



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en
el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020

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

AUTORA:

Moreno Caballero, Lenny Melissa (ORCID: 0000-0002-7666-2735)

ASESOR:

Mg. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

La vida es un regalo de dios por la cual doy gracias a Dios por haberme dado a mis queridos Abuelitos, que cada uno supo darme un cariño especial, gracias a ellos tengo una linda familia.

Gracias a mi familia, por su gran apoyo incondicional, cariño y sacrificio, que siempre estuvieron allí apoyándome en todo lo que necesito.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres, por confiar y creer en mí, por los consejos, valores, su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir mi sueño.

Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de graficos y figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procedimientos	17
3.6. Métodos de análisis de datos	18
3.7. Aspectos éticos	18
IV. RESULTADOS	19
4.1. Descripción de la zona de estudio.....	19
4.2. Procedimientos	22
4.3. Resultados por objetivo.....	23
V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS	42
ANEXOS.....	49

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Distribución del tamaño muestral – Estabilidad y flujo</i>	16
Tabla 2 <i>Distribución del tamaño muestral – Suelo</i>	16
Tabla 3 <i>Determinación de estabilidad en la mezcla asfáltica (kg)</i>	23
Tabla 4 <i>Relación de Pearson “PET reciclado” y “Estabilidad de la mezcla asfáltica”</i>	25
Tabla 5 <i>Determinación del fujo de la mezcla asfáltica (0.01 pulg)</i>	27
Tabla 6 <i>Relación de Pearson “PET reciclado” y “Fujo de la mezcla asfáltica”</i>	29
Tabla 7 <i>Proceso de conversiones y cálculo</i>	32
Tabla 8 <i>Costo unitario de la mezcla convencional</i>	33
Tabla 9 <i>Costo unitario de la mezcla 1% PET</i>	33
Tabla 10 <i>Costo unitario de la mezcla 3% PET</i>	34
Tabla 11 <i>Costo unitario de la mezcla 5% PET</i>	33
Tabla 12 <i>Relación de Pearson “PET reciclado” y “Costo de la mezcla asfáltica”</i> ..	36

Índice de gráficos y figuras

Figura 1 Localización del proyecto a analizar	19
Figura 2 Ubicación del Distrito de Independencia ¡Error! Marcador no definido.	20
Figura 3 Mapa del Distrito de Lima.....	20
Figura 4 Distrito de Independencia.....	21
Figura 5 Ensayo de laboratorio	21
Figura 6 Ensayo de laboratorio	22
Figura 7 Determinación de ensayos en la mezcla asfáltica	23
Grafico 1 Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente (Kg).....	24
Grafico 2 Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente (Kg) en porcentaje de variación	25
Figura 8 Caracterización de la mezcla asfáltica	27
Grafico 3 Determinación del fujo de la mezcla asfáltica (0.01 pulg).....	28
Grafico 4 Determinación del fujo de la mezcla asfáltica (0.01 pulg) – Variación porcentual	29
Figura 9 Ensayos de la mezcla de pavimento asfáltico	30
Grafico 5 Variación del costo (nuevos soles * metro lineal)	35
Grafico 6 Variación del costo en porcentajes	35

Resumen

La investigación titulada “Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020”, se ha desarrollado en un contexto, en donde los gastos operativos y de materiales en obras, han sido significativos; así como, el gran impacto ambiental que ha generado el sector construcción. Esto ha conllevado a que se pueda establecer el siguiente objetivo general: Analizar la incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. los Jazmines Independencia 2020. El tipo de investigación fue el aplicado, con diseño experimental, en el que se ha considerado como tamaño muestral, a un total de 60 briquetas, recolectando los datos por medio de la ficha de observación. Los resultados alcanzados, en relación a analizar la incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. los Jazmines Independencia 2020, han expuesto el hecho de haber encontrado mejoras del 22.71% en la propiedad de estabilidad, con PET al 5%. Así mismo, el porcentaje de reemplazo de PET que ha alcanzado un valor máximo de este indicador, ha sido el 1% de PET, contando con valores de 13.50 (0.01 pulg).

Palabras clave: Costo, mezcla asfáltica, pavimento flexible, flujo de la mezcla, estabilidad.

Abstract

The research entitled "Incorporation of recycled PET into hot asphalt mix in flexible pavement at Av. Los Jazmines Independencia 2020", has been developed in a context where operating expenses and materials in works have been significant; as well as the great environmental impact that the construction sector has generated. This has led to the following general objective being established: Analyze the incorporation of recycled PET in the hot asphalt mix in the flexible pavement in Av. Los Jazmines Independencia 2020. The type of research was applied, with experimental design, in which has been considered as a sample size, a total of 60 briquettes, collecting the data through the observation card. The results achieved, in relation to analyzing the incorporation of recycled PET in the hot asphalt mix in the flexible pavement in Av. Los Jazmines Independencia 2020, have exposed the fact of having found improvements of 22.71% in the stability property, with PET at 5%. Likewise, the percentage of PET replacement that has reached a maximum value of this indicator has been 1% of PET, with values of 13.50 (0.01 in).

Keywords: Cost, asphalt mix, flexible pavement, mix flow, stability.

I. INTRODUCCIÓN

Al día de hoy, el incremento de la contaminación, debido a la presencia de residuos, dentro de los que se han podido encontrar a los plásticos, ha generado no solo un impacto significativo en la calidad de vida de las personas, sino que ha llegado a ser consecuencia del consumo excesivo de las personas, en donde los PET, han llegado a formar parte de la vida de muchas de estas y no habiendo evidencia, de planteamientos eficaces, en cuanto a su control y reuso. Por este motivo, es que diversas investigaciones, han buscado establecer medidas para poder no solo reducir el nivel de consumo de estos, en la población, sino para poder ofrecer solución, ante la creciente ola de desechos generados ¹

Así mismo, la producción de pavimento flexible, ha ido en aumento en el mundo, principalmente por la amplia demanda que se está produciendo del mismo, tanto de países desarrollados, para alcanzar el mantenimiento de sus vías; así como, de países en vías de desarrollo, los cuales se han propuesto un sin número de objetivos, que han puesto como orden prioritario, el hecho de contar con una mayor cantidad de vías asfaltadas, en donde una de las características que ha tenido el desarrollo mismo, ha correspondido a la generación de un amplio impacto ambiental en el mundo, incrementando el nivel de uso de recursos y de forma consecuente, del grado de contaminación que es generado ²

De igual forma, en el ámbito nacional, el uso del pavimento flexible, elaborado a base de mezclas asfálticas, ha llegado a ser considerada como una de las principales infraestructuras de desarrollo vial, por encima del concreto armado, en donde el desarrollo del Perú y de las localidades que la conforman, llegan a estar centralizadas en la posibilidad de comunicación y facilidad de la misma, respecto a otras ubicaciones geográficas, en donde el departamento de Lima, ha sido el único que ha contado con un mayor nivel de desarrollo, respecto a este ámbito.³

Además de ello, resulta urgente, el solucionar el alto grado de contaminación que está vivenciando el Perú, respecto a los residuos plásticos, en donde la representatividad que llegan a tener estos, dentro de los desechos sólidos urbanos,

¹ Raquel Cano and others, 2017, pag 20–28.

² W. Salazar, Lima, 2019, pág. 13

³ D. Pilatuña and J. Rodríguez, 2020 pág. 14

corresponde a un promedio del 50% de los desechos comunes de la población, en donde la capacidad de poder ofrecer una disposición final adecuada, resulta preponderante, para promover el reciclaje y el reúso de este, en donde la colocación dentro de las mezclas asfálticas, puede demostrarse, ser una solución a largo plazo, que puede traer no solo beneficios técnicos, sino beneficios económicos, ante la preponderante necesidad de contar con menores costos de producción. ⁴

Así mismo, la red vial nacional, se encuentra conformada por un promedio de 14 612 km de carreteras asfaltadas, en donde 5 070 km, son caminos de solución básica y 7 001 km, no se encuentran pavimentadas, en donde el acumulado llega a representar más de 26 683 km, en toda la longitud registrada, al día de hoy, en el Perú. Esto no solo significa que el Perú se encuentra en vías de desarrollo, sino que representa la necesidad de poder establecer un mayor riesgo, de ser transitadas, aquellas vías que no se encuentran pavimentadas y aquellas que no cuentan con las condiciones adecuadas, respecto a su estado, en donde la afectación principal corresponde a una degradación por un sin número de fallas, en donde la calidad técnica y la falta de mantenimiento, ha quedado en exposición plena.⁵

La zona de estudio de la presente investigación, ha sido la Avenida Los Jazmines, ubicada en Independencia, en donde muchas de las zonas del objeto de estudio, no se han encontrado pavimentadas, evitando de esta forma, la facilidad de tránsito; así como, el destacar el hecho de ser una vía muy transitada, en donde la falta de rampas, la proliferación de huecos, la escasez de señales de tránsito y la generación de innumerables grietas, llega a generar problemas de congestión vehicular, accidentes de tránsito, entre otros elementos que ponen en exposición la mala calidad de la infraestructura vial. En base a ello, se ha planteado el siguiente problema de investigación ¿Cómo es la incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. los Jazmines Independencia 2020?

⁴ P. Ramírez and W. Tananta, 2019, pág. 14

⁵ H. Domínguez and E. Yovera, 2020, pag 14.

Así mismo, desde una perspectiva social, la presente investigación se ha visto justificada, por intentar ofrecer una solución técnica, hacia la creciente ola de degradaciones de calidad que ha estado sufriendo la carpeta asfáltica, en donde la posibilidad de mejora, permitirá reducir el índice de accidentes de tránsito y podrá ofrecer un mejor nivel de transitabilidad vehicular.

Además, desde una perspectiva técnica y económica, se intentará demostrar la posibilidad que frece la incorporación del PET reciclado, como agregado ecológico y reciclado de la mezcla asfáltica, hacia la mejora de las propiedades físico mecánicas de la mezcla, y la posibilidad de reducir el costo de producción, incentivando de esta forma, el poder promover la cultura del mantenimiento, dentro de las municipalidades nacionales.

Mientras que, desde una perspectiva metodológica y teórica, la presente investigación ha hecho uso de metodología de diseño normativo, en cuanto a la mezcla asfáltica; así como, el uso de fichas de observación o bien conocidas como fichas experimentales, para poder recolectar los datos, de los ensayos que permitirán demostrar la mejora de las propiedades de la mezcla asfáltica.

