadas en laboratorio de suelos. Dichas muestras serán 15 unidades para el estudio respectivo de la mezcla asfáltica y determinar el porcentaje adecuado para el diseño del ligante PEN 60/70 que tomaremos como referencia para el análisis correspondiente, luego 3 grupos de 3 muestras cada uno para el diseño con una sustitución de 1.5%, 2.5% y 3.1% de tereftalato de polietileno respectivamente.

Muestra:

Será una cantidad determinada de briquetas que corresponde a la muestra patrón de asfalto sin aditivo y la misma cantidad para los porcentajes de tereftalato de polietileno que se adicionará en las muestras. Se consideró 3 briquetas por cada ensayo de laboratorio que nos permitirá evaluar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, sumando un total de 12 muestras por el diseño realizado. (*véase anexo 04*).

Muestreo:

Se realizaron los ensayos en laboratorio según el Manual de Ensayos de Materiales 2016 – MTC E 504, y se les aplicará a cada una de las muestras diseñadas para el estudio y encontrar los resultados de acuerdo a los parámetros permitidos en las normas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Nos sirve para adquirir toda la información que se requiera en el proyecto y de esa manera realizar la investigación con los datos obtenidos en los ensayos y mediante la observación se analizará cada muestra, donde se realizará en un laboratorio de mecánica de suelos, verificando que los materiales deban cumplir con los parámetros planteados en el Manual de Ensayos de Materiales.

Para desarrollar la recolección de datos se tomará en cuenta ciertos protocolos con la finalidad de cumplir todos los procedimientos según la normativa, donde se manifiesta las condiciones y forma en la que deben elaborar las muestras de diseño, ya sea la predeterminada o patrón como las que contienen tereftalato de polietileno como aditivo. Los protocolos se realizan en base al Manual de Ensayos de Materiales y el Ministerio de Transporte y Comunicaciones EG – 2013.

Entre los cuales tenemos:

- Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos MTC E 204 (ASTM C136-06).
- Gravedad específica y absorción de agregados finos MTC E 205 (ASTM C-127)..
- Peso específico y absorción de agregados gruesos MTC E 206 (ASTM C-127).
- Abrasión los Ángeles MTC E 207.
- Contenido de humedad total de los agregados por secado MTC E 215 (ASTM D-2216).
- Ensayo Marshall MTC E504 - AASHTO T-245 (ASTM D-1559).

Estos documentos son formatos generados en el MEM – 2016, lo que garantiza la confiabilidad de los ensayos que se realizarán.

3.5. Procedimientos

Para realizar el proyecto iniciamos planteando el problema, seguido de una alternativa de solución, con la finalidad de mejorar a largo plazo, mencionando la justificación y el posible resultado al culminar el trabajo de investigación.

Así mismo, la recolección de información, como los antecedentes nacionales e internacionales, así como tener conocimiento del marco teórico referente al tema que estamos tratando para mayor entendimiento. La información consultada se obtuvo recopilando diferentes documentos como tesis, artículos científicos, entre otros.

Luego se obtendrá los materiales que se emplearán para las muestras de estudio, primero será el asfalto pen 60/70 este tipo de material es el que más se utiliza en nuestro país, también la arena gruesa y la piedra extraída de la cantera, por último el material PET que se obtendrá mediante el reciclado de botellas de agua y gaseosa previamente lavadas para extraer las impurezas que pueda encontrarse en su interior y de esa forma pueda llevarse a laboratorio para la evaluación del material.

Cumpliendo con la recolección de información y de los materiales para la investigación, se dará inicio al ensayo de granulometría según el MTC E204, mediante los tamices se hará la separación de las partículas de los agregados que pasan a través de ellas, y los datos finales depende de la cantidad de material que pase por cada malla de los tamices.

También se obtendrá el contenido de humedad de los materiales empleados según indica el MTC E215, cuya finalidad es encontrar el porcentaje que existe entre la masa de la muestra seca respecto a la muestra inicial, y se obtiene dejando secar el material a una elevada temperatura y hacer la comparación de sus masas.

Más adelante se calculará el peso específico y absorción de los agregados. El material empleado estará sumergido en el agua por 24 horas, después pesarlas y luego colocarlo en el horno para encontrar la masa de la muestra seca.

Así mismo, se aplicará el ensayo de Abrasión los ángeles para el MTC E 207, menciona que se obtendrá el valor de la resistencia ante la degradación de los materiales evaluados mediante la Máquina de Los Ángeles.

Para finalizar, se hará el ensayo del Método Marshall (ASTM D- 1559 Y AASHTO T-245), donde encontraremos la relación de vacíos, estabilidad, entre otros y será aplicados a las briquetas de la muestra patrón como las muestras modificadas con tereftalato de polietileno.

Después de los ensayos realizados, se tomará en cuenta los resultados para comparar todas las muestras y verificar la variación entre el diseño tradicional con el diseño con la adición del PET, empleando el programa M. Excel, siguiendo los parámetros del MTC EG – 2013.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos adquiridos serán plasmados en los formatos establecidos en las normas, documentos confiables donde se colocarán los valores obtenidos como resultado de los ensayos elaborados en el laboratorio de mecánica de suelos. Para realizar los cuadros y gráficos usaremos el software Microsoft Excel, de esa manera podemos hacer las comparaciones entre el diseño tradicional y los diseños modificados con el aditivo PET, siguiendo los parámetros que tiene el MTC EG – 2013.

3.7. Aspectos éticos

Según lo indicado en El Código de Ética de en Investigación (2020, p.5), nos menciona a los principios de ética y en este proyecto se consideró los siguientes:

- Cuidado del medio ambiente porque se promueve la mejora de nuestro planeta con la finalidad de aportar de manera positiva.
- Hay libertad en expresar el contenido de otros autores y fundamentarlas para el desarrollo de esta investigación.
- El respeto a los autores de las investigaciones recopiladas en este proyecto, evitando el posible plagio parcial o total de su contenido, expresando sus ideas con palabras y términos propios.

4. RESULTADOS

4.1. DISEÑO ASFÁLTICO POR MÉTODO MARSHALL

4.1.1. Ensayos granulométricos de los agregados fino y grueso:

Se realizaron los ensayos correspondientes en el laboratorio KAE Ingeniería utilizando los materiales principales para el diseño de la mezcla asfáltica: agregado fino, agregado grueso.

Figura N°1
Granulometría agregados combinados



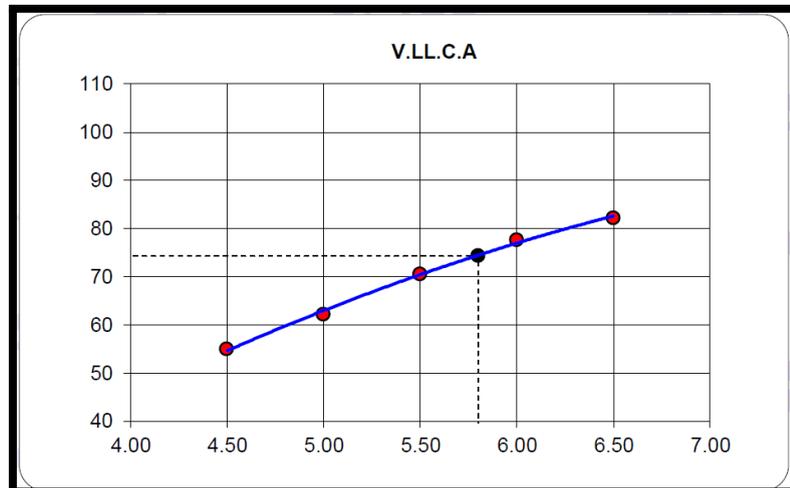
Fuente: KAE Ingeniería.

Interpretación:

Se desarrollaron los ensayos de granulometría de los agregados por separado y también de manera combinada para el cumplimiento de los límites normativos y elaborar de manera correcta la mezcla del asfalto. Según el RNE, la norma CE_010 Pavimentos Urbanos se especifica los límites de gradación de agregados para el tipo de vía donde se plantea la investigación, en este caso se determinó el MAC – 2 para vías arteriales o colectoras correspondiente al distrito de Nuevo Chimbote.

4.1.2. Ligante Asfáltico Óptimo:

Figura N°2
Porcentajes de vacíos llenos de asfalto - Diseño de mezcla asfáltica

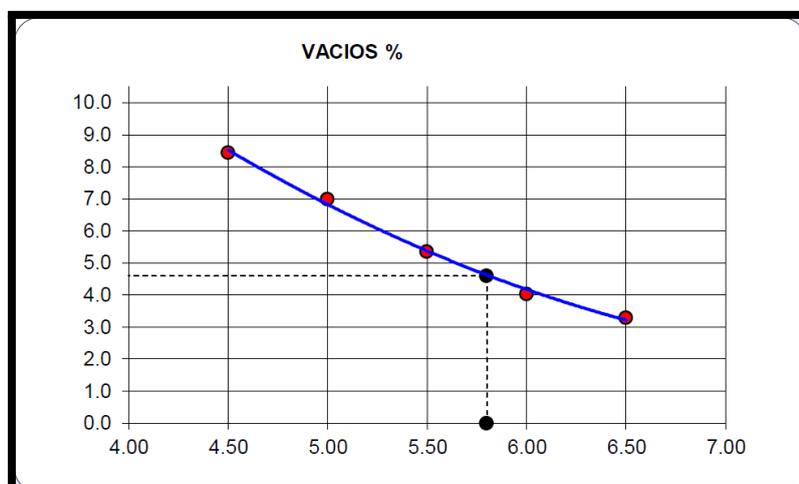


Fuente: KAE Ingeniería.

Interpretación:

Se consideró el intervalo de vacíos llenos de asfalto entre 65 – 78 para el tipo de tránsito considerado en la norma CE_010 Pavimentos Urbanos determinando el porcentaje de ligante óptimo se encuentra entre 5.5% y 6.0%

Figura N°3
Porcentaje de vacíos - Diseño de mezcla asfáltica



Fuente: KAE Ingeniería.

Interpretación:

Se consideró el intervalo de vacíos entre 3 – 5 para el tipo de tránsito considerado en la norma CE_010 Pavimentos Urbanos determinando el porcentaje de ligante óptimo se encuentra entre 5.5% y 6.5%. Las figuras 2 y 3 coinciden en los rangos de porcentaje del asfalto y haciendo un reajuste se concluyó que el ligante asfáltico óptimo para el diseño será de 5.8% como un valor intermedio. El ligante más comercial es PEN 60/70.