En base a lo expuesto, se ha establecido el siguiente objetivo general: Analizar la incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. los Jazmines Independencia 2020. Mientras que, los objetivos específicos, han sido los siguientes: 1) Identificar la influencia de la incorporación del PET reciclado en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020; 2) Establecer la influencia de la incorporación del PET reciclado en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020; 3) Identificar la influencia de la incorporación del PET reciclado en el costo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020. Así mismo, la hipótesis planteada, ha sido: La incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente mejorará las propiedades mecánicas y reducirá el costo del pavimento flexible en Av. los Jazmines Independencia 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Leiva et al. (2017), The general objective has been to analyze a permanent deformation model, in order to determine the state of the pavement. The type of research has been the basic one, with a cross-sectional design, considering flexible pavements with a poor state of conservation as the object of study, collecting the data through the observation file. The results have indicated that the pavement characterization value has been 2, according to the PCI method, where the thickness and surface degradation conditions have been high. Likewise, it has been concluded that the maximum load condition reached has been 40 kN.⁶

Rodríguez et al. (2017), have been raised as a general objective, to determine the degree of reliability of the flexible pavement, using the AASHTO - 93 method. The type of research has been applied, with a quantitative approach, in which it has been considered as an object of study, to flexible pavements, collecting the data through the documentary review and the observation file. The results have indicated that the variability of the construction processes has been directly involved, with the way in which external elements have been added to the pavement, in order to improve its resistance and durability conditions. Meanwhile, it has been concluded that the supply and demand of pavements has generated a greater emphasis on the theory of reliability and the serviceability model.⁷

Raposeiras et al. (2017), The general objective has been to evaluate the stiffness of the pavement, by evaluating the Marshal stiffness, modulus of resilience and indirect traction. The type of research has been applied, with a descriptive level, in which it has been considered as an object of study, asphalt mixtures with RAP, collecting the data through the observation file. The results have indicated that the incorporation of RAP has been 40%, where it has come to have improvements in terms of resilience module, of 14.20%. Likewise, it has been concluded that the incorporation of blast furnace slag, in a percentage of 35%, has generated better stability and creep yields..⁸

⁶ F. Leiva and others, 2017, pag 37–46

⁷ M. Rodríguez, T. Echaveguren, and G. Thenoux, 2017, pag 284–94

⁸ A Raposeiras and others, 2017, pag 15–24.

Camacho et al. (2019), en donde se han planteado como objetivo general, el determinar la viabilidad de diseño de la mezcla asfáltica que ha sido modificada con la incorporación de la fibra PET. El tipo de investigación ha sido la aplicada, con un diseño experimental, en el que se ha considerado como objeto de estudio, a la mezcla asfáltica que ha sido modificada con la incorporación del 1% de fibra PET, llegando a recolectar los datos, por medio de la ficha experimental. Los resultados han señalado que, el comportamiento que ha tenido la mezcla, mediante la incorporación del plástico reciclado, ha sido una consecuencia de la creciente ola de contaminación en el mundo, en donde las propiedades mecánicas del asfalto, ha correspondido a haber sido considerado como un elemento indispensable para poder garantizar la calidad de las vías, en donde incorporaciones del 1% de PET, no han hecho más que ofrecer relativa homogeneidad de la mezcla. Además, se ha concluido que, el módulo de resiliencia alcanzado, ha sido de 10 000 Mpa, a una temperatura de 10°C, expuesta hacia condiciones de tránsito NT2.⁹

Pilatuña y Rodríguez (2020), se han planteado como objetivo general, el analizar la incorporación del plástico reciclado, como un elemento de vía húmeda, para poder haber sido incorporado dentro de la mezcla asfáltica en caliente, haciendo uso de los agregados pétreos de una localidad Ecuatoriana. El tipo de investigación ha sido el básico, con un diseño experimental, en el que se ha considerado como tamaño muestral, a un total de 15 elementos de prueba, recolectando los datos por medio de la ficha de observación. Los resultados han señalado que, el tamaño máximo nominal que ha sido considerado en el objeto de estudio, ha correspondido a un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ in, en donde el porcentaje de incorporación del PET, ha sido del 5% y 9%. Así mismo, se ha concluido que, la mezcla asfáltica ha correspondido a contar con diferentes propiedades, en cuanto a las capacidades de resistencia y trabajabilidad, en donde el porcentaje de reemplazo que mejor comportamiento ha mantenido, ha sido el PET al 5%.¹⁰

Montealegre y Betancourt (2019), se han planteado como objetivo general, el desarrollar un diseño de pavimento flexible, mediante el método AASHTO,

⁹ Y. Camacho, L. Gómez, and L. López, 2019, pag 16.

¹⁰ Pilatuña and Rodríguez, 2020, pag 14.

recurriendo a la capa de rodadura con asfalto natural. El tipo de investigación ha sido el aplicado, con un diseño descriptivo, en el que se ha considerado como objeto de estudio al pavimento flexible con asfalto natural, recolectando los datos por medio de la ficha de observación. Los resultados han señalado que, la pendiente longitudinal que ha sido alcanzada, fue del 2% y con una intensidad de lluvia, de 450 mm/hr. Mientras que, se ha concluido que, las deficiencias que han sido alcanzadas, fueron la piel de cocodrilo, la falla longitudinal y la falla transversal, en donde la incidencia de las mismas, fueron del 67.58%, en conjunto. ¹¹

Sánchez et al. (2019), se ha planteado como objetivo general, el analizar las fallas con los que ha contado el pavimento, mediante la aplicación de diferentes modelos de superficie. El tipo de investigación ha sido el aplicado, con un diseño no experimental, en el que se ha establecido como objeto de estudio, a los pavimentos flexibles, recolectando los datos por medio de la ficha de observación. Los resultados han señalado que, la segmentación de los pavimentos, han sido la forma más idónea de poder detectar y clasificar, las fallas de la carpeta asfáltica. Mientras que, se ha concluido que, los softwares Agisoft PhotoScan y Global Mapper, han sido los procedimientos digitales más eficientes, para la evaluación de pavimentos. ¹²

Ríos et al. (2020), se han planteado como objetivo general, el desarrollar una revisión bibliográfica, mediante métodos de clasificación de fallas de tipo superficiales. El tipo de investigación ha sido el básico, con un diseño no experimental, considerando como objeto de estudio, a los pavimentos flexibles con fallas superficiales, recolectando datos por medio de la ficha de observación. Los resultados han señalado que, las fallas presenciadas, han generado un escaso rendimiento, en cuanto a la calidad del pavimento mismo, debido a que se han llegado a desplegar factores de recopilación que lo han demostrado. Así mismo, se ha concluido que, se han tenido que aprovechar las cualidades de las fichas de observación aplicadas, en base a las diferentes fallas presenciadas, que han generado daños severos, en cuanto al tránsito. ¹³

¹¹ W. Montealegre and C. Betancourt, 2019, pag 14

¹² M. Sánchez, D. Lanz, and T. Martínez, 2002, pag 1–17

¹³ N. Ríos and others, 2020, pag.109–27

Guerra y Guerra (2020), en donde se ha considerado como objetivo general, el realizar el diseño de un pavimento rígido permeable, basándose en el sistema urbano de drenaje sostenible. El nivel de investigación ha sido el descriptivo, con un diseño no experimental, considerando como objeto de estudio, al pavimento permeable, recolectando los datos, por medio de la ficha de observación. Los resultados han señalado que, los cuatro tramos de estudio que han sido evaluados, han carecido de mantenimiento y han alcanzado valores de conservación reducidos. Mientras que, se ha concluido que, el diseño de mezcla óptimo ha sido de 0.050% de polipropileno, contando con un módulo de rotura de 31.74 kg/cm².¹⁴

Domínguez y Yovera (2020), en donde se ha planteado como objetivo general, el analizar el efecto que han tenido los polímeros plásticos, dentro de los asfaltos que han provenido de la refinería de Talara. El tipo de investigación ha sido la básica, con un diseño experimental, en el que se ha considerado como tamaño muestral, a un total de 15 briquetas, en donde los datos han sido recolectados por medio de las fichas de observación del experimento. Los resultados han señalado que, se han alcanzado costos de producción de 85/100, en donde se ha podido evidenciar de igual forma, incrementos del 51% de la dureza, del material final, contando con un 80% de recuperación elástica, de forma adicional. En base a ello, se ha concluido que, el poder incorporar los polímeros plásticos, en el asfalto de la refinería de Talara, no solo ha conllevado a evidenciar una mejora significativa, en cuanto a sus propiedades físicas, sino al costo de producción y a la capacidad de recuperación.

Ramírez y Tananta (2019), se han planteado como objetivo general, el diseñar una carpeta asfáltica, mediante el uso de diferentes gránulos de plástico reciclado, en cuanto a la posibilidad de mejora de la transitabilidad. El tipo de investigación ha sido el básico, con un diseño experimental, en el que se ha considerado un total de 10 diseños experimentales para la evaluación, en donde los datos, han sido recolectados por medio de la ficha de observación. Los resultados han expuesto que, la incorporación del 4.96% de PET, ha llegado a generar un aumento de la rigidez, de entre 140 kg a 159 kg, en donde las deformaciones han podido haberse visto controladas de forma significativa,

¹⁴ Pedro Guerra and César Guerra, 2020, pag. 121–40.

ofreciendo de esta forma, un mejor servicio del pavimento. Además de ello, se ha concluido que, el porcentaje ideal de gránulos de PET, dentro de la carpeta del pavimento, ha sido del 30%, en donde no solo se ha podido establecer la viabilidad económica, sino la viabilidad técnica y resistente.¹⁵

Salazar (2020), se ha planteado como objetivo general, el de evaluar la mezcla asfáltica, mediante la aplicación del plástico reciclado o bien conocido como PET, para pavimentos flexibles. El tipo de investigación ha sido el básico, con un diseño no experimental transversal, considerando como tamaño muestral, a un total de 3 elementos de prueba, en donde los datos han sido recolectados por medio de la ficha documental y de la ficha de observación. Los resultados han señalado que, la dosificación del plástico reciclado, que ha ofrecido los mejores resultados, en cuanto a la posibilidad de ofrecer soluciones ante la capacidad resistente, ha sido el 3% de PET. Mientras que, se ha concluido que, dentro de las propiedades que se han visto mejoradas, se ha podido especificar el aporte de las propiedades elásticas, la mejora del 7% de la estabilidad y la reducción del flujo, en 0.030 mm.¹⁶

En base a los antecedentes expuestos, se establecen las siguientes bases teóricas:

El pavimento flexible, es definido como una estructura que llega a soportar carga, en cuanto a la composición de la misma, respecto a diversas capas, tales como: la sub base¹⁷, la base y la carpeta asfáltica, en donde la composición propia de este, llega a verse involucrado de forma preferente, al material bituminoso.¹⁸

De esta forma, es que el pavimento flexible, puede llegar a ser usado, en las diferentes vías que conforman a las localidades más importantes y que suelen ser las más transitadas¹⁹, en donde el tráfico puede llegar a ser considerado como un elemento de diseño fundamental, para poder definir de forma precisa, la estructura del pavimento, en cuanto a espesores²⁰. Así mismo, es que, para la conformación del pavimento, llegan a requerirse del uso de una mezcla del agregado fino y grueso

¹⁵ Ramírez and Tananta, 2019, pag 13-14.

¹⁶ Salazar, 2020, pag 12.

¹⁷ C. Ballena, 2016, pag 15.

¹⁸ Raposeiras and others, 2018, pag 3.

¹⁹ H Lima, R Ribeiro, and R Palhares, 2019, pag13.