4.2 DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS Y PORCENTAJE DE LIGANTE ASFÁLTICO PARA EL DISEÑO:

Se determinó la dosificación de los agregados combinados mediante la gráfica de la curva granulométrica (*Figura 01*), de 44% para los agregados gruesos y 56% para los agregados finos en la muestra patrón, en este caso al sustituir el material PET se estableció los porcentajes de la siguiente manera:

Tabla N°1

Pesos de agregados para briquetas - Ensayo Marshall

Peso Briqueta	1250 gr.		
	1.50%	2.50%	3.10%
Grava (44%)	518.10 gr.	518.10 gr.	518.10 gr.
Arena	641.74 gr.	629.96 gr.	622.90 gr.
PEN 60/70 (5.8%)	72.50 gr.	72.50 gr.	72.50 gr.
PET	17.66 gr.	29.44 gr.	36.50 gr.

Tabla N°2

Dosificación de agregados para briquetas - Ensayo Marshall

	Muestra patrón	PET 1.5%	PET 2.5%	PET 3.1%
A. grueso (%)	44	44	44	44
A. fino (%)	56	54.5	53.5	52.9
PET (%)	0	1.5	2.5	3.1

Fuente: KAE Ingeniería.

Elaboración propia.

Interpretación:

Se elaboró a manera de sustitución el material PET porque al reemplazar el agregado fino debe cumplir con el tamaño nominal que pase la malla #4. Procurando no tener gran porcentaje de vacíos con una proporción mayor al momento de elaborar las muestras de mezclas asfálticas.

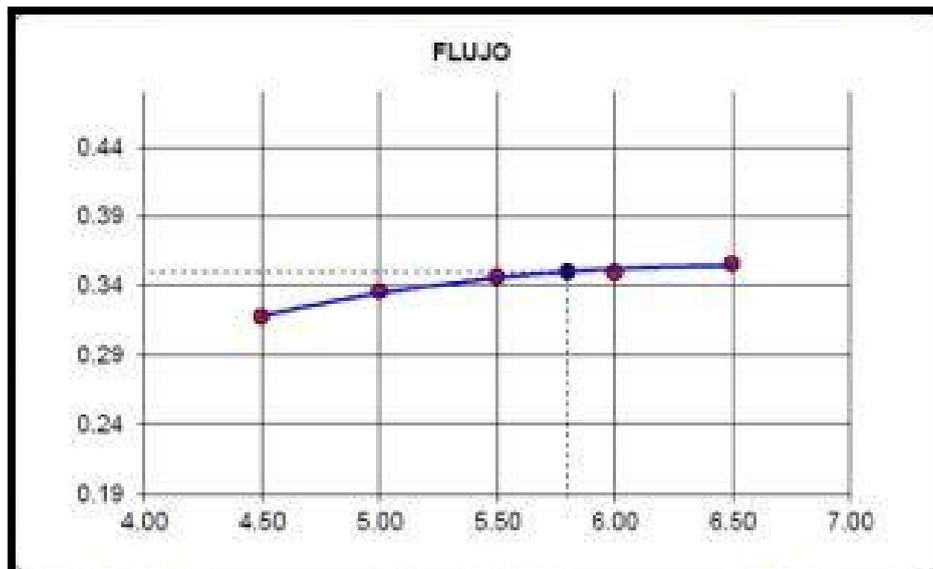
4.3. ENSAYO MARSHALL PARA MEZCLA ASFÁLTICA PATRÓN Y MEZCLA ASFÁLTICA CON SUSTITUCIÓN PET DE 1.5%, 2.5%, 3.1%:

Para realizar los ensayos, se empleó los equipos y materiales del laboratorio de mecánica de suelos KAE Ingeniería. Se obtuvo los datos correspondientes del equipo Marshall como la estabilidad y el flujo con los materiales convencionales utilizados para la muestra patrón.

4.3.1. Mezcla asfáltica patrón:

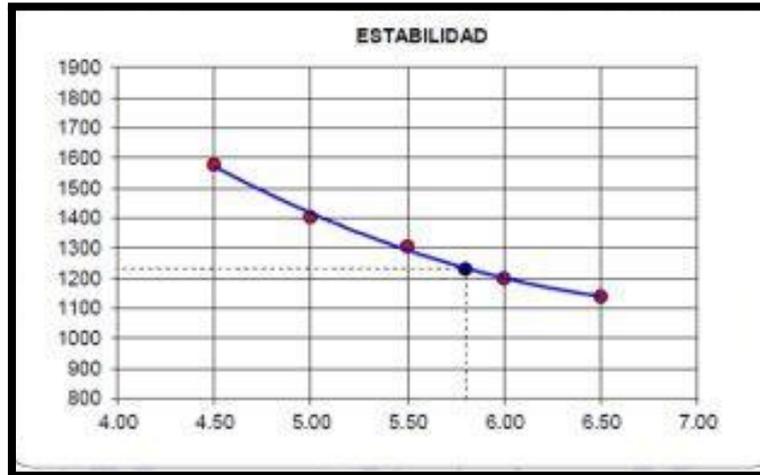
Figura N°4

Flujo óptimo - Diseño de mezcla asfáltica



Fuente: KAE Ingeniería.

Figura N°5
Estabilidad óptima - Diseño de mezcla asfáltica



Fuente: KAE Ingeniería.

Interpretación:

Se elaboraron los ensayos Marshall y cuando incrementa el ligante asfáltico, el flujo aumenta a diferencia de su estabilidad que tiende a disminuir.

4.3.2. Mezcla asfáltica con sustitución PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%:

Mediante los ensayos realizados se obtuvo los resultados siguientes para la sustitución de material plástico con los porcentajes: 1.5%, 2.5%, 3.1%.

Tabla N°3
Resultados de mezcla asfáltica con sustitución 1.5%, 2.5%, 3.1%

	1.5%	2.5%	3.1%
Ligante asfáltico	5.80	5.80	5.80
Vacíos	16.9	18.2	19.0
Vacíos agregado mineral	25.6	24.9	24.5
V.L.L.C.A.	34.0	27.0	22.4
Flujo	0.41	0.44	0.46
Estabilidad	656	669	687
Factor de rigidez	1594	1519	1484

Fuente: KAE Ingeniería.

Elaboración propia.

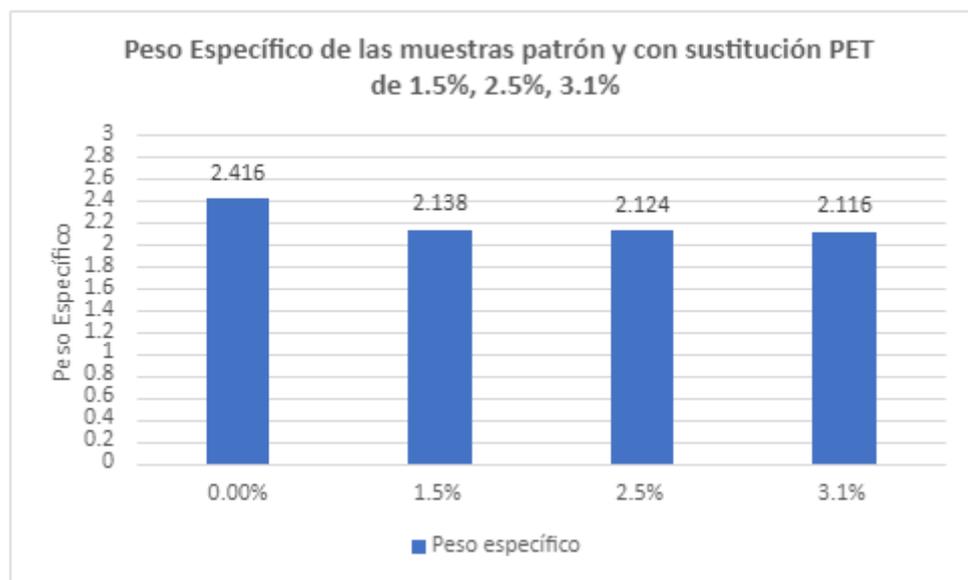
Interpretación:

Se realizó los ensayos Marshall con el material PET y considerando el porcentaje de asfalto óptimo del diseño obteniendo los resultados de la Tabla N°3. Se observó un incremento del porcentaje de vacíos, flujo y estabilidad.

4.4. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE MUESTRAS CON SUSTITUCIÓN Y MUESTRA PATRÓN:

Figura N°6

Peso específico de muestra patrón y con sustitución PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%



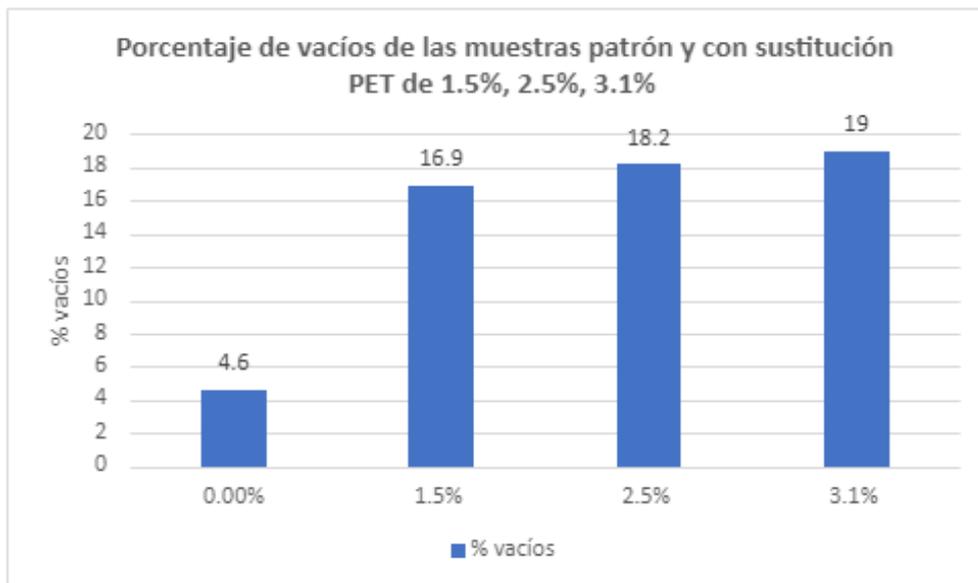
Fuente: KAE Ingeniería.

Elaboración propia.

Interpretación:

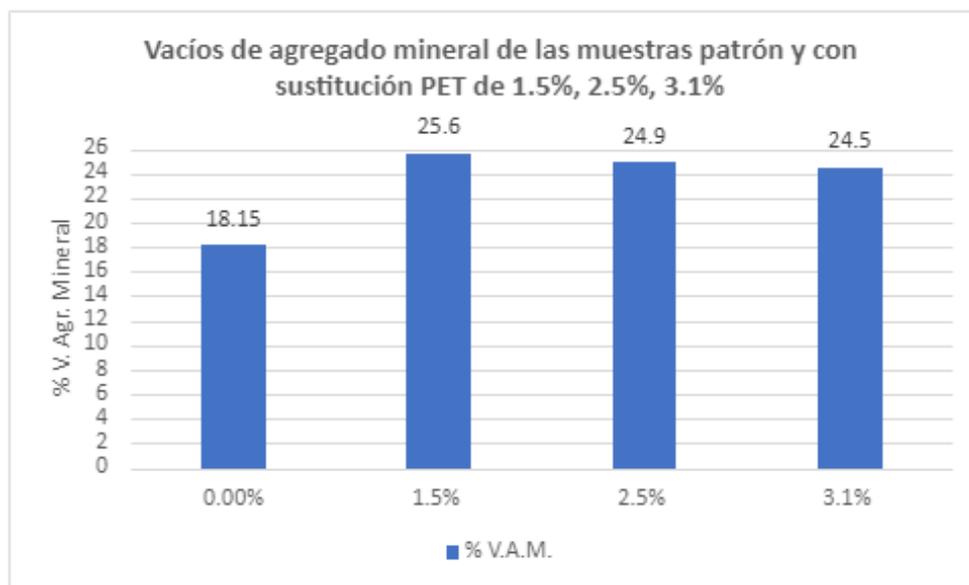
El peso específico con material PET disminuyó respecto al peso de la muestra patrón, también se observó que al aumentar el porcentaje de plástico, el peso de la briqueta se reduce.

Figura N°7
Porcentaje de vacíos de muestra patrón y con sustitución PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%



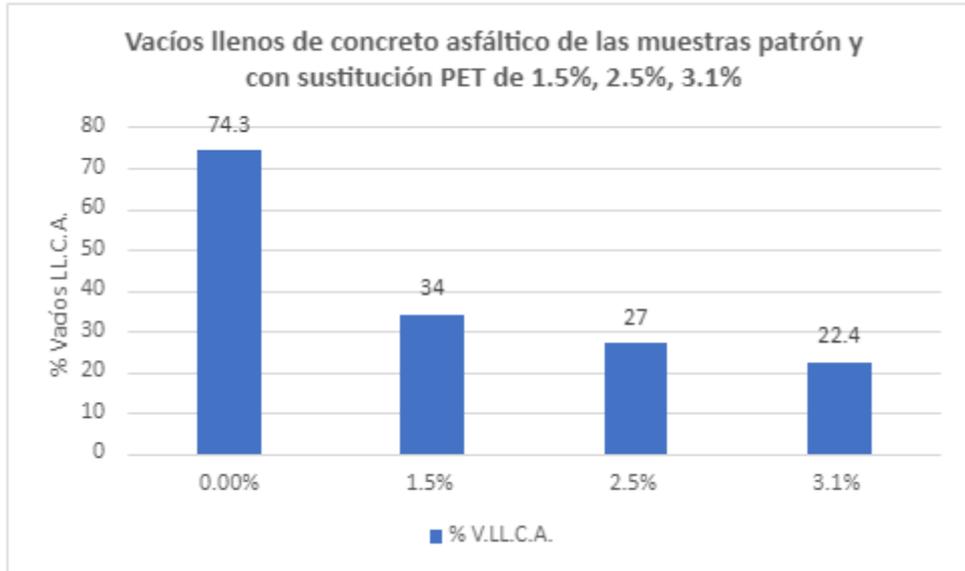
Fuente: KAE Ingeniería.
 Elaboración propia.

Figura N°8
Vacíos de agregado mineral de muestra patrón y con sustitución PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%



Fuente: KAE Ingeniería.
 Elaboración propia.

Figura N°9
Vacíos llenos de concreto asfáltico de muestra patrón y con sustitución PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%



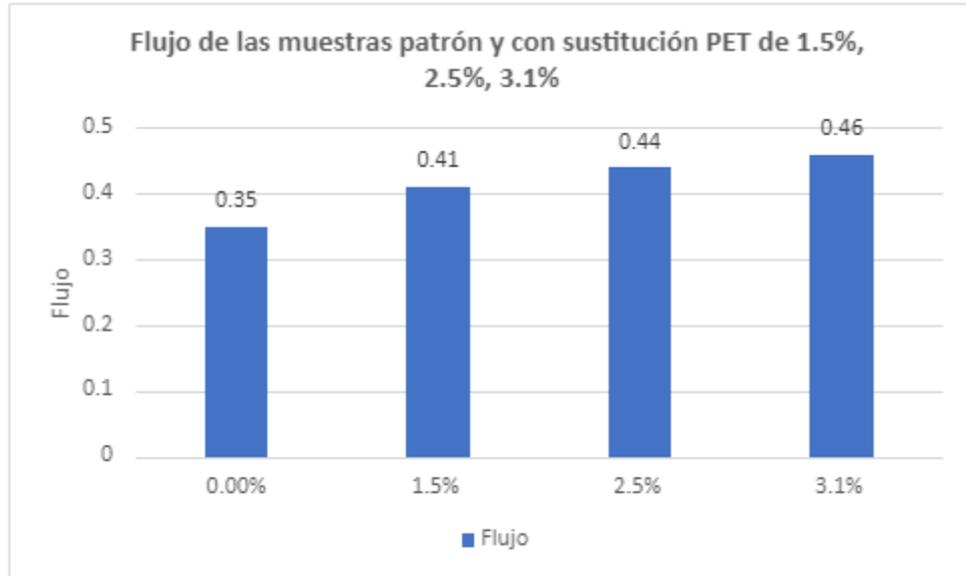
Fuente: KAE Ingeniería.
Elaboración propia.

Interpretación:

En la figura 7, incrementó la cantidad de vacíos de las muestras con material PET, igualmente sucede en la figura 8 con el agregado mineral. En la figura 9, el porcentaje de vacíos llenos de asfalto disminuyó a comparación de la muestra patrón, esta variación se relaciona al incorporar tereftalato de polietileno de forma sólida, no es plana y es irregular.

Figura N°10

Flujo de las muestras patrón y con sustitución PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%.

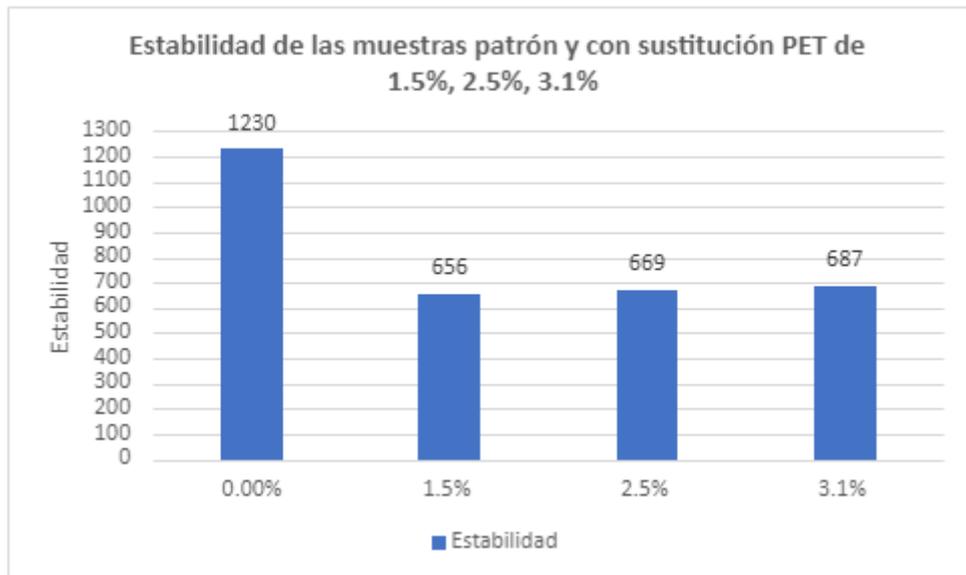


Fuente: KAE Ingeniería.

Elaboración propia.

Figura N°11

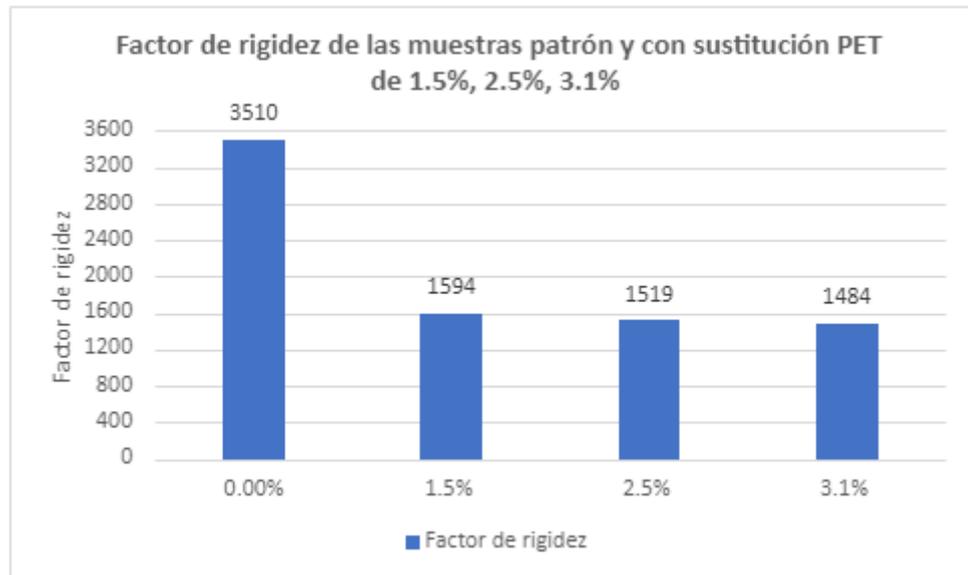
Estabilidad de las muestras patrón y con sustitución PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%.



Fuente: KAE Ingeniería.

Elaboración propia.

Figura N°12
Factor de rigidez de las muestras patrón y con sustitución PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%



Fuente: KAE Ingeniería.

Elaboración propia.

Interpretación:

En la figura 10, el flujo aumentó hasta 1mm en las muestras con sustitución de PET, a diferencia de su estabilidad en la figura 11, que disminuyó casi hasta la mitad. La existencia de más vacíos ocasiona mayor flexibilidad y menor resistencia.

5. DISCUSIÓN

5.1. Se determinó el óptimo contenido de ligante asfáltico mediante el método Marshall con un valor de 5.8% tomando en consideración a los parámetros de la norma CE_010 Pavimentos Urbanos. Para determinar los porcentajes adecuados de los agregados fino y grueso, se ha evaluado la granulometría de cada uno para evaluar si cumple con lo especificado en la norma, también se realizó el mismo ensayo de granulometría de manera combinada, balanceando los porcentajes de cada agregado hasta encontrar el que se ajuste a los parámetros para una vía arterial.

(Luque, 2019) obtuvo un porcentaje óptimo de 4% muy por debajo al resultado de la presente tesis. Sin embargo, (Berrío, 2017) se acercó al porcentaje con un valor de 5.3% de ligante asfáltico. Ambos autores realizaron la combinación de los agregados y las proporciones similares del ligante asfáltico para el diseño. Los valores porcentuales son variables, aunque el método y las condiciones de las muestras expuestas sean las mismas, esto se debe al material utilizado en los ensayos la cual se observa en su granulometría, ocasionando que el ligante asfáltico aumente al mezclarse con mayor porcentaje de agregados finos.