²⁰ B. Baque, 2020, pag 203–28.

bituminoso, en donde estos pueden llegar a ser obtenidos, del asfalto o el petróleo.²¹

Así mismo, el plástico es considerado como un elemento ligero y de alta resistencia, el cual tiene la cualidad de poder ser moldeado en diferentes formas, con la finalidad de poder ser empleado, en un sin número de circunstancias ²². De igual forma, estos se caracterizan por contar la imposibilidad de oxidarse o corroerse, muy diferente que los metales, en donde la gran cantidad de este plástico, no suele biodegradarse y al día de hoy, es considerado como un elemento muy contaminante y acumulativo, en el ámbito internacional, debido a la foto degradación que los caracteriza y a la descomposición lenta, que se encuentra arraigada a ello.²³

Además, el plástico, es un material que se encuentra compuesto por diferentes elementos orgánicos y sintéticos, en donde se puede alcanzar la particularidad de ser un material maleable, permitiendo de esta forma, la posibilidad de ser moldeado en diferentes elementos²⁴. El plástico PET o bien conocido como polietileno poliéster, es considerado como un polímero que puede llegar a ser transformado y moldeado, si es que se encuentra bajo los efectos del calor o la presión, siendo un claro ejemplo de este, las botellas de plástico.²⁵

Además, el asfalto llega a hacer mención a los elementos que proceden de los diferentes procesos de destilación del petróleo, el cual es empleado a modo de pavimento o de revestimiento²⁶. Este también puede encontrarse en los yacimientos naturales, aunque el que suele ser empleado de forma más común, es aquel que procede del petróleo.²⁷

El asfalto es un elemento natural, y común, que procede de la mayor parte de los petróleos, siendo un componente ligante, el cual posee un color oscuro que se encuentra conformado por betunes, provenientes del petróleo.²⁸ De acuerdo a

²¹ P Arroyo and others, 2018, pag 301–14.

²² S. Tamyres and others, 2019, pag 184–91

²³ H. Cañola and C. Echavarría, 2017, pag 491–512.

²⁴ Juan Ruge and others, 2020, pag 120–28

²⁵ Silvia Caro and Bernardo Caicedo, 2017, pag12–21

²⁶ Bryan Marín, Omar Jiménez, and Hugo Rondón, 2019, pag 14

²⁷ Sandra Campagnoli, 2017, pag 22–31

²⁸ C López and others, 2017, pag 57–64

lo establecido por la ASTM, el asfalto llega a ser considerado como una sustancia ligante de color oscuro, que se encuentra conformado por hidrocarburos, en donde este material llega a ser considerado como un material cementante que es usado en el pavimento, y que tiende a ser denominado como cemento asfáltico ²⁹. Este llega a poseer diferentes propiedades, dentro de las que se puede señalar el hecho de ser usado en la construcción de las vías terrestres, usadas de forma muy común, por los automóviles y por los peatones mismos.³⁰

Ahondando en la producción del asfalto, el petróleo se encuentra conformado por diferentes materiales, dentro de los que se puede encontrar al asfalto mismo, en donde la técnica de refinación llega a permitir la división de los productos, los cuales pueden llegar a recobrar el asfalto, mediante el transporte y tratamiento del petróleo crudo, en el calentador tubular³¹, en donde la temperatura misma, puede llegar a incrementar de forma muy acelerada, para proceder a la destilación principal.³²

De forma posterior, es que se puede evidenciar que este ingresa a una torre de destilación, en donde se pueden llegar a vaporizar los componentes, lo cual expone el refinamiento de la nafta, queroseno, entre otros elementos volátiles, que no tienden a ofrecer propiedades mecánicas y físicas, benéficas.³³

Las mezclas asfálticas, son conocidas como aglomerado, en donde estas suelen estar compuestas por una junta de agregados y una ligante de asfalto, en donde las proporciones de los agregados, llegan a determinarse, en cuanto a las propiedades físicas de la mezcla asfáltica misma³⁴. La construcción de carreteras, aeropuertos y demás, son desarrolladas a base de las mezclas asfálticas, adecuadamente conformadas, sin llegar a descuidar los elementos que se encuentran por debajo de esta conformación, en donde se puede encontrar a la sub base, la base y la sub rasante.³⁵

²⁹ Mario Moreno, Tomás Navarro, and Guillermo Zeballos, 2017, pag 284–94

³⁰ Debora Alvarez, Reynier Martínez, and Grace Guerra, 2017, pag 1–14.

³¹ Derya Ozdemir and others, 2020, pag 474–85.

³² J. Morales and others, 2019, pag 0–10.

³³ William Castro, Hugo Rondón, and Juan Barrero, 2016, pag 07–18.

³⁴ Monica Regina Garcez, Antonio Shigueaki Takimi, and Marilia Brykalski, 2018, pag 18.

³⁵ Adriana Ripca de Almeida, Christian Luiz da Silva, and Alain Hernandez Santoyo, 2018, pag134–41.

Esta mezcla, por lo general, llega a ser considerada como la unión entre el asfalto y los agregados minerales pétreos, en donde se deberá de representar las medidas exactas, en cuanto al uso de compuestos que sean resistentes, para poder soportar los elementos externos de alta exigencia, tales como: la carga de vehículos pesados, livianos y condiciones metereológicas ³⁶. Esta conformación deberá de garantizar el hecho de que la mezcla asfáltica puede ser duradera, impermeable, resistente y trabajable, en donde se puede hacer referencia al hecho de mantener una compactación y acomodo suficiente, para que se pueda trabajar, en donde las mezclas asfálticas, llegan a cumplir con la posibilidad de sostener las cargas de los neumáticos y la posibilidad de poder repartir esta concentración de cargas, en las capas inferiores.³⁷

Los tipos de mezclas asfálticas, llegan a ser consideradas como la mezcla asfáltica en caliente y la mezcla asfáltica en frío, en donde la primera de estas, es considerada como la unión entre los diferentes ligantes de hidrocarburos, aditivos y agregados como el polvo mineral³⁸. Estos se llegan a preparar en plantas adecuadas, en donde los cementos asfálticos deberán de exponerse a diferentes temperaturas, las cuales pueden encontrarse en un rango de entre 150 °C a 180 °C, por lo que se deberá de contar con una cantidad adecuada de fluidez del cemento asfáltico, con la finalidad de que se pueda alcanzar una mejor condición de trabajabilidad y de mezclado.³⁹

A su vez, se puede exponer la existencia de sub tipos de mezclas asfálticas, en donde las características pueden variar, de acuerdo al componente que haya sido modificado, en donde los agregados pétreos, pueden llegar a estar representados en reemplazo por volumen, en concentraciones de 3% al 6%.⁴⁰

En relación a la mezcla asfáltica en frío, se puede señalar que esta es la unión de los agregados pétreos, los cuales pueden llegar a estar representados en compuestos con o sin relleno mineral, en donde toda la preparación llega a verse realizada a temperatura ambiente, en donde la mezcla asfáltica depende del ligante

³⁶ R T Vasconcelos Fernandes, A Fonseca Cabral, and G C Batista Dantas, 2021, pag. 61–72.

³⁷ Lilibiana Hernández Acosta and others, 2018, pag 20-21.

³⁸ Lizette Tello-Cifuentes and others, 2021, pag 31-33

³⁹ S. Caro-Spín and A.E. Alvarez-Lugo, 2011, pag 95–104.

⁴⁰ Alex Alvarez and others, 2019, pag 357–66.

que será empleado ⁴¹. De otra forma, es que la emulsión del asfalto llega a ser menos viscosa y la mezcla, tiende a contar con mayor facilidad para poder trabarse y compactarse.⁴²

De igual forma, es que las mezclas asfálticas, llegan a tener dos tipos de mezcla, las cuales llegan a ser en planta e in situ, en donde se puede establecer la posibilidad de que la mezcla en planta, pueda llegar a permitir mantener el control más estricto, en cuanto a la cantidad de los materiales empleados, hasta poder alcanzar el procedimiento del mezclado, llegando a requerir de diferentes maquinarias, para poder acceder a esta condición final.⁴³

La funcionalidad de la mezcla asfáltica, corresponde a soportar directamente los diferentes movimientos de los vehículos, en donde la transmisión de las cargas, en las capas inferiores, llega a requerir de condiciones resistentes apropiadas para esta carga en la zona de rodadura, llegando a requerir de capas externas.⁴⁴

El comportamiento que llegue a tener la mezcla asfáltica, corresponde a las particularidades externas que esta posea, en donde el tiempo de empleo de la carga y la temperatura misma, llegan a modificar de forma principal, sus propiedades y la caracterización de la misma, debido a que se encuentra cierta vinculación, con la duración de la carga y con la temperatura. Así mismo, es que las cualidades funcionales de la mezcla asfáltica dependen de la calidad de los materiales, de la superficie y del acabado, en donde esta influye directamente, sobre la calidad de la adherencia de los neumáticos.

⁴¹ María Paula Peña Sotomayor and Belizario Amador Zárate Torres, 2020, pag 1–9

⁴² H Delbono, 2019, pag 307–20

⁴³ Midalis González Acebo, María Rivada Vázquez, and Alfredo del Castillo Serpa, 2017, pag 1–11.

⁴⁴ González Acebo, Rivada Vázquez, and del Castillo Serpa, 2019, pag 34-37.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación ha sido la aplicada, debido a que se ha buscado conocer las condiciones en las que el PET reciclado, puede llegar a ser aplicado hacia la mezcla asfáltica en caliente, para la conformación del pavimento flexible, en un determinado objeto de estudio. Cohen y Gómez (2019) definen a la investigación aplicada, como aquella que se ha centrado en conocer el problema de investigación y poder ofrecer una solución en referencia a las características recolectadas de campo, respecto a un determinado objeto de estudio y habiendo analizado variables de investigación específicas.⁴⁵

El diseño de investigación ha sido el experimental, descriptivo y transversal, en donde el diseño experimental ha sido considerado por haber hecho uso de diferentes porcentajes de influencia, respecto a la adición del PET reciclado, dentro de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible. Así mismo, ha sido considerado como descriptivo, debido a que se ha buscado conocer las características del objeto de estudio, en base a las propiedades que lo han caracterizado. Mientras que, ha sido considerado como transversal, por el motivo que el instrumento de recolección de datos, ha sido aplicado en una única oportunidad. .⁴⁶

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: PET reciclado

Definición conceptual: El PET reciclado, es definido como aquel material plástico que puede ser empleado en diferentes oportunidades, en cuanto a la posibilidad de poder reducir el nivel de contaminación que su acumulación, genera en el mundo, pudiendo estar conformado por correas, fibra de relleno textil, envases plásticos, etc.