5.2. Se determinó la dosificación de mezcla asfáltica con la sustitución de 1.5%, 2.5%, 3.1%. Para el porcentaje de agregados pétreos se obtuvo a partir de la granulometría realizada previamente cumpliendo los límites permitidos según la norma CE_010 Pavimentos Urbanos. Cuando se implementa el material PET a las muestras, se disminuye el mismo porcentaje de agregado fino para equilibrar las proporciones.

(Silvestre, 2017) consideró utilizar el material PET pasante a la malla #16 para sustituir el agregado fino. En el caso de (Salazar, 2020) la dosificación ideal de plástico reciclado comprende entre 1% a 3%. Para ambos casos, es importante resaltar los rangos mencionados, el primero por la granulometría que debe cumplir al sustituir el tereftalato de polietileno al agregado fino pasando por la malla #4 de acuerdo al Manual de ensayos de

Materiales y el segundo por las dosificaciones planteadas en esta tesis, que se encuentran dentro del rango estudiado en otras investigaciones.

5.3. Se realizó el ensayo Marshall con el contenido óptimo de ligante, para la muestra convencional y las que contienen el agregado PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%, cumpliendo las indicaciones del Manual de Ensayos de Materiales. (Cabrera, 2021) menciona que la mezcla con un contenido PET de 4% obtuvo mayor rigidez respecto a la mezcla con 6% en las mismas condiciones. (Luque, 2019) afirma que el porcentaje de vacíos en la mezcla asfáltica aumenta con el material PET. Esa característica es favorable por el material liviano del tereftalato de polietileno utilizado en las muestras modificadas.

5.4. Se realizó la comparación de las muestras con la sustitución de material PET de 1.5%, 2.5%, 3.1%. Encontrando resultados muy variados con respecto a la muestra patrón. Se debe a la forma de emplear el tereftalato de polietileno para el proceso de los ensayos. En otras tesis se consideró fundir el material para mayor estabilidad de las muestras de asfalto, pero en este caso se utilizó como un agregado sólido en sustitución del material fino, teniendo resultados que no se ajustan a los parámetros de la norma CE_010 de Pavimentos Urbanos.

6. CONCLUSIONES

Basándonos en nuestro objetivo principal planteado al inicio de esta tesis, se tiene como conclusión que emplear el material PET sustituido como agregado fino en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente no influye de manera positiva. A pesar de tener menor peso de las muestras utilizadas, existen deficiencias en sus propiedades como el incremento de la deformación al igual que su estabilidad que tiende a disminuir notoriamente.

El contenido óptimo de ligante asfáltico se determinó mediante los ensayos Marshall obteniendo un valor de 5.8% y se debe a la combinación de los agregados finos y gruesos donde existió un porcentaje considerable de finos, cumpliendo con los parámetros permitidos de la granulometría según la Norma CE_010 Pavimentos Urbanos, para el tipo de carretera arterial.

El porcentaje de la dosificación depende de la combinación de las mismas con un 44% de agregado grueso y 56% de agregados finos, de este último sustituir con material PET los porcentajes propuestos de 1.5%, 2.5%, 3.1%, de esa forma evaluar sus resultados mediante los ensayos correspondientes.

Existe un aumento de estabilidad, a medida que incrementa el porcentaje del tereftalato de polietileno, pero al utilizarse como agregado sólido se muestra mayor porcentaje de vacíos, teniendo como consecuencia un aumento en el flujo de las briquetas evaluadas en laboratorio.

Al comparar las muestras con sustitución PET y la muestra convencional se observa que el peso específico disminuye, pero como el material plástico es irregular, generó un incremento de porcentaje de vacíos y de la misma forma un cambio desfavorable en las demás propiedades.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar el material PET en la sustitución de los agregados pero como un material fundido para obtener mayor plasticidad, reducir el porcentaje de vacíos y otras propiedades del pavimento.

El tereftalato de polietileno debe pasar la malla #4 para que sea considerado como un agregado fino según el manual de ensayos de materiales, también previamente lavados sin alguna otra sustancia que genere algún cambio desfavorable al momento de elaborar la mezcla asfáltica.

Se sugiere implementar establecimientos donde se realicen trituración del plástico con una dimensión adecuada para combinar con los agregados finos, en este caso se tuvo que tamizar nuevamente en laboratorio, porque sus dimensiones eran grandes.

REFERENCIAS

ALVARADO, Josué. Uso de plástico en asfalto: más resistencia y menos costo [en línea]. <https://www.crhoy.com>. 12 de Julio de 2018.

Disponible en:

<https://www.crhoy.com/ambiente/uso-de-plastico-en-asfalto-mas-resistencia-y-menos-costo>.

ARÉVALO, Jean. Diseño de mezcla asfáltica incorporando geomallas de botellas recicladas para mejorar la transitabilidad en el sector Tarapotillo, Tarapoto-2018. Tarapoto: Universidad César Vallejo, 2019. 306 pp.

AYALA, Yelitza [et al.]. Manual de ensayos para laboratorio - agregados (ag) para mezclas asfálticas. Sanfandila, Qro: Secretaría de Comunicaciones y Transportes Instituto Mexicano del Transporte, 2019. 111 pp. ISSN 0188-7297.

BARRETO, Mayra. Diseño arquitectónico de un Centro de Reciclaje Sostenible incorporando áreas ecológicas, Nuevo Chimbote-2017. Chimbote: Universidad San Pedro, 2018. 85 pp.

BERRÍO, Andrés. Diseño y evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica tipo MSC-19 con incorporación de Tereftalato de Polietileno reciclado como agregado constitutivo. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2017. 129 pp.

CABANILLAS, Harold. Influencia del PET reciclado en la resistencia a la compresión de adoquines convencionales en la ciudad de Trujillo, 2020. Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2020. 85 pp.

CABEZAS, Paula. Caracterización física de un ligante asfáltico 60/70 modificado con desechos de polietileno de alta densidad (d-pead). Villavicencio: Universidad Santo Tomás, 2020. 43 pp.

CABRERA, Laura. Influencia del uso de PET reciclado como reemplazo de agregados en la respuesta mecánica y durabilidad de mezclas asfálticas. Colombia: Universidad de los Andes, 2021. 41 pp.

CÉSPEDES, Amélica. Proceso de producción y colocación de mezcla asfáltica en caliente empleando una planta de asfalto móvil. Piura: Universidad de Piura, 2019. 108 pp.

COBOS, Río. El polietilén tereftalato (PET) como envase de aguas minerales. Madrid: Universidad Complutense, 2016. Vol. 31, Núm. 2, pp.179 - 190.

CONTRERAS, Diego y ZÚÑIGA, Javier. Influencia de los desperdicios plásticos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas modificadas. Lima: Universidad Ricardo Palma, 2020. 205 pp.

CORBACHO, Jorge. Análisis de la estabilidad Marshall y la deformación permanente mediante el ensayo de rueda cargada de Hamburgo de una mezcla asfáltica modificada en caliente con fibras de tereftalato de polietileno reciclado en la ciudad del Cusco-2018. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2019. 199 pp.

DLE (Diccionario de la Lengua Española) [en línea]. <https://dle.rae.es>. Actualización 2020.

Disponible en: <https://dle.rae.es/influir#9J0Eq1g>

ESPINOZA, Semilí. Utilización del plástico PET reciclado como agregado ligante para un diseño de mezcla asfáltica en caliente de bajo tránsito en la ciudad de Huánuco - 2018. Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, 2019. 149 pp.

FLORES, Samuel y TACUNAN, Xavier. Influencia social-cultural de los museos en la Provincia de Huancayo – 2019. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019. 80 pp.

GARNICA, Paul [et al.]. Aspectos del diseño volumétrico de mezclas asfálticas. Sanfandila, Qro: Secretaría de Comunicaciones y Transportes Instituto Mexicano del Transporte, 2004. 54 pp. ISSN 0188-7297.

Investiga UCV. Código de Ética en Investigación. Perú: Vicerrectorado de investigación de la Universidad César Vallejo, 2020. 16 pp.

LÉCTOR, Michael y VILLARREAL, Edson. Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2017. 173 pp.

LOZADA, José. Investigación aplicada: definición, propiedad intelectual e industria. Ecuador: Centro de Investigación en Mecatrónica y Sistemas Interactivos, Universidad Tecnológica Indoamérica, 2014. pp.34 – 39.

LUQUE, Alex. Influencia de la incorporación del tereftalato de polietileno en el comportamiento de los parámetros del diseño Marshall del concreto asfáltico – Juliaca, 2018. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2019. 162 pp.

MARCILLO, Valeria. Evaluación del desempeño del hormigón asfáltico con plástico polietileno reciclado para vías de segundo orden. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte De Guayaquil, 2018. 83 pp.

MARÍN, María. Dejando Huella, Pavimentos a partir de plásticos de fácil adquisición. Bogotá: Universidad El Bosque, 2019. 45 pp.

MTC. Manual de ensayos de materiales. Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2016. 1268 pp.

OJEDA, Juan [et al.]. DISEÑO Y ENSAYO DE FIBRAS PLÁSTICAS RECICLADAS PARA REFUERZO DE MORTERO. *Rev. Int. Contam. Ambient* [online]. 2020, vol.36, n.1, pp.55-62. Disponible en:

<http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992020000100055&lng=es&nrm=iso>. Epub 22-Dic-2020. ISSN 0188-4999. <https://doi.org/10.20937/rica.2020.36.53423>.

ORTIZ, Brayan. Mezclas asfálticas en caliente adicionando tereftalato de polietileno como agregado por el método de Marshall. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2017. 124 pp.

PILATUÑA, Diego y RODRÍGUEZ, Jefferson. Incorporación de plástico reciclado mediante vía húmeda en una mezcla asfáltica en caliente utilizando agregados pétreos del Cantón Guamote. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2020. 88 pp.

PUENTE, Jorge. Análisis técnico – económico de mezclas asfálticas con tereftalato de polietileno reciclado para la construcción de carreteras asfaltadas. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2020. 163 pp.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, CE_010 – Pavimentos Urbanos (2010). D.S. N° 001 – 2010 – VIVIENDA. 73 pp.

Disponible en: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

ROMÁN, César y VALENZUELA, Nicole. Análisis comparativo de la estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos de una mezcla asfáltica en caliente, respecto a una mezcla asfáltica en caliente modificada con vidrio reciclado - Cusco 2018. Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2019. 268 pp.

SALAZAR, Giancarlo. Comportamiento de las mezclas asfálticas adicionándole caucho por la técnica de vía seca. Chimbote: Universidad César Vallejo, 2019. 160 pp.

SALAZAR, Walther. Evaluación de mezcla asfáltica con aplicación de plástico reciclado para los pavimentos flexibles en San Juan de Miraflores, Lima 2019. Lima: Universidad César Vallejo, 2020. 70 pp.

SALINAS, Edna [et al]. Desarrollo de un contenedor y clasificador automático de material reciclable como estrategia de economía circular en el contexto educativo. *Ing. Desarro.* [online]. 2021, vol.39, n.1, pp.156-174. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612021000100156&lng=en&nrm=iso>. Epub Oct 22, 2021. ISSN 0122-3461.

<https://doi.org/10.14482/inde.39.1.006.38>.

SÁNCHEZ, Cristian [et al.]. Identificación de los usos actuales del tereftalato de polietileno (PET) Reciclado en la Ingeniería Civil. Villavicencio: Universidad Cooperativa de Colombia, 2018. 31 pp.

SARAVIA, Juan. Propuesta para implementar una planta de procesamiento de plástico reciclado. Chincha: Universidad Autónoma de Ica, 2016. 42 pp.

SILVESTRE, Deyvis. Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima-2017. Lima: Universidad César Vallejo, 2017. 118 pp.

VIZCARRA, Yamilet. Diseño de mezcla asfáltica con emulsión. Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui, 2016. 51 pp.

WHITE, Howard y SABARWAL, Shagún. Diseño y métodos cuasiexperimentales. Florencia: Centro de Investigaciones Innocenti del UNICEF, 2014. 16 pp.

ANEXOS

Anexo 01:
Declaratoria de originalidad del autor

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR

Yo, Zavaleta Burgos Percy, estudiante de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Chimbote, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la tesis titulada: "Influencia de tereftalato de polietileno en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente en el distrito de Nuevo Chimbote – 2021", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda la 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 importada, por lo cual me someto a lo dispuesto a las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, 10 de Julio de 2022.

Apellidos y Nombre del Autor: Zavaleta Burgos, Percy.	
DNI: 70918493	Firma: 
ORCID: 0000-0001-7754-7125	

Anexo 02:
Declaratoria de autenticidad del asesor

Anexo 03:
Matriz Operacionalización

CUADRO DE OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

Tipo de variable	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente	Tereftalato de polietileno	Sánchez, et, al. (2018, p.8) También conocido como PET 1 o PETE, son los envases de plásticos de un solo uso, transparente y reciclable, también pueden modificarse en otros productos como muebles, paneles de construcción entre otros.	Residuos plásticos reciclados como botellas de agua aceite o gaseosa.	Dosificación	1.5 %	Razón
					2.5%	Razón
					3.1%	Razón
Dependiente	Mezcla asfáltica en caliente	Corbacho (2019, p.18) se combinan los agregados mediante un ligante, dependiendo de las propiedades de los minerales se obtendrá su comportamiento físico y funcional.	Conjunto de agregados bituminosos derivado del petróleo expuesto a una temperatura alta en planta de procesamiento de asfalto.	Diseño Asfáltico	Contenido de ligante	Razón
				Ensayos Marshall	Estabilidad	Razón
					Fluencia	Razón
					Relación Estabilidad - Fluencia	Razón
					Densidad	Razón
% Vacíos	Razón					

Anexo 04:
Población y muestra

Muestras	Ensayos Marshall	Sub total
Asfalto+ 0%PET	4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0%, 6.5%	3
	3	
Asfalto+ 1.5%PET	3	3
Asfalto+ 2.5%PET	3	3
Asfalto+ 3.1%PET	3	3
Total muestras		12

Anexo 05:
Matriz de Consistencia

TÍTULO: Influencia de terrefalato de polietileno en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente en el distrito de Nuevo Chimbote – 2021					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGÍA
			VARIABLES	DIMENSIONES	
¿Cuál es la influencia de Terrefalato de polietileno en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente en el distrito de Nuevo Chimbote – 2021?	<p>O. GENERAL: Determinar la influencia de terrefalato de polietileno en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente en el distrito de Nuevo Chimbote – 2021.</p> <p>O. ESPECÍFICOS: Determinar el diseño asfáltico por el método Marshall. Determinar la dosificación para la mezcla asfáltica con sustitución PET de 1.5%, 2.5% y 3.1%. Determinar el ensayo Marshall para la mezcla asfáltica patrón y para la mezcla asfáltica con sustitución PET de 1.5%, 2.5% y 3.1%. Realizar un análisis comparativo entre las muestras con adición PET y la muestra patrón.</p>	La influencia de Terrefalato de polietileno en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente mejoraría las propiedades mecánicas del pavimento y causaría un impacto positivo en el medio ambiente para el distrito de Nuevo Chimbote.	V.I.	Dosificación	1.5% 2.5% 3.1%
			V.D.	Diseño Asfáltico	Contenido de ligante
			Mezcla asfáltica en caliente	Ensayos Marshall	Estabilidad Fluencia Relación estabilidad-fluencia Densidad % vacíos

Anexo 06:
Ensayos de laboratorio



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnico
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO	INFLUENCIA DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N°:	CC-ITMA-PEA-001
SOLICITA	Sr. PERCY ZAVALETA BURGOS	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	CANTERA:	La Sorpresa
		FECHA:	06/05/2022

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

MTC E206

	Muestra N°01	Muestra N°02	
Peso en el aire de la muestra secada en horno	2200	2216	gr.
Peso de muestra saturada superficialmente seca en el aire	2214	2231	gr.
Peso de la muestra en agua	1439	1448	gr.
P. Especifico Saturado con Superficie Seca	Pe _{sss} 2.858	2.849	gr/cm ³
P. Especifico de Masa	Pe _m 2.840	2.830	gr/cm ³
P. Especifico Aparente	Pe _a 2.892	2.885	gr/cm ³
Absorción	Ab 0.63	0.68	%



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
RGS CIP N° 216087



Pje. Fatima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnico
Presentación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO :	INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTÉ - 2021	REGISTRO N°:	CC-ITMA-CH-001
CLIENTE :	Sr. PERCY ZAVALA BURGOS	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	06/05/2022

CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM 4944, ASTM 4959, ASTM 2216)

Cantera : La Sorpresa

Material : Agregado Grueso

N° de Muestra		1	2	3	4	5
a	Recipiente N°	18	24	16		
b	Peso Recip. + Suelo Húmedo	265.8	245.3	216.8		
c	Peso Recip + Suelo Seco	264.2	242.5	214.2		
d	Peso Recipiente	42.1	29.8	35.6		
e	Peso del Agua	1.6	2.8	2.6		
f	Peso Suelo Seco	222.1	212.7	178.6		
g	Contenido de Humedad	0.7	1.3	1.5		
h	Humedad Promedio			1.2		

OBSERVACIONES :

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alberto Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216097



Pje. Fatima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnico
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N° : CC-ITMA-AA-001 PÁGINA N° : 01 de 01
SOLICITA : Sr. PERCY ZA VALETA BURGOS	
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 6/05/2022

ABRASIÓN LOS ANGELES
(ASTM C-535 , MTC E207)

Información de Muestra y Ensayo

Material : Agregado Grueso Gradación : B N° Revoluciones : 500
Cantera : La Sorpresa N° Esferas : 11

Peso inicial	gr	5000
Peso final retenido en el tamiz N°12	gr	4146
Coefficiente de desgaste	%	17,08%

Porcentaje de Desgaste 17%

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.



Victor Alberto Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
C.O. N° 218027



Pje. Fatima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnico
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO	INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N°:	CC-ITMA-PEA-002
SOLICITA	Sr. PERCY ZAVALA BURGOS	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	CANTERA :	La Sorpresa
		FECHA:	06/05/2022

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

MTC E205

	Muestra N°01	Muestra N°02	
Peso en el aire de la muestra secada en horno	496.40	496.30	gr.
Peso de la fiola llena de agua a la marca de calibración	671.40	671.30	gr.
Peso de la fiola con la muestra y el agua	988.60	988.20	gr.
P. Especifico Saturado con Superficie Seca	2.716	2.711	gr/cm3
P. Especifico de Masa	2.735	2.731	gr/cm3
P. Especifico Aparente	2.770	2.766	gr/cm3
Absorción	0.73	0.75	%



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
R.C.G. CIP N° 16097



Pje. Fatima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO :	INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N°:	CC-ITMA-CH-002
CLIENTE :	Sr. PERCY ZAVALA BURGOS	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	08/05/2022

CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM 4944, ASTM 4959, ASTM 2216)

Cantera : La Sorpresa

Material : Agregado Fino

N° de Muestra		1	2	3	4	5
a	Recipiente N°	12	20	15		
b	Peso Recip. + Suelo Húmedo gr	265.8	284.6	254.3		
c	Peso Recip + Suelo Seco gr	259.3	279.1	247.6		
d	Peso Recipiente gr	45.6	56.8	51.2		
e	Peso del Agua gr	6.5	5.5	6.7		
f	Peso Suelo Seco gr	213.7	222.3	196.4		
g	Contenido de Humedad %	3.0	2.5	3.4		
h	Humedad Promedio %			3.0		

OBSERVACIONES :

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfredo Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216037

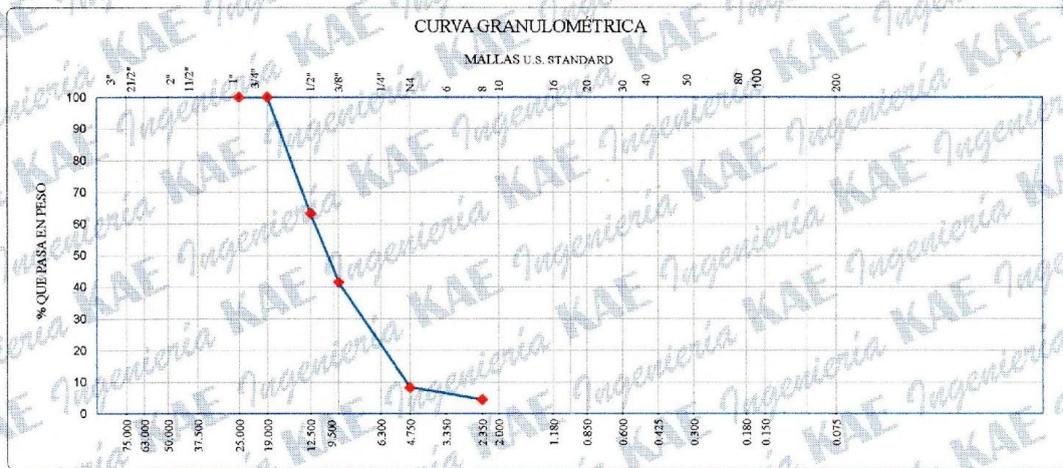




PROYECTO :	INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N°:	CC-ITMA-GRA-001
SOLICITA :	Sr. PERCY ZAVALETA BURGOS	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	CANTERA :	La Sorpresa
		FECHA:	11/05/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
(ASTM C-33, MTC E204, NTP-400-012)