Definición operacional: La variable de investigación ha estado centrada en analizar la dosificación de plástico y la elasticidad del mismo, en cuanto a la

⁴⁵ N. Cohen and G. Gómez, 2019, pag, 23

⁴⁶ Cohen and Gómez.2019, pag 23-34

consideración de porcentajes de entre 1%, 3% y 5%, en donde el autor Ramírez y Tananta, han considerado como porcentajes de reemplazo, al 4.50%, al 6.50% de plástico reciclado.⁴⁷

Variable Dependiente: Mezcla asfáltica en caliente

Definición conceptual: La mezcla asfáltica en caliente, es definida como aquel conglomerado de una composición de terminada de agregados minerales pétreos, los cuales pueden contar con la incorporación de un ligante de hidrocarburos, para poder conforman la carpeta del pavimento, en donde las propiedades físico y mecánicas del mismo, lo convierte en un elemento indispensable, para garantizar el tránsito.⁴⁸

Definición operacional: La evaluación de la variable de estudio, se ha centrado en evaluar las propiedades mecánicas y el costo de la mezcla asfáltica en caliente.

⁴⁷ Ramírez and Tananta. 2019, pag 67.

⁴⁸ Ramírez and Tananta. 2019, pag 69.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: La población del presente estudio, se ha encontrado conformada por las vías de pavimento flexible de la Av. Los Jazmines Independencia. Cohen y Gómez (2019) definen a la población, como aquella totalidad de elementos que serán evaluados dentro de una investigación científica.⁴⁹

Muestra: La muestra estará conformada por un total de 60 briquetas de mezclas asfálticas, en donde se ha consignado a la muestra patrón y a las muestras experimentales, en donde se ha contado con la recomendación expuesta por Ramírez y Tananta, han considerado como porcentajes de reemplazo, al 4.50%, al 6.50% de plástico reciclado. De esta forma, es que los ensayos sean centrados en evaluar porcentajes no investigados por el autor de referencia mencionado.⁵⁰ De forma consiguiente, Cohen y Gómez (2019) definen a la muestra de tipo no probabilística, como aquella que no hace uso de una fórmula estadística para poder establecer el tamaño muestral.⁵¹

Tabla 1

Distribución del tamaño muestral – Estabilidad y flujo

Tipo de ensayo	0% de PET	1% de PET	3% de PET	5% de PET
Estabilidad	15	15	15	15
Flujo				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2

Distribución del tamaño muestral – Suelo

Tipo de ensayo	Suelo de Cantera de Comas Grava	Suelo de Cantera de Comas Arena	Suelo de Cantera de Comas Arena
		1	2
Granulometría	1	1	1
Peso específico	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

Muestreo: El tipo de muestreo será el intencional, debido a que el autor ha considerado de forma intencionada, la consideración del tamaño muestral,

⁴⁹ Cohen and Gómez. 2019, pag 65.

⁵⁰ Ramírez and Tananta. 2019, pag 67.

⁵¹ Cohen and Gómez. 2019, pag 67.

expuesto. Cohen y Gómez (2019), definen al muestreo intencional, como aquel que basa el tamaño muestral y la selección, en relación a la experiencia y criterios del mismo investigador.⁵²

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Para la presente investigación, se ha considerado la técnica de la observación, debido a que se ha recurrido al instrumento de ficha de observación, con la finalidad de poder establecer la recolección de datos, de los ensayos considerados. Cohen y Gómez (2019), definen a la observación como una técnica que se basa en la indagación de campo, respecto a la realización de los ensayos experimentales a la mezcla asfáltica.⁵³

Instrumento: El instrumento de recolección de los datos, correspondió a emplear a la ficha de observación, en donde se han realizado ensayos, tanto al PET reciclado, como el PET reciclado y la mezcla asfáltica en caliente, en donde estos han buscado contar con información que permita ofrecer respuesta a los objetivos establecidos. Cohen y Gómez (2019), definen al instrumento ficha de observación, como aquel que se basa en la recolección de datos, de la zona de experimentación, en donde se han considerado a todos aquellos ensayos considerados por el autor, recurriendo a la observación, como medio de evaluación de resultados y ordenamiento de los mismos.⁵⁴

3.5. Procedimientos

Como procedimiento de recolección de datos, se han recolectado los datos de campo, en relación a los PET reciclados y mezcla asfáltica en caliente, en donde la cantera seleccionada ha sido la cantera de Comas, en donde se han recolectado una muestra de grava y dos muestras de arena, para lo cual se ha realizado la toma de datos, respecto al análisis granulométrico y el peso específico. De esta forma, es que se ha proseguido con la determinación de los datos relacionados con la estabilidad y el flujo, en donde se han consignado 15 briquetas por cada porcentaje de estabilizante y 15 briquetas para el material convencional, con 0% de PET, de

⁵² Cohen and Gómez. 2019, pag 76.

⁵³ Cohen and Gómez. 2019, pag 76.

⁵⁴ Cohen and Gómez. 2019, pag 76.

forma consiguiente, es que se ha procedido a evaluar los resultados, mediante la estadística descriptiva e inferencial, en donde se ha buscado la validación de la hipótesis alternativa, y de forma posterior, la comparación de los resultados, con los antecedentes seleccionados.

3.6. Métodos de análisis de datos

El método empleado ha sido el analítico y el descriptivo, en donde de forma inicial, se ha procedido a la recolección de datos de campo, con la finalidad de poder aplicar los ensayos establecidos en la investigación, en donde los resultados han sido expuestos, en tablas de frecuencia y gráficos de barras, con la finalidad de poder demostrar la caracterización de los mismos, tomando en consideración a las dimensiones y los indicadores de estudio. Mientras que, ha sido empleada la estadística inferencial, mediante la incorporación del coeficiente de correlación de Pearson, para establecer el grado de influencia, de una variable, respecto a otra.

3.7. Aspectos éticos

En relación a los aspectos éticos, se ha llegado a establecer el respeto por los derechos de autor, mediante la forma de citado en el estilo ISO, en donde esta ha buscado exponer diferentes criterios científicos, no solo para la recolección de los datos, sino para poder establecer la demostración de cada dato obtenido, mediante la descripción de procedimientos y la recurrencia a personal técnico, que ha permitido orientar los resultados, en base a la aplicación de ensayos normados.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis

Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020

Acceso a la zona de trabajo

La zona de ingreso se ha encontrado representada por la Av. Los Jazmines Independencia, en donde se llegará contar con acceso por cualquier medio de ingreso, debido a que se cuenta con vías pavimentadas y transitadas de forma continua, por la población.

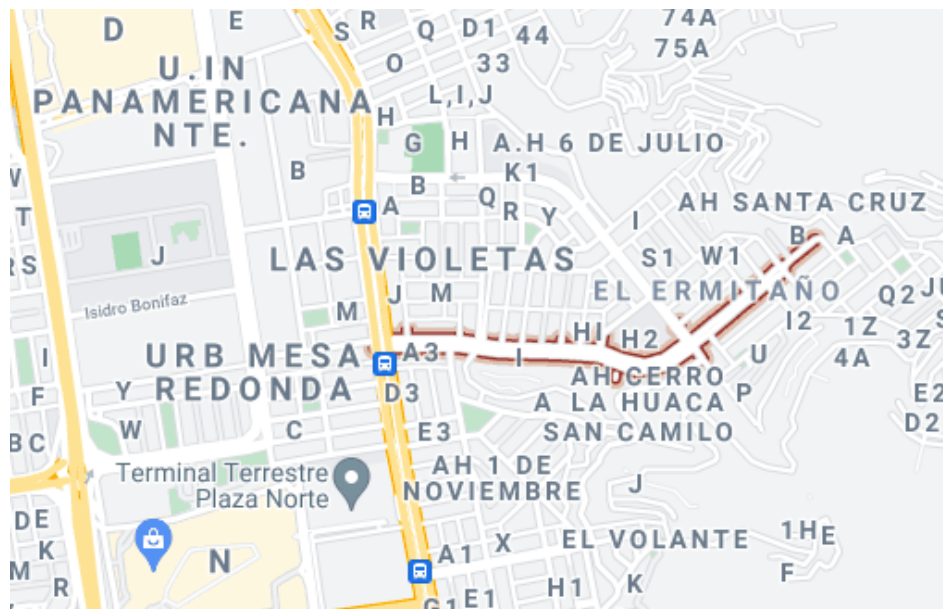


Figura 1 Localización del proyecto a analizar
Fuente: Google maps

Ubicación política

La zona de estudio, se ha ubicado en la región de Lima

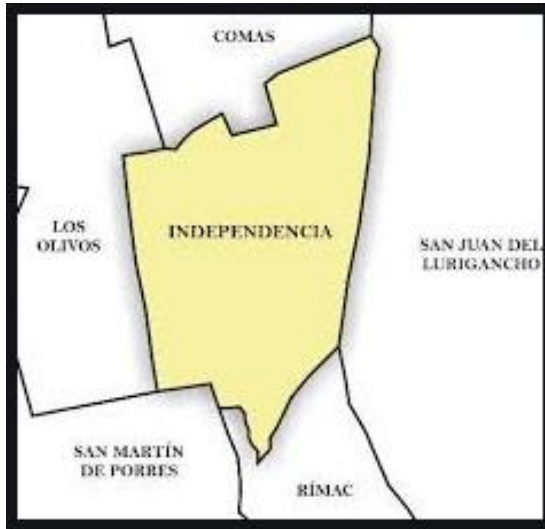


Figura 2. Ubicación del Distrito de Independencia.



Figura 3. Mapa del Distrito de Lima

Limites

- Norte : Colinda con el distrito de Comas.
- Sur : colinda con el distrito de San Martín de Porres y Rímac.
- Este : colinda con el distrito de San Juan de Lurigancho.
- Oeste : colinda con el distrito de Los Olivos.

Con la finalidad de poder alcanzar el cumplimiento de los objetivos de estudio, es que se cree pertinente, el hecho de haber realizado la visita de campo, hacia la localidad, en donde se ha tenido que planificar los tiempos de trabajo, por parte del investigador mismo y conllevando a que se pueda establecer la viabilidad del proyecto de investigación.

Ubicación geográfica

El distrito de Independencia presenta las siguientes coordenadas geográficas 11°59'30''S 77°03'00''O, así mismo posee una área aproximadamente de 14.56

km², también posee una altitud 130 m.s.n.m y hasta el 2017 tenía una población de 21,1360 habitantes.

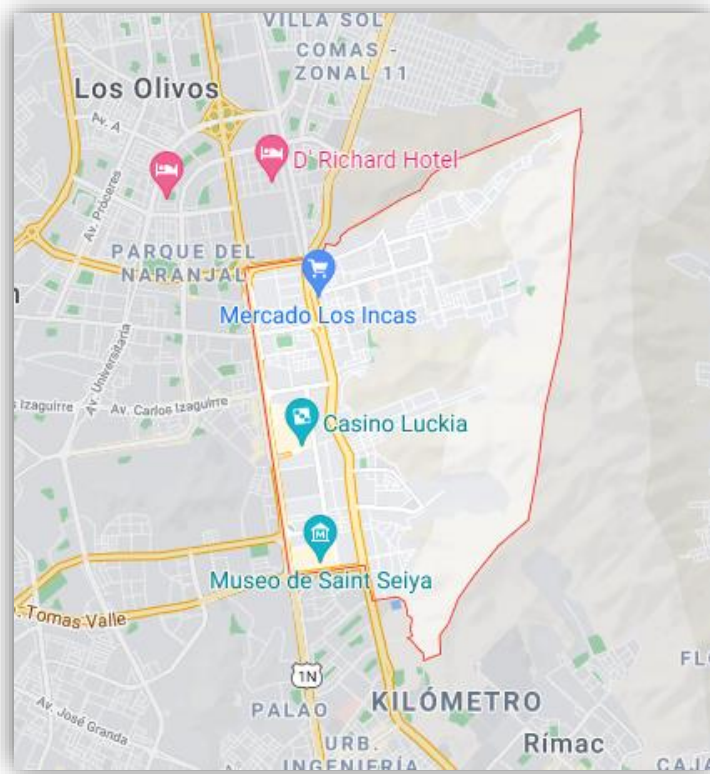


Figura 4: Distrito de Independencia

Vías de acceso

Para poder llegar al Distrito de Independencia, si vienes del este al norte tomar la avenida panamericana norte y entrar por la avenida Izaguirre con la Túpac Amaru y bajarse en la Avenida de Los Jazmines.