	M-01	M-02	AGREGADO GRUESO							
Peso Inicial Seco (gr)	4147.00	5955.00								
Peso Lavado y Seco (gr)	3951.00	5704.00								
ABERTURA (mm)	TAMIZ	CONTENIDO GRUESO M-1 (gr)	CONTENIDO GRUESO M-2 (gr)	RETENIDO PARCIAL M-1 (%)	RETENIDO PARCIAL M-2 (%)	RETENIDO ACUMULADO M-1 (%)	RETENIDO ACUMULADO M-2 (%)	% PASA M-1	% PASA M-2	% PASA (Promedio)
25.00	1"	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
19.00	3/4"	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
12.50	1/2"	1456.0	2280.0	35.11	38.29	35.11	38.29	64.89	61.71	63.30
9.50	3/8"	917.0	1268.0	22.11	21.29	57.22	59.58	42.78	40.42	41.60
4.75	N°04	1406.0	1945.0	33.90	32.66	91.13	92.24	8.87	7.76	8.32
2.35	N°08	172.0	211.0	4.15	3.54	95.27	95.79	4.73	4.21	4.47
	FONDO	198.0	251.0	4.73	4.21	100.00	100.00			



OBSERVACIONES:



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 215087





PROYECTO :	INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N°:	CG-ITMA-GRA-002
SOLICITA :	Sr. PERCY ZAVALETA BURGOS	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	CANTERA :	La Sorpresa
		FECHA:	11/05/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
(ASTM C-33, MTC E204, NTP-400-012)

	M-01	M-02	AGREGADO FINO							
Peso Inicial Seco (gr)	576.20	550.20								
Peso Lavado y Seco (gr)	543.50	508.70								
ABERTURA (mm)	TAMIZ	CONTENIDO GRUESO M-1 (gr)	CONTENIDO GRUESO M-2 (gr)	RETENIDO PARCIAL M-1 (%)	RETENIDO PARCIAL M-2 (%)	RETENIDO ACUMULADO M-1 (%)	RETENIDO ACUMULADO M-2 (%)	% PASA M-1	% PASA M-2	% PASA (Promedio)
9.50	3/8"	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
4.75	N°04	9.2	10.1	1.60	1.84	1.60	1.84	98.40	98.16	98.28
2.35	N°08	86.8	77.8	15.06	14.14	16.66	15.98	83.34	84.02	83.68
2.00	N°10	17.4	19.1	3.02	3.47	19.68	19.45	80.32	80.55	80.44
1.20	N°16	95.7	96.6	16.61	17.56	36.29	37.00	63.71	63.00	63.35
0.80	N°30	133.3	118.6	23.13	21.56	59.42	58.56	40.58	41.44	41.01
0.43	N°40	51.4	60.8	8.92	11.05	68.34	69.61	31.66	30.39	31.02
0.30	N°50	15.7	17.3	2.72	3.14	71.07	72.76	28.93	27.24	28.09
0.18	N°80	73.4	67.4	12.74	12.25	83.81	85.01	16.19	14.99	15.59
0.15	N°100	11.0	9.2	1.91	1.67	85.72	86.68	14.28	13.32	13.80
0.075	N°200	27.2	23.1	4.72	4.20	90.44	90.88	9.56	9.12	9.34
	FONDO	55.1	50.2	9.56	9.12	100.00	100.00			



OBSERVACIONES:

KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216037

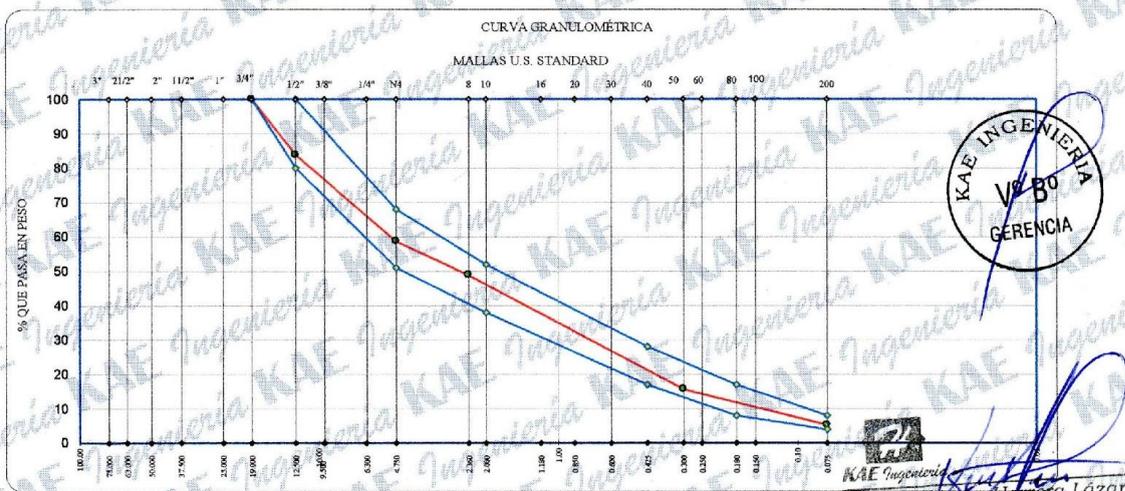


PROYECTO :	INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N°:	CC-ITMA-DMA-001
SOLICITA :	Sr. PERCY ZAVALÉTA BURGOS	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	11/05/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM C-33, MTC E204, NTP-400-012)

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MÉTODO MARSHALL

Tamiz	Abertura (mm)	Piedra Chancada	Arena Chancada	Arena Zarandeada	Filler (%)	Especificaciones		Observaciones
						MAC 2	MAC 1	
% Combinaciones		44	0	56	100			
3"	75.000							
2 1/2"	63.000							
2"	50.000							
1 1/2"	37.500							
1"	25.000	100.00		100.00				
3/4"	19.000	100.00		100.00	100.00	100		
1/2"	12.500	63.30		100.00	83.85	80 - 100		
3/8"	9.500	41.60		100.00	74.30	70 - 85		
1/4"	6.300							
No4	4.750	8.32		98.28	58.70	51 - 68		
No8	2.360	4.47		83.68	48.83			
No10	2.000	0.00		80.44	45.04	38 - 52		% Agregados
No16	1.180	0.00		63.35	35.48			
No20	0.850							% Grava: 41.3
No30	0.600			41.01	22.96			% Arena: 58.7
No40	0.425			31.02	17.37	17 - 28		% Fino: 5.2
No50	0.300			28.09	15.73			
No60	0.250							Observaciones
No80	0.180			15.59	8.73	8 - 17		
No100	0.150			13.80	7.73			
No200	0.075			9.34	5.23	4 - 8		
PASA								



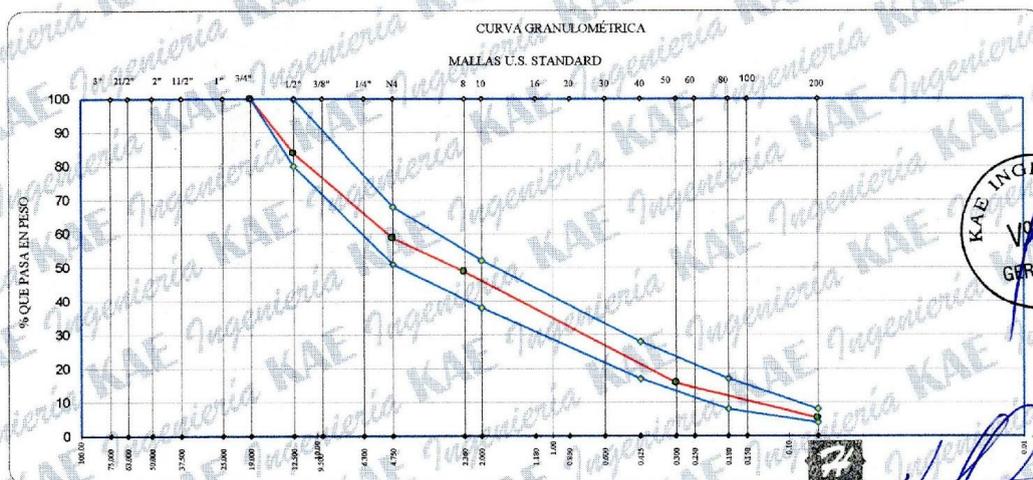
KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 215607

PROYECTO	: INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N°:	CC-ITMA-DMA-001
SOLICITA	: Sr. PERCY ZAVALETA BURGOS	PÁGINA N°:	01 de 13
UBICACIÓN	: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	11/05/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM C-33, MTC E204, NTP-400-012)

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MÉTODO MARSHALL

Tamiz	Abertura (mm)	Piedra Chancada	Arena Chancada	Arena Zarandeada	Filler (%)	Especificaciones		Observaciones
						MAC 2	MAC 1	
% Combinaciones		44	0	56	100			
3"	75.000							
2 1/2"	63.000							
2"	50.000							
1 1/2"	37.500							
1"	25.000	100.00		100.00				
3/4"	19.000	100.00		100.00	100.00	100		
1/2"	12.500	63.30		100.00	83.85	80 - 100		
3/8"	9.500	41.60		100.00	74.30	70 - 88		
1/4"	6.300							
No4	4.750	8.32		98.28	58.70	51 - 68		
No8	2.360	4.47		83.68	48.83			
No10	2.000	0.00		80.44	45.04	38 - 52		% Agregados
No16	1.180	0.00		63.35	35.48			
No20	0.850							% Grava: 41.3
No30	0.600			41.01	22.96			% Arena: 58.7
No40	0.425			31.02	17.37	17 - 28		% Fino: 5.2
No50	0.300			28.09	15.73			
No60	0.250							Observaciones
No80	0.180			15.59	8.73	8 - 17		
No100	0.150			13.80	7.73			
No200	0.075			9.34	5.23	4 - 8		
PASA								



Observaciones: Los agregados fueron proporcionados por el solicitante.

KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N° CC-ITMA-DMA-001
SOLICITA : Sr. PERCY ZAVALA BURGOS	PÁGINA N° 02 de 13
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA 11/05/2022

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL
MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	44.0%
Arena Chancada	0.0%
Arena Zarandeada	56.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1585.3	1585.32	339
1602.3	1602.32	302
1542.6	1542.62	312

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	4.50	4.50	4.50		
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	42.02	42.02	42.02		
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	53.48	53.48	53.48		
5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla	%					
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%					
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.026	1.026	1.026		
8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.840	2.840	2.840		
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000		
10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.735	2.735	2.735		
11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.41	6.39	6.38		
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1230.3	1233.2	1232.2		
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1233.9	1235.1	1235.8		
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	714.3	713.5	714.1		
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	519.6	521.6	521.7		521.0
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.368	2.364	2.362		2.365
19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.583	2.583	2.583		
20 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.582	2.582	2.582		
21 % de Vacios	%	8.3	8.5	8.6		8.4
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.780	2.780	2.780		
23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	18.7	18.8	18.9		18.8
24 % vacios llenados con C.A.	%	55.4	55.0	54.7		55.0
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.782	2.782	2.782		
26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.02	0.02	0.02		
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.48	4.48	4.48		
28 Flujo	cm.	0.34	0.30	0.31		0.32
29 Estabilidad sin corregir		1585	1602	1543		
30 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
31 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1585	1602	1543		1577
32 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	4876	5306	4944		4964
Número de Golpes por Capa		50	50	50		



OBSERVACIONES: Los agregados fueron proporcionados por el solicitante.

KAE Ingeniería
Victor Alfonso Hernandez Lazaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 18097

Pje. Fatima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnico
Presentación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N° CC-ITMA-DMA-001
SOLICITA : Sr. PERCY ZAVALA BURGOS	PÁGINA N° 03 de 13
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA 11/05/2022

**FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 4.50

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1591.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11750.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	13341.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12725.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	616.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³		gr./cm3	2.583

OBSERVACIONES: Los agregados fueron proporcionados por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 216037



Pje. Fatima - Mz. Y3, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA	REGISTRO N°	CC-ITMA-DMA-001
ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	PÁGINA N°	04 de 13
SOLICITA : Sr. PERCY ZAVALA BURGOS		
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	11/05/2022

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	44.0%
Arena Chancada	0.0%
Arena Zarandeada	56.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1395.3	1395.31	340
1410.2	1410.21	333
1402.3	1402.31	335

Número de Probetas	N°					Promedio
		1	2	3	4	
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	5.00	5.00	5.00	
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	41.80	41.80	41.80	
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00	
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	53.20	53.20	53.20	
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%				
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%				
7	Peso Especifico Aparente de C. A.	gr/cc.	1.026	1.026	1.026	
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.840	2.840	2.840	
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000	
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.735	2.735	2.735	
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.				
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.				
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.41	6.39	6.38	
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1234.8	1237.8	1218.4	
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1238.0	1243.4	1227.7	
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	720.1	724.8	717.3	
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	517.9	518.6	510.4	515.6
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.384	2.387	2.387	2.386
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.565	2.565	2.565	
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.561	2.561	2.561	
21	% de Vacios	%	7.1	7.0	6.9	7.0
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.780	2.780	2.780	
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	18.5	18.4	18.4	18.5
24	% vacios llenados con C.A.	%	61.9	62.2	62.3	62.1
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.785	2.785	2.785	
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.07	0.07	0.07	
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.93	4.93	4.93	
28	Flujo	cm.	0.34	0.33	0.34	0.34
29	Estabilidad sin corregir		1395	1410	1402	
30	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1395	1410	1402	1403
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	4104	4235	4186	4174
	Número de Golpes por Capa		50	50	50	

OBSERVACIONES: Los agregados fueron proporcionados por el solicitante.



KAE Ingeniería
Victor Altamirano Lazaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 218087

Pje. Fatima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA	REGISTRO N° CC-ITMA-DMA-001
ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	PÁGINA N° 05 de 13
SOLICITA : Sr. PERCY ZAVALÉTA BURGOS	
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA 11/05/2022

**FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.00

	Identificación muestra	Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1588.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11750.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	13338.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12719.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	619.0
	Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³	gr./cm3	2.565

OBSERVACIONES: Los agregados fueron proporcionados por el solicitante.



so Herrera Lázaro





**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N° CC-ITMA-DMA-001
SOLICITA : Sr. PERCY ZAVALA BURGOS	PÁGINA N° 06 de 13
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA 11/05/2022

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	44.0%
Arena Chancada	0.0%
Arena Zarandeada	56.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1285.3	1285.31	368
1276.9	1276.91	376
1302.3	1302.31	306

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.50	5.50	5.50		
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	41.58	41.58	41.58		
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	52.92	52.92	52.92		
5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla	%					
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%					
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.026	1.026	1.026		
8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.840	2.840	2.840		
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000		
10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.735	2.735	2.735		
11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.41	6.39	6.38		
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1229.2	1227.2	1233.8		
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1222.0	1230.6	1235.3		
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	713.6	719.6	721.5		
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	508.4	511.0	513.8		511.1
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.418	2.402	2.401		2.407
19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.543	2.543	2.543		
20 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.541	2.541	2.541		
21 % de Vacios	%	4.9	5.6	5.6		5.4
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.780	2.780	2.780		
23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	17.8	18.4	18.4		18.2
24 % vacios llenados con C.A.	%	72.3	69.7	69.6		70.5
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.783	2.783	2.783		
26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.03	0.03	0.03		
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	5.47	5.47	5.47		
28 Flujo	cm.	0.36	0.38	0.31		0.36
29 Estabilidad sin corregir		1285	1277	1302		
30 Factor de Estabilidad		1.04	1.00	1.00		
31 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1337	1277	1302		1306
32 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3734	3396	4256		3765
Número de Golpes por Capa		50	50	50		



OBSERVACIONES: Los agregados fueron proporcionados por el solicitante.



Victor Alfonso de Pera Lázaro
INGENIERO EN CIVIL

Pje. Fatima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO: INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N° CC-ITMA-DMA-001
SOLICITA: Sr. PERCY ZAVALÉTA BURGOS	PÁGINA N° 07 de 13
UBICACIÓN: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA 11/05/2022

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:
Bitumen
 Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)
Rice= 5.50

Identificación muestra	Und	01
1.- Peso del material	gr.	1587.0
2.- Peso agua + frasco	gr.	11750.0
3.- Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	13337.0
4.- Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12713.0
5.- Volumen (3-4)	gr.	624.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³	gr./cm3	2.543

OBSERVACIONES: Los agregados fueron proporcionados por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lazaro
 INGENIERO CIVIL
 RES. CIN. N° 216087



Pje. Fatima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N° CC-ITMA-DMA-001
SOLICITA : Sr. PERCY ZAVALA BURGOS	PÁGINA N° 08 de 13
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA 11/05/2022

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	44.0%
Arena Chancada	0.0%
Arena Zarandeada	56.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1152.2	1152.21	363
1198.3	1198.31	361
1199.3	1199.31	325

Número de Probetas	N°					Promedio
		1	2	3	4	
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00	
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	41.36	41.36	41.36	
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00	
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	52.64	52.64	52.64	
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%				
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%				
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.026	1.026	1.026	
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.840	2.840	2.840	
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000	
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.735	2.735	2.735	
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.				
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.				
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.41	6.39	6.38	
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1235.1	1230.0	1232.8	
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1236.1	1231.0	1234.1	
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	725.6	725.0	724.9	
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	510.5	506.0	508.2	508.6
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.419	2.431	2.421	2.424
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.526	2.526	2.526	
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.522	2.522	2.522	
21	% de Vacios $100*((19-18)/19)$	%	4.2	3.8	4.1	4.0
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.780	2.780	2.780	
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5+6)*18/22$	%	18.2	17.8	18.1	18.1
24	% vacios llenados con C.A. $100*((23-21)/23)$	%	76.9	78.9	77.2	77.8
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((100/19 - 1/7))$	gr/cc.	2.786	2.786	2.786	
26	C.A. Absorvido por el Peso del Agregado Total $(100*7)*((25-22)/(25*22))$	%	0.07	0.07	0.07	
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	5.93	5.93	5.93	
28	Flujo	cm.	0.36	0.36	0.33	0.35
29	Estabilidad sin corregir		1152	1198	1199	
30	Factor de Estabilidad		1.00	1.04	1.00	
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1152	1246	1199	1199
32	Factor de Rigidez (29/28)	kg/cm.	3174	3452	3690	3430
	Número de Golpes por Capa		50	50	50	



OBSERVACIONES: Los agregados fueron proporcionados por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 1007

**Pje. Fatima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaingeniería@gmail.com**



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnico
Presentación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO: INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N° CC-ITMA-DMA-001
SOLICITA: Sr. PERCY ZAVALETA BURGOS	PÁGINA N° 09 de 13
UBICACIÓN: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA 11/05/2022

**FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 6.00

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1571.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11750.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	13321.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12699.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	622.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³		gr./cm3	2.526

OBSERVACIONES: Los agregados fueron proporcionados por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
R.F.G. CIP N° 216097



Pje. Fatima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote

Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N° CC-ITMA-DMA-001
SOLICITA : Sr. PERCY ZAVALA BURGOS	PÁGINA N° 10 de 13
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA 11/05/2022

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	44.0%
Arena Chancada	0.0%
Arena Zarandeada	56.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1095.3	1095.31	364
1102.3	1102.31	315
1087.3	1087.31	387

Número de Probetas		N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	6.50	6.50	6.50		
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	41.14	41.14	41.14		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	52.36	52.36	52.36		
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%					
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%					
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.026	1.026	1.026		
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.840	2.840	2.840		
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000		
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.735	2.735	2.735		
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.41	6.39	6.38		
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1203.9	1230.8	1213.1		
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1204.6	1231.3	1215.3		
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	707.3	725.3	713.2		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	497.3	506.0	502.1		501.8
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.421	2.432	2.416		2.423
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.506	2.506	2.506		
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.502	2.502	2.502		
21	% de Vacios $100 \cdot ((19-18)/19)$	%	3.4	2.9	3.6		3.3
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6) / ((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.780	2.780	2.780		
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100 \cdot (2+3+4+5+6) \cdot 18/22$	%	18.6	18.2	18.7		18.5
24	% vacios llenados con C.A. $100 \cdot ((23-21)/23)$	%	81.8	84.0	80.9		82.2
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6) / ((100/19 - 1/7))$	gr/cc.	2.785	2.785	2.785		
26	C.A. Absorvido por el Peso del Agregado Total $(100 \cdot 7) \cdot ((25-22)/(25 \cdot 22))$	%	0.06	0.06	0.06		
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	6.44	6.44	6.44		
28	Flujo	cm.	0.36	0.32	0.39		0.36
29	Estabilidad sin corregir		1095	1102	1087		
30	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04		
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1139	1146	1131		1139
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3129	3639	2922		3205
	Número de Golpes por Capa		50	50	50		



OBSERVACIONES: Los agregados fueron proporcionados por el solicitante.