Clima

El clima es semicálido y muy seco (0 – 600 msnm), con una temperatura media anual que fluctúa entre los 18 °C y 19 °C, con variación de 6 °C, la humedad relativa media varía entre 85 y 95 %. Las garúas esporádicas en la estación de invierno. Los vientos soplan durante el día, de norte a suroeste y durante la noche

predominantemente de suroeste a noreste, con una velocidad media de 2 a 4 m/s (Proyecto VICON 1993).

4.2. Procedimientos

El desarrollo de la presente investigación, se ha basado en la consideración de tres porcentajes de reemplazo, dentro de los que se evidencia al 1% de PET, 3% de PET y 5% de PET, en donde la recolección de campo ha sido realizada, con la finalidad de poder realizar la recolección de los agregados de caretas seleccionadas de forma previa; así como, el ensayo de las diferentes muestras, por parte del investigador, teniendo la siguiente evidencia de campo:



Figura 5 Ensayo de laboratorio
Fuente: Elaboración propia

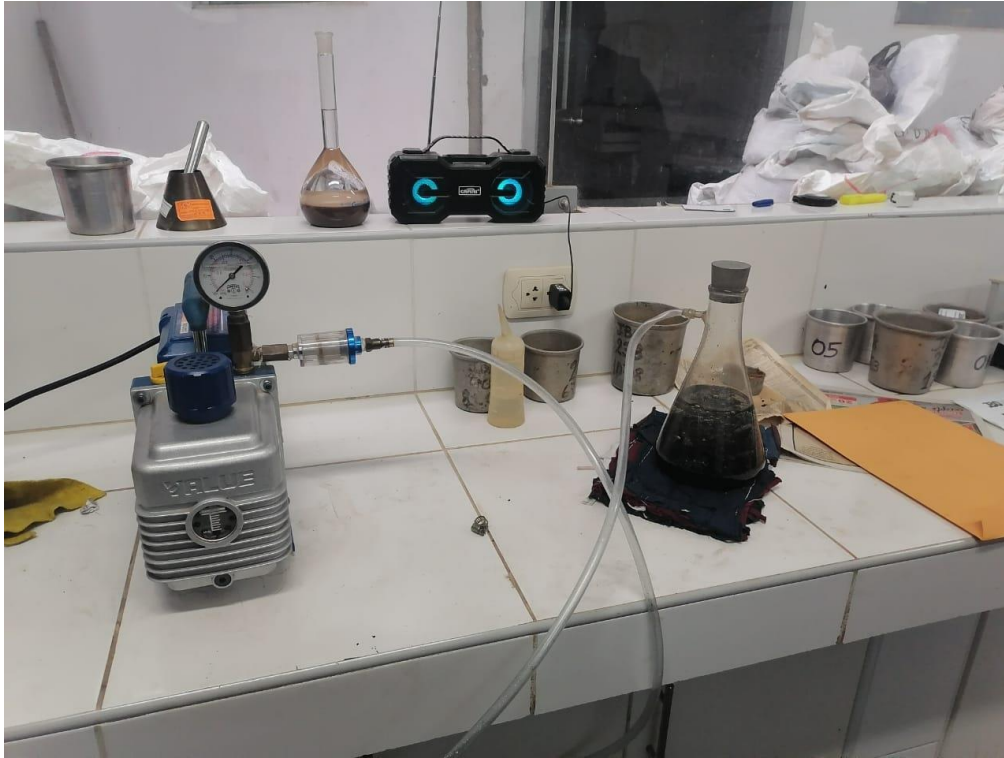


Figura 6 Ensayo de laboratorio
Fuente: Elaboración propia

4.3. Resultados por objetivo

Objetivo N° 01

Identificar la influencia de la incorporación del PET reciclado en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020

Descripción

El presente objetivo se ha centrado en establecer la exposición de los valores obtenidos, en cuanto a la mezcla sin estabilizar y las muestras estabilizadas. Además de ello, cabe señalar que, se ha recurrido a la estadística inferencial, para poder ofrecer respuesta hacia la validación de la hipótesis alternativa, mediante la determinación del coeficiente de correlación de Pearson.

Fotografías



Figura 7 Determinación de ensayos en la mezcla asfáltica
Fuente: Elaboración propia

Tabla de los resultados

Tabla 3

Determinación de estabilidad en la mezcla asfáltica (KN)

DESCRIPCIÓN	0% PET	1% PET	3% PET	5% PET
ESTABILIDAD	2510.00	2820.00	2900.00	3080.00

Fuente: Elaboración propia

Gráfico de los resultados

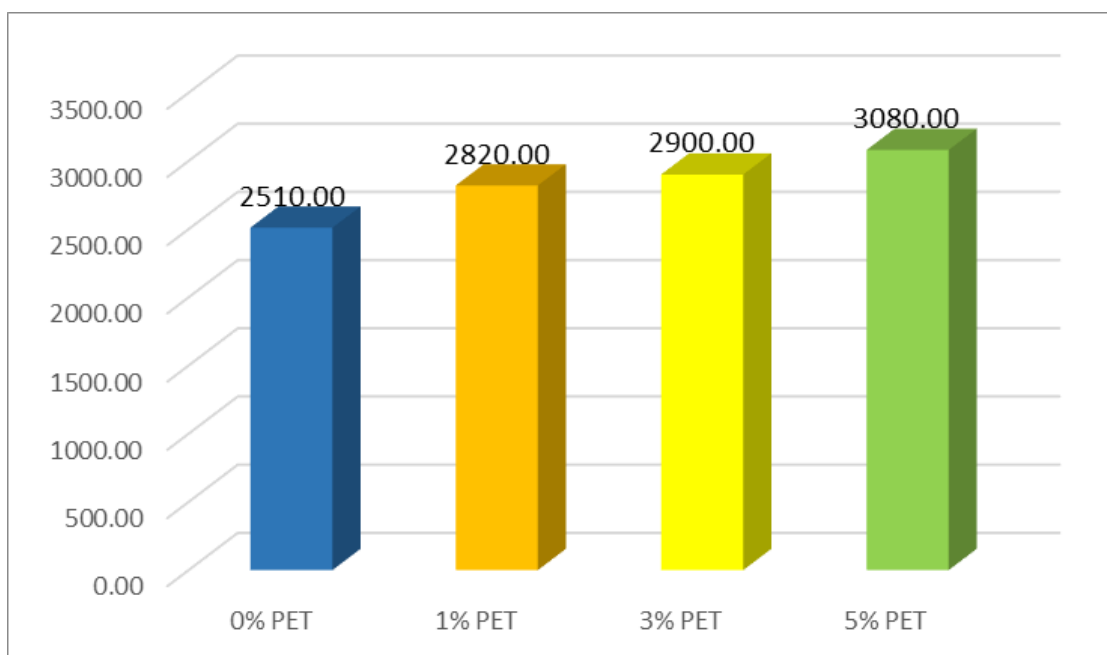


Grafico 1 Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente (KN)

Fuente: Elaboración propia

Cuando se habla acerca de la estabilidad de las mezclas asfálticas, se puede llegar a señalar el hecho de que esta propiedad es causada, por un exceso de asfalto en la mezcla, por el exceso del tamaño medio de la mezcla misma; así como, el empleo de agregado de partículas demasiado redondeadas, en donde se cuenta con pocas o con ninguna cara producida por fractura mientras que, al ahondar en los efectos que puede llegar a generar dentro de la mezcla, un mayor valor de estabilidad, es que se puede detallar lo siguiente: un mayor valor de exudación y de ahuellamiento; se cuenta con cierta blandura de la mezcla, durante la compactación y por el tiempo posterior del servicio mismo, en donde se llega a generar una mayor incidencia de ahuellamiento. Ante las exposiciones hechas, se ha podido establecer que, entre mayor valor de PET alcanzado, mayor estabilidad ha sido alcanzado, siendo el menor valor de 2510.00 KN, para el 0% PET; mientras que, se ha contado con una estabilidad de 3080.00 KN para el 5% PET, pudiendo evidenciar una relación directamente proporcional.

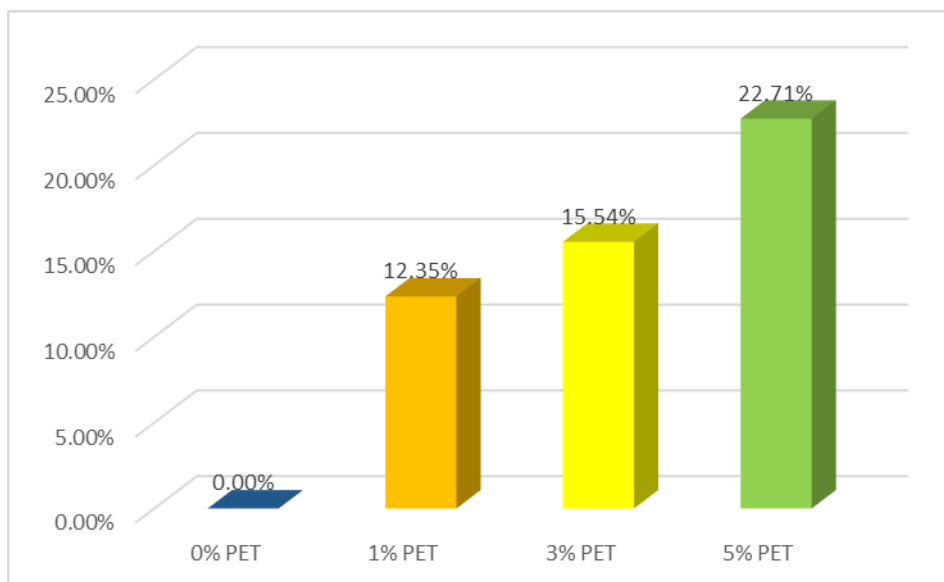


Grafico 2 Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente (KN) en porcentaje de variación

Fuente: Elaboración propia

Cuando se habla acerca de la estabilidad de la mezcla asfáltica, es que se puede evidenciar un aumento del 12.35% para la incorporación PET del 1%, un aumento del 15.54% para la incorporación del PET del 3% y un aumento del 22.71% para el

reemplazo del 5% de PET. Cabe señalar que esto es evidencia de haber contado con una mayor probabilidad de ahuellamiento, en donde la mezcla llega a tener cierta blandura, respecto a una pérdida de capacidad de compactación.