KAE Ingeniería
INGENIERO CIVIL
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
N° 216097

Pje. Fatima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnico
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N° CC-ITMA-DMA-001
SOLICITA : Sr. PERCY ZAVALETA BURGOS	PÁGINA N° 11 de 13
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA 11/05/2022

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 6.50

Identificación muestra	Und	01
1.- Peso del material	gr.	1571.0
2.- Peso agua + frasco	gr.	11750.0
3.- Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	13321.0
4.- Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12694.0
5.- Volumen (3-4)	gr.	627.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³	gr./cm3	2.506

OBSERVACIONES: Los agregados fueron proporcionados por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216037



Pje. Fatima - Mz. Y³, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

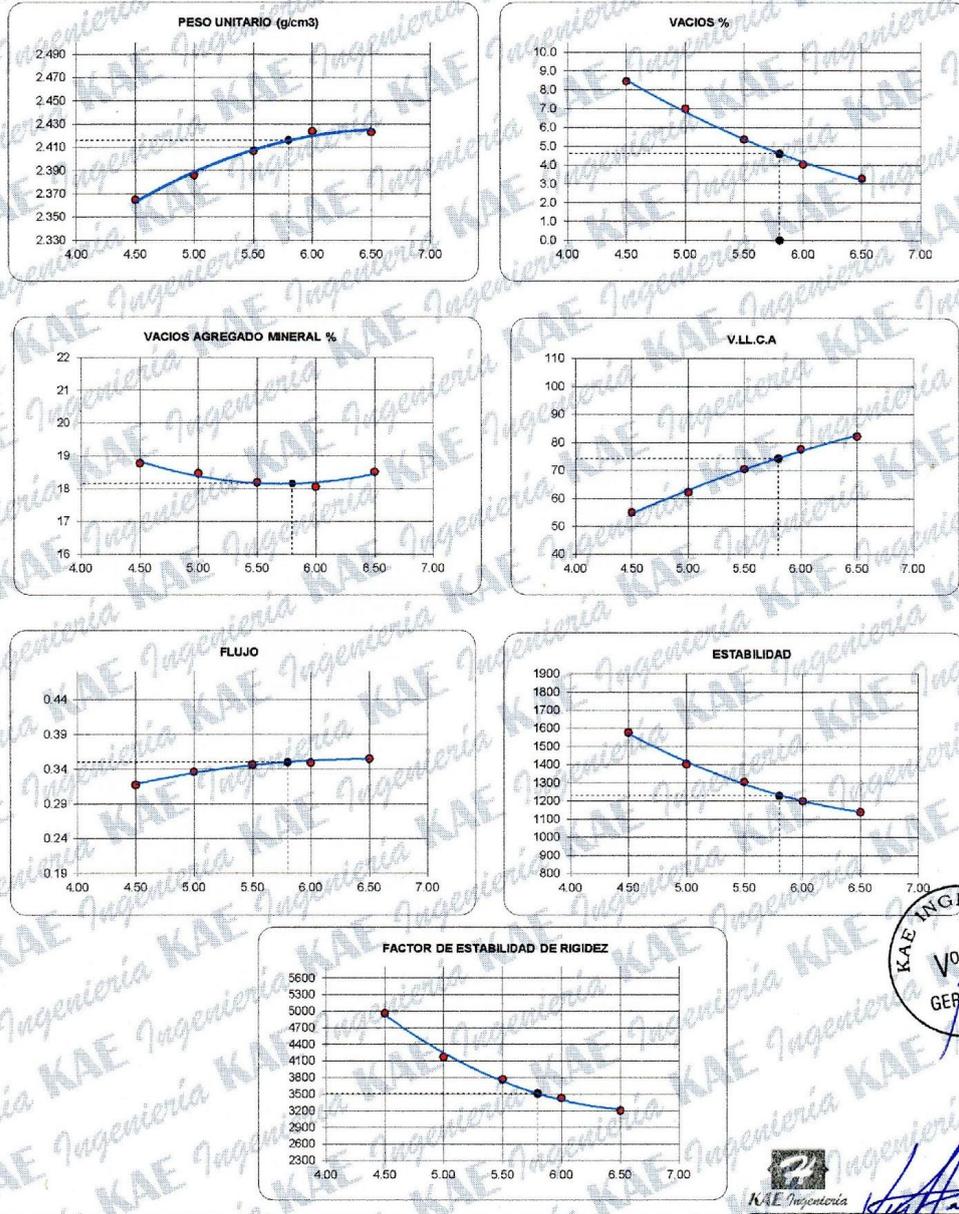
**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N° : CC-ITMA-DMA-001
SOLICITA : Sr. PERCY ZAVALA BURGOS	PÁGINA N° : 12 de 13
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 11/05/2022

REPRESENTACION GRÁFICA DEL DISEÑO ASFÁLTICO MÉTODO MARSHALL

AASHTO T 245 / ASTM D 1559



KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
R.S.C. CIP. N° 16997

**Pje. Fatima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com**



PROYECTO :	INFLUENCIA DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 2021	REGISTRO N°	CC-ITMA-DMA-001
SOLICITA :	Sr. PERCY ZAVALA BURGOS	PÁGINA N°	13 de 13
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	11/05/2022

**RESUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MÉTODO MARSHALL
AASHTO T 245 / ASTM D 1559**

CUADRO RESUMEN CON PORCENTAJE DE C.A.

	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
% Cemento Asfáltico en peso	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
Peso específico Probeta	2.385	2.386	2.407	2.424	2.423
Vacios	8.4	7.0	5.4	4.0	3.3
Vacios Agregado Mineral	18.78	18.47	18.19	18.05	18.51
Vacios llenados con C. Asfáltico	55.02	62.14	70.54	77.65	82.23
Flujo	0.32	0.34	0.35	0.35	0.36
Estabilidad	1577	1403	1305	1199	1139
Factor de rigidez	4964	4174	3765	3430	3205
Estab./Fluencia	4964	4174	3765	3430	3205

RESULTADOS Y CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

	Verificación		Teórico	
Número de golpes en cada cara de briqueta.	60		50	
% Cemento Asfáltico en peso.	5.80	%	5.80	%
Peso unitario Probeta	2.416	gr/cm ³	2.416	gr/cm ³
Vacios	4.60	%	4.60	%
Vacios Agregado Mineral.	18.15	%	18.15	%
Vacios llenados con C. Asfáltico	74.30	%	74.30	%
Flujo	0.35	cm	14.00	mm
Estabilidad	1230	kg	12.05	KN
Factor de rigidez	3510	kg/cm	3510	kg/cm

OBSERVACIONES: Los agregados fueron proporcionados por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216057



Anexo 07:
Panel fotográfico

Materiales para el diseño de ligante asfáltico



Agregado grueso



Agregado fino



Ligante asfáltico (PEN)

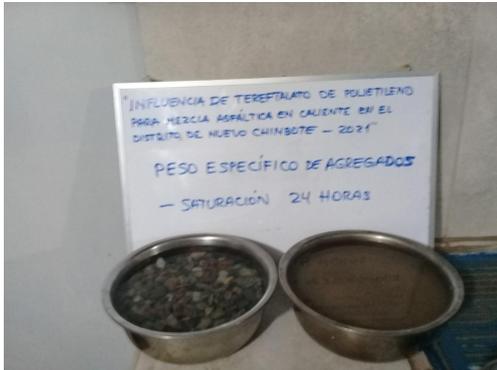


Tereftalato de polietileno (PET)

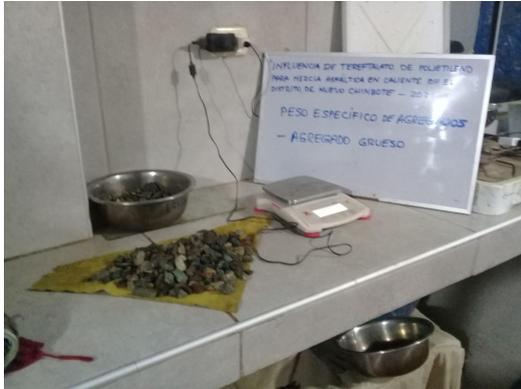
Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos



Gravedad específica y absorción de agregados finos



Peso específico y absorción de agregados gruesos

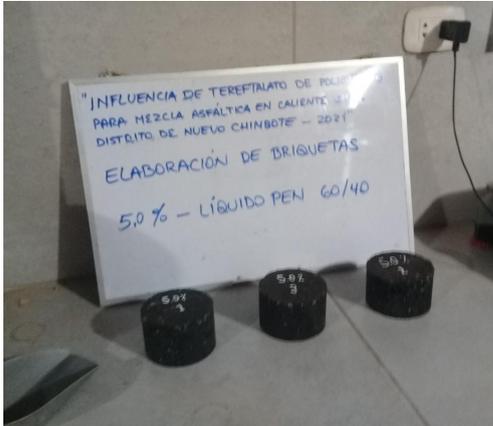
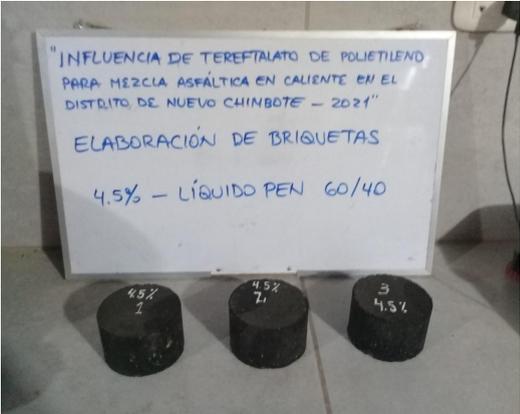
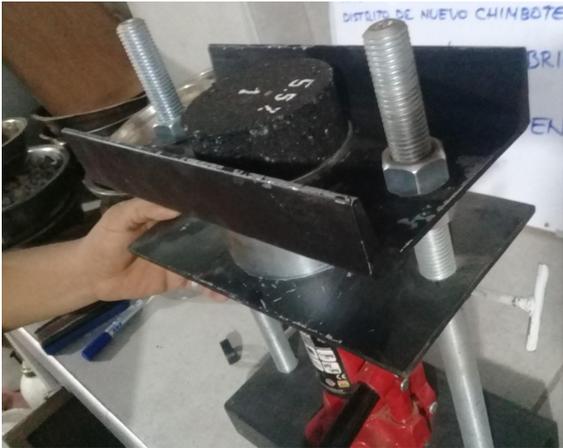


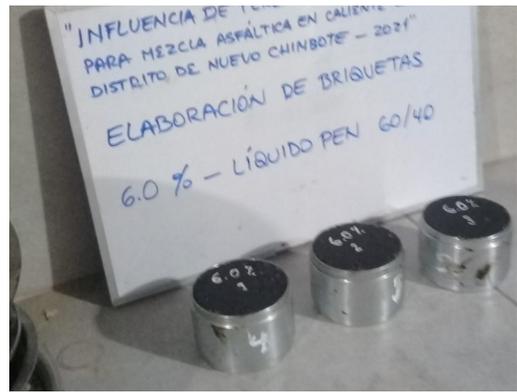
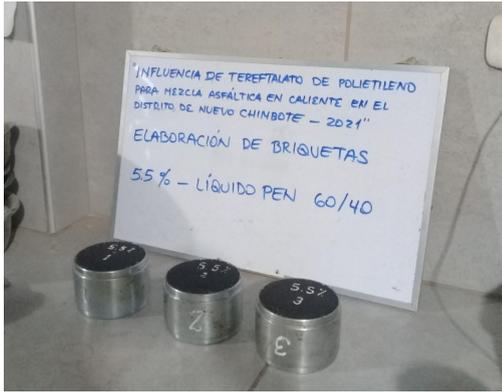
Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall





Secado y extracción de briquetas de mezcla asfáltica





Tamizado de tereftalato de polietileno triturado