Interpretación

Ha: Existe influencia significativa de la incorporación del PET reciclado en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020

Ho: No existe influencia significativa de la incorporación del PET reciclado en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020

Tabla 4

Relación de Pearson “PET reciclado” y “Estabilidad de la mezcla asfáltica”

		PET reciclado	Estabilidad de la mezcla asfáltica
PET reciclado	Correlación de Pearson	1	0,926
	Sig. (bilateral)		0,074
	N	4	4
Estabilidad de la mezcla asfáltica	Correlación de Pearson	,926	1
	Sig. (bilateral)	,074	
	N	4	4

Fuente: Elaboración propia

Los resultados han demostrado en que el nivel de significancia alcanzado ha sido mayor a 0.050, señalando de esta forma, la comprobación de la hipótesis nula, la que ha sido la siguiente: No existe influencia significativa de la incorporación del PET reciclado en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020. Así mismo, el signo negativo que ha llegado a tener el valor correlacionado, ha llegado a demostrar que la relación ha sido inversamente proporcional con un valor de 0.926.

Objetivo N° 02

Establecer la influencia de la incorporación del PET reciclado en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020

Descripción

El presente objetivo, ha buscado incurrir en la determinación del flujo de la mezcla asfáltica, en donde ha recurrido a la estadística inferencial, para poder ofrecer respuesta hacia la validación de la hipótesis alternativa, mediante la determinación del coeficiente de correlación de Pearson.

Fotografías



Figura 8 Caracterización de la mezcla asfáltica
Fuente: Elaboración propia

Tabla de los resultados

Tabla 5

Determinación del flujo de la mezcla asfáltica (0.01 pulg)

DESCRIPCIÓN	0% PET	1% PET	3% PET	5% PET
FLUJO	13.20	13.50	13.20	13.10

Fuente: Elaboración propia

Gráfico de los resultados

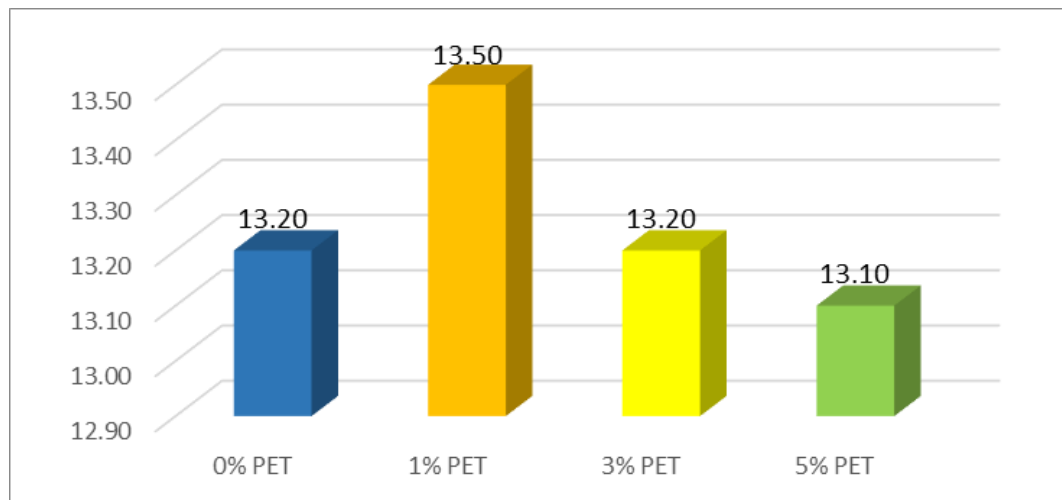


Gráfico 3 Determinación del flujo de la mezcla asfáltica (0.01 pulg)

Fuente: Elaboración propia

La fluencia, o bien conocido como flujo Marshall, es una medida que se expresa en centésimas de pulgadas (0.01 pulg), en donde esta corresponde a constituir la deformación diametral que llega a alcanzar la briqueta. Esta deformación, permite mantener o evidenciar la disminución, en base a la carga máxima aplicada, la cual puede ser entendida como una medida de resistencia en la dirección vertical de la briqueta ensayada. Ante lo expuesto, se ha podido exponer un flujo de mezcla asfáltica de 13.20 (0.01 pulg) para la mezcla sin adiciones de PET, en donde esta ha sido superada por el 13.20 (0.01 pulg) alcanzado por el 3% de PET; mientras que, el menor valor fue el obtenido por el 13.10 (0.01 pulg) que se ha producido en el 5% de PET y el máximo valor ha sido de 13.50 (0.01 pulg) alcanzado por el 1% de PET.K

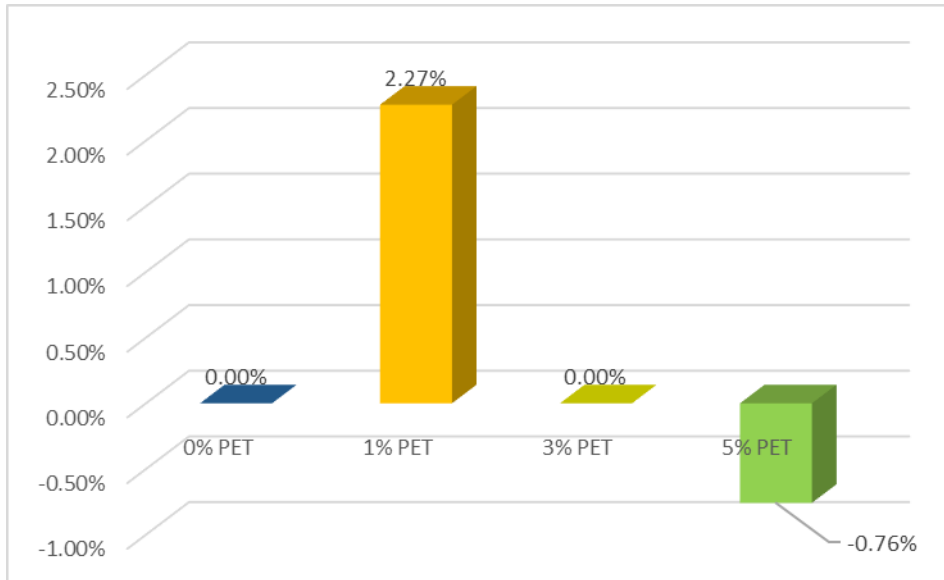


Grafico 4 Determinación del flujo de la mezcla asfáltica (0.01 pulg) – Variación porcentual

Fuente: Elaboración propia

Si bien es cierto, los valores obtenidos de fluencia, se han encontrado dentro de los parámetros permisibles que exige la normativa, principalmente en un máximo de 20 (0.01 pulg) para la clase de mezcla tipo C, es que resulta pertinente señalar la posibilidad de enmarcar una variación significativa de esta resistencia transversal, para el caso de la incorporación de valor de 1% de reemplazo de PET, en donde no se puede dejar de lado el incremento que ha tenido del 2.27% de flujo. Mientras que, el resto de muestras sólo ha generado variaciones de menos del 5%, en donde no ha llegado a haber variación de clases de mezcla.

Interpretación

Ha: Existe influencia significativa de la incorporación del PET reciclado en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020

Ho: No existe influencia significativa de la incorporación del PET reciclado en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020

Tabla 6

Relación de Pearson “PET reciclado” y “Fujo de la mezcla asfáltica”

		PET reciclado	Fujo de la mezcla asfáltica
PET reciclado	Correlación de Pearson	1	-,418
	Sig. (bilateral)		,582
	N	4	4
Fujo de la mezcla asfáltica	Correlación de Pearson	-,418	1
	Sig. (bilateral)	,582	
	N	4	4

Fuente: Elaboración propia

Los resultados han demostrado en que el nivel de significancia alcanzado ha sido mayor a 0.050, señalando de esta forma, la comprobación de la hipótesis nula, la que ha sido la siguiente: No existe influencia significativa de la incorporación del PET reciclado en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020. Así mismo, el signo negativo que ha llegado a tener el valor correlacionado, ha llegado a demostrar que la relación ha sido inversamente proporcional con un valor de -0.418.

Objetivo N° 03

Identificar la influencia de la incorporación del PET reciclado en el costo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020

Descripción

El presente objetivo, ha buscado incurrir en la determinación del costo de la mezcla asfáltica, en donde ha recurrido a la estadística inferencial, para poder ofrecer respuesta hacia la validación de la hipótesis alternativa, mediante la determinación del coeficiente de correlación de Pearson.

Fotografías



Figura 9 Ensayos de la mezcla de pavimento asfáltico
Fuente: Elaboración propia

Tabla de los resultados

Tabla 7

Proceso de conversiones y cálculo

GALONES	1 LITRO	4.546 M3	0.00378541
DENSIDAD DEL PET	1.38 GR/CM3		
	1380 KG/M3		
1 KG	=	0.000724638 M3	= 0.60
	=	0.191429114 GALON	= 0.60
	=	1 GALON	= 3.13431948
	PORCENTAJE	GALONES	KILO
ASFALTO CONVENCIONAL	100%	0.13	
PET	100%		1.00
OPCIÓN 1			COSTO
ASFALTO CONVENCIONAL	100%	0.13	8.34
PET	0%		0.60
			8.34
OPCIÓN 2 - PET 1%			
	PORCENTAJE	GALONES	COSTO
ASFALTO CONVENCIONAL	99%	0.13	8.26
PET	1%	0.00	0.004168645
			8.26
OPCIÓN 2 - PET 3%			
	PORCENTAJE	GALONES	COSTO
ASFALTO CONVENCIONAL	97%	0.13	8.09
PET	3%	0.00	0.012505935
			8.10
OPCIÓN 3 - PET 5%			
	PORCENTAJE	GALONES	COSTO
ASFALTO CONVENCIONAL	95%	0.13	7.92
PET	5%	0.01	0.020843225
			7.94

Fuente: Elaboración propia

Se llega a tener la exposición de los datos que han sido considerados, para la determinación del costo del pavimento asfáltico, en donde se ha considerado un costo del PET reciclado del 0.60 nuevos soles, por cada kilo, y se ha tenido que realizar la conversión hacia galones, para poder mantener una igualdad con el asfalto convencional, para luego proceder con el pronto cálculo de los costos unitarios correspondientes.

Tabla 8
Costo unitario de la mezcla convencional

CONVENCIONAL									
Partida	05.01	ASFALTO							
Rendimiento	M/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : M		3.52		
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	HH		1.0000	0.0800	13.88	1.11		
0147010004	PEON	HH		1.2000	0.0960	12.52	1.20		
							2.31		
		Materiales							
0204000000	ARENA FINA	M3			0.0020	12.75	0.03		
0213000006	ASFALTO RC-250	GAL			0.1330	8.34	1.11		
							1.13		
		Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%			3.0000	2.31	0.07		
							0.07		

Fuente: Elaboración propia

Se expone que el costo de la mezcla convencional, llega a estar determinado por un valor de 3.52 nuevos soles por cada metro lineal avanzado en el día.

Tabla 9
Costo unitario de la mezcla 1% PET

1% PET									
Partida	05.01	ASFALTO							
Rendimiento	M/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : M		3.51		
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	HH		1.0000	0.0800	13.88	1.11		
0147010004	PEON	HH		1.2000	0.0960	12.52	1.20		
							2.31		
		Materiales							
0204000000	ARENA FINA	M3			0.0020	12.75	0.03		
0213000006	ASFALTO RC-250	GAL			0.1330	8.26	1.10		
							1.12		
		Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%			3.0000	2.31	0.07		
							0.07		

Fuente: Elaboración propia

Se expone que el costo de la mezcla convencional, llega a estar determinado por un valor de 3.51 nuevos soles por cada metro lineal avanzado en el día.

Tabla 10
Costo unitario de la mezcla 3% PET

3% PET								
Partida	05.01	ASFALTO						
Rendimiento	M/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : M			3.49
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
0147010003	OFICIAL	HH		1.0000	0.0800	13.88	1.11	
0147010004	PEON	HH		1.2000	0.0960	12.52	1.20	
								2.31
Materiales								
0204000000	ARENA FINA	M3			0.0020	12.75	0.03	
0213000006	ASFALTO RC-250	GAL			0.1330	8.10	1.08	
								1.10
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%			3.0000	2.31	0.07	
								0.07

Fuente: Elaboración propia

Se expone que el costo de la mezcla convencional, llega a estar determinado por un valor de 3.49 nuevos soles por cada metro lineal avanzado en el día.

Tabla 11
Costo unitario de la mezcla 5% PET

5% PET								
Partida	05.01	ASFALTO						
Rendimiento	M/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : M			3.46
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
0147010003	OFICIAL	HH		1.0000	0.0800	13.88	1.11	
0147010004	PEON	HH		1.2000	0.0960	12.52	1.20	
								2.31
Materiales								
0204000000	ARENA FINA	M3			0.0020	12.75	0.03	
0213000006	ASFALTO RC-250	GAL			0.1330	7.94	1.06	
								1.08
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%			3.0000	2.31	0.07	
								0.07

Fuente: Elaboración propia

Se expone que el costo de la mezcla convencional, llega a estar determinado por un valor de 3.46 nuevos soles por cada metro lineal avanzado en el día.

Gráfico de los resultados

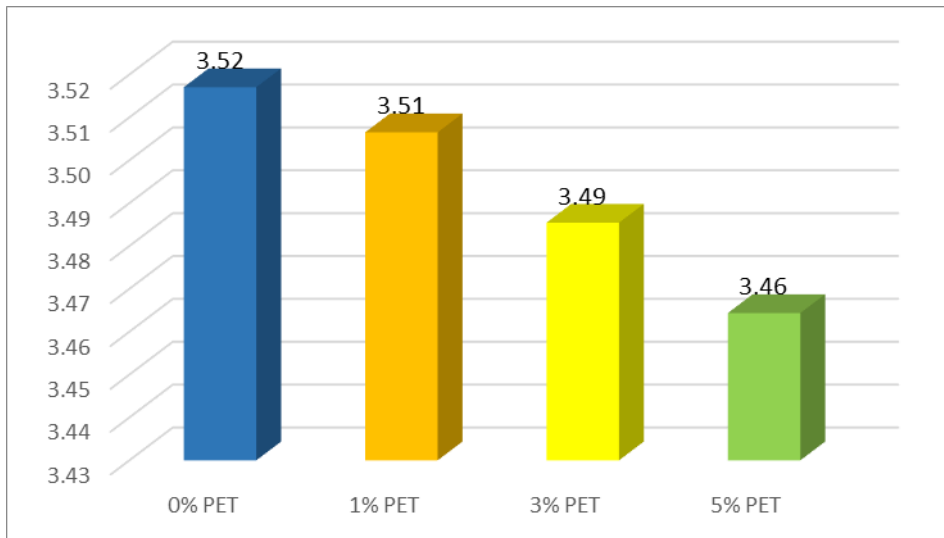


Gráfico 5 Variación del costo (nuevos soles * metro lineal)

Fuente: Elaboración propia

El costo alcanzado por los diferentes reemplazos de PET, han llegado a demostrar la eficiencia que ha sido mantenida, en cuanto a la reducción del costo por metro lineal, si es que se habla de generar un asfalto no solo mucho más ecológico, sino un asfalto que cuente con un menor costo de producción, al incurrir en el uso de elementos reciclados. Ante ello, se llega a tener un costo inicial de 3.52 nuevos soles por metro lineal y llega a reducirse, hasta una valoración de 3.46 nuevos soles por metro lineal, con el reemplazo del 5% de PET.

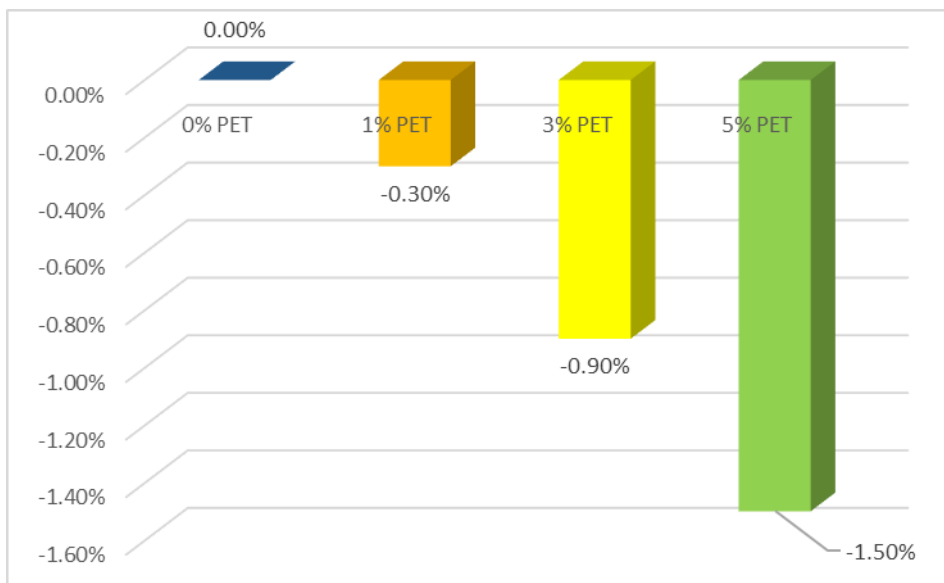


Grafico 6 Variación del costo en porcentajes

Fuente: Elaboración propia

La reducción del costo por metro lineal de agregado asfáltico, ha podido alcanzar una valoración de hasta menos 1.50%, debido a que se ha contado con la posibilidad de haber mantenido una menor incidencia del asfalto convencional y se ha incurrido en un mayor uso de los agregados reciclados, como lo que vendría a ser el PET reciclado, en un 5%. Sin embargo, se puede evidenciar un costo menor en todos los porcentajes de reemplazo.

Interpretación

Ha: Existe influencia significativa de la incorporación del PET reciclado en el costo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020

Ho: No existe influencia significativa de la incorporación del PET reciclado en el costo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020

Tabla 12

Relación de Pearson "PET reciclado" y "Costo de la mezcla asfáltica"

		PET reciclado	Fujo de la mezcla asfáltica
PET reciclado	Correlación de Pearson	1	-,994
	Sig. (bilateral)		,006
	N	4	4
Costo de la mezcla asfáltica	Correlación de Pearson	-,994	1
	Sig. (bilateral)	,006	
	N	4	4

Fuente: Elaboración propia

Los resultados han demostrado en que el nivel de significancia alcanzado ha sido menor a 0.050, señalando de esta forma, la comprobación de la hipótesis alternativa, la que ha sido la siguiente: Existe influencia significativa de la incorporación del PET reciclado en el costo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020. Así mismo, el signo negativo que ha llegado a tener el valor correlacionado, ha llegado a demostrar que

la relación ha sido inversamente proporcional con un valor de 0.964. Mientras que, se puede señalar que, el nivel de correlación ha sido alta, al encontrarse por un valor superior a 0.700.

V. DISCUSIÓN

En cuanto al objetivo de “Analizar la incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. los Jazmines Independencia 2020”, se puede evidenciar el hecho de solo haber alcanzado la correlación en el costo de la mezcla asfáltica, en donde este resultado ha sido evidenciado por el hecho de contar con una incurrencia indirectamente proporcional entre las variables de estudio de costo y PET reciclado. Así mismo, cabe señalar, que a pesar de no haberse demostrado la correlación entre la estabilidad y el flujo de la mezcla asfáltica y el PET reciclado, es que se ha podido contar con evidencia empírica de la relación directamente proporcional que se ha mantenido entre las propiedades mencionadas. Ramírez y Tananta (2019), han expuesto que, la incorporación del 4.96% de PET, ha llegado a generar un aumento de la rigidez, de entre 140 kg a 159 kg, en donde las deformaciones han podido haberse visto controladas de forma significativa, ofreciendo de esta forma, un mejor servicio del pavimento. Así mismo, se puede evidenciar el hecho de haber contado con mejoras significativas entre las propiedades de la mezcla asfáltica, la incorporación del PET reciclado y a consecuencia de ello, se ha encontrado una reducción del costo, lo que ha expuesto la viabilidad de considerar este material, como óptimo para generar una mezcla asfáltica reciclada.

Cuando se ahonda en el objetivo de “Identificar la influencia de la incorporación del PET reciclado en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020”, se ha podido señalar que, los resultados han demostrado en que el nivel de significancia alcanzado ha sido mayor a 0.050, señalando de esta forma, la comprobación de la hipótesis nula, la que ha sido la siguiente: No existe influencia significativa de la incorporación del PET reciclado en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020. Así mismo, el signo negativo que ha llegado a tener el valor correlacionado, ha llegado a demostrar que la relación ha sido inversamente proporcional con un valor de 0.926. Camacho et al. (2019), ha señalado que, el comportamiento que ha tenido la mezcla, mediante la incorporación del plástico reciclado, ha sido una consecuencia de la creciente ola de contaminación en el mundo, en donde las propiedades mecánicas del asfalto,

ha correspondido a haber sido considerado como un elemento indispensable para poder garantizar la calidad de las vías, en donde incorporaciones del 1% de PET, no han hecho más que ofrecer relativa homogeneidad de la mezcla. Al ahondar en la estabilidad de las mezclas asfálticas, se ha podido contar con que los datos han contado con un aumento del valor mismo, por el hecho de haber alcanzado una mayor estabilidad de la mezcla, lo que ha podido quedar evidenciado en una mejora del 22.71% de reemplazo, por el hecho de haber expuesto una mejor resistencia a ahuellamiento y, por ende, una mejor capacidad de respuesta, ante la consecución de un mayor porcentaje de PET reciclado.

En relación al objetivo de “Establecer la influencia de la incorporación del PET reciclado en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020”, se ha contado con que los resultados han demostrado en que el nivel de significancia alcanzado ha sido mayor a 0.050, señalando de esta forma, la comprobación de la hipótesis nula, la que ha sido la siguiente: No existe influencia significativa de la incorporación del PET reciclado en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020. Así mismo, el signo negativo que ha llegado a tener el valor correlacionado, ha llegado a demostrar que la relación ha sido inversamente proporcional con un valor de -0.418. Pilatuña y Rodríguez (2020) han señalado que, el tamaño máximo nominal que ha sido considerado en el objeto de estudio, ha correspondido a un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ in, en donde el porcentaje de incorporación del PET, ha sido del 5% y 9%. Tomando como referencia lo dicho, se han podido encontrar mejoras significativas, cuando se ha alcanzado el reemplazo del 1%, en donde la valoración ha significado un flujo del 13.50 (0.01 pulg), comprobando una mayor resistencia a los esfuerzos transversales. Mientras que, se ha contado con una valoración mínima del 13.10 (0.01 pulg), para porcentajes de PET del 5%.

Así mismo, cuando se ha buscado responder al objetivo de “Identificar la influencia de la incorporación del PET reciclado en el costo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020”, se ha podido señalar que, los resultados han demostrado en que el nivel de significancia alcanzado ha sido menor a 0.050, señalando de esta forma, la comprobación de la

hipótesis alternativa, la que ha sido la siguiente: Existe influencia significativa de la incorporación del PET reciclado en el costo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020. Así mismo, el signo negativo que ha llegado a tener el valor correlacionado, ha llegado a demostrar que la relación ha sido inversamente proporcional con un valor de 0.964. Mientras que, se puede señalar que, el nivel de correlación ha sido alta, al encontrarse por un valor superior a 0.700. Domínguez y Yovera (2020), han señalado que, se han alcanzado costos de producción de 85/100, en donde se ha podido evidenciar de igual forma, incrementos del 51% de la dureza, del material final, contando con un 80% de recuperación elástica, de forma adicional. El costo alcanzado por los diferentes reemplazos de PET, han llegado a demostrar la eficiencia que ha sido mantenida, en cuanto a la reducción del costo por metro lineal, si es que se habla de generar un asfalto no solo mucho más ecológico, sino un asfalto que cuente con un menor costo de producción, al incurrir en el uso de elementos reciclados. Ante ello, se llega a tener un costo inicial de 3.52 nuevos soles por metro lineal y llega a reducirse, hasta una valoración de 3.46 nuevos soles por metro lineal, con el reemplazo del 5% de PET.

Dentro de las limitaciones que han podido ser evidenciadas, en el desarrollo de la presente investigación, se evidencia la consideración única de el ensayo de estabilidad, el ensayo de flujo de la mezcla y el costo, en donde se puede recomendar el incremento de diferentes ensayos relacionados, lo cual permitirá un mayor alcance de la investigación y de forma consecuente, una mayor medida de evaluación científica de la incorporación de agregados reciclados.

VI. CONCLUSIONES

1. Los resultados alcanzados, en relación a analizar la incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. los Jazmines Independencia 2020, han expuesto el hecho de haber encontrado mejoras del 18.77% en la propiedad de estabilidad, con PET al 5%, una mejora del 59.68% en el flujo de la mezcla, para el PET al 1% y un costo 1.50% menor, en el PET al 5%.
2. Se ha podido contar, en relación a la identificación de la influencia de la incorporación del PET reciclado en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020, el hecho de haber alcanzado la no correlación entre las variables de estudio, debido a que se ha contado con una significancia mayor a 0.050, comprobando de esta forma, la hipótesis nula. Así mismo, el porcentaje de PET que ha generado un valor superior en 22.71%, respecto a valores normales de estabilidad, ha sido el PET al 5%.
3. Se ha alcanzado, en cuanto a establecer la influencia de la incorporación del PET reciclado en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020, la no existencia de correlación entre la variable de incorporación de PET y el flujo de la mezcla, debido a que se ha contado con un valor de significancia mayor a 0.050. Así mismo, el porcentaje de reemplazo de PET que ha alcanzado un valor máximo de este indicador, ha sido el 1% de PET, contando con valores de 13.50 (0.01 pulg).
4. Se ha concluido, en relación al identificar la influencia de la incorporación del PET reciclado en el costo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020, que ha existido una correlación inversamente proporcional, debido a que entre mayor aumento ha existido de PET reciclado, menor ha sido el costo por metro lineal de la muestra. Además de ello, cabe señalar que el valor de correlación fue de -0.964, en donde la muestra que menor costo ha representado, fue el 5% de PET, en donde se ha alcanzado un costo de 3.46 nuevos soles por metro lineal.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se expone la posibilidad de desarrollar un manual de desarrollo y producción de mezcla asfáltica reciclada, en donde se evidencien porcentajes de reemplazo, valores estimados y procedimientos de tratamiento, preparación y colocación, con la finalidad de ofrecer un aporte teórico práctico, hacia la investigación.
2. Se recomienda desarrollar una investigación que permita incrementar el nivel de conocimiento, acerca de la incidencia de mayores porcentajes de PET reciclado en la mezcla asfáltica, con la finalidad de poder validar la no correlación de la muestra de estudio y, por ende, la comprobación de resultados que vayan acorde con una menor cantidad de costo por metro lineal.
3. Se recomienda, desarrollar propuestas de compensación del 0.50% y 0.75% de reemplazo de PET, con la finalidad de poder establecer la existencia de relación y comprobar la mejora del flujo de la mezcla asfáltica, en la muestra de estudio, llegando de esta forma a validar la suposición de que entre menor sea el porcentaje de reemplazo del PET, mayores valores de flujo serán alcanzados.
4. Se puede señalar el hecho de evaluar la incorporación de un material alternativo, con la finalidad de poder reducir aún más el costo por metro lineal, en donde se puede considerar el uso de residuos metálicos de escoria de altos hornos, permitiendo una reducción mayor del costo del producto final.

REFERENCIAS

- Almeida, Adriana Ripca de, Christian Luiz da Silva, and Alain Hernandez Santoyo, 'Cita Sugerida (APA, Sexta Edición)', *Universidad y Sociedad*, 10.3 (2018), 134–41
- Alvarez, Alex, Evelyn Ovalles, María Rodríguez, Andrés Rodríguez, Pablo Castillo, Julia Rivas, and others, 'Adhesion Quality and Rheological Properties of Unmodified and Nano-Modified Asphalt Residues Derived from Paving-Heavy Crude Oils', *DYNA (Colombia)*, 86.209 (2019), 357–66 <<https://doi.org/10.15446/dyna.v86n209.73588>>
- Alvarez, Debora, Reynier Martínez, and Grace Guerra, 'Influencia de La Utilización Del RCD Como Árido En Mezclas Asfálticas En Caliente', *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 11.1 (2017), 1–14 <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193955500005>>
- Arroyo, P, R Herrera, L Salazar, Z Giménez, J Martínez, and M Calahorra, 'A New Approach for Integrating Environmental, Social and Economic Factors to Evaluate Asphalt Mixtures with and without Waste Tires', *Revista Ingeniería de Construcción RIC*, 33.3 (2018), 301–14
- Ballena, C., 'Utilización de Fibras de Polietileno de Botellas de Plástico Para Su Aplicación En El Diseño de Mezclas Asfálticas Ecológicas En Frío' (Universidad Señor de Sipán, 2016)
- Baque, B., 'Evaluación Del Estado Del Pavimento Flexible Mediante El Método Del PCI de La Carretera Puerto-Aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí', *Dom. Cien.*, 6.2 (2020), 203–28
- Camacho, Y., L. Gómez, and L. López, 'Viabilidad Diseño de Mezcla Asfáltica Modificada Con 1% de Fibra de PET', *Universidad Cooperativa de Colombia* (Universidad Cooperativa de Colombia, 2019)
- Campagnoli, Sandra, 'Innovación En Métodos De Pavimentación: Casos Regionales', *Revista de Ingeniería*, 1.45 (2017), 22–31 <<https://doi.org/10.16924/revinge.45.4>>

- Cano, Raquel, Marjorie Villalobos, Miguel Aguirre, Gabriela Corzo, Antonio Ferreira, Aida Souki, and others, 'De La Obesidad a La Diabetes: La Insulinorresistencia Es Un Mecanismo de Defensa Tisular y No Una Enfermedad', *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, 15.1 (2017), 20–28
- Cañola, H., and C. Echavarría, 'Bloques de Concreto Con Aditivos Bituminosos Para Sobrecimiento Concrete Blocks with Bitumen Emulsion for Foundation Walls', *Ingeniería y Desarrollo*, 35.2 (2017), 491–512
- Caro-Spindel, S., and A.E. Alvarez-Lugo, 'Assessment of Moisture Damage Susceptibility of Asphalt Mixtures Using Thermodynamic Properties | Evaluación de La Susceptibilidad Al Daño Por Humedad de Mezclas Asfálticas Empleando Propiedades Termodinámicas', *Revista Facultad de Ingeniería*, 58, 2011, 95–104
- Caro, Silvia, and Bernardo Caicedo, 'Tecnologías Para Vías Terciarias: Perspectivas y Experiencias Desde La Academia', *Revista de Ingeniería*, 1.45 (2017), 12–21 <<https://doi.org/10.16924/revinge.45.3>>
- Castro, William, Hugo Rondón, and Juan Barrero, 'Evaluación de Las Propiedades Reológicas y Térmicas de Un Asfalto Convencional y Uno Modificado Con Un Desecho de PEBD', *Ingeniería*, 21.1 (2016), 07–18 <<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2016.1.a01>>
- Cohen, N., and G. Gómez, *Metodología de La Investigación, ¿Para Qué?*, 2019 <<https://www.teseopress.com/metodologiadelainvestigacion/>>
- Delbono, H, 'Restauración de Pavimentos: Adherencia Entre Capas Con Interposición de Geosintético de Diferente Abertura de Malla', *Revista Ingeniería de Construcción*, 34.3 (2019), 307–20 <<https://doi.org/10.4067/s0718-50732019000300307>>
- Domínguez, H., and E. Yovera, 'Análisis Del Efecto de Los Polímeros En Los Asfaltos Provenientes de La Refinería de Talara a Fin de Mejorar Su Comportamiento Para Su Aplicación En Los Pavimentos de La Ciudad de Piura, Departamento de Piura' (Universidad Privada Antenor Orrego, 2020) <http://www.gonzalezcabeza.com/documentos/CRECIMIENTO_MICROBIAN>

O.pdf>

Fernandes, R T Vasconcelos, A Fonseca Cabral, and G C Batista Dantas, 'Mapping of Pathological Manifestations in Asphalt Pavement through the Use of Drones', *Revista de La Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de La Construcción*, 11.1 (2021), 61–72

Garcez, Monica Regina, Antonio Shigueaki Takimi, and Marilia Brykalski, 'Production of Self-Healing Asphalt with Steel Short Fibres and Microwave Heating: Pilot Study', *Acta Scientiarum - Technology*, 40 (2018) <<https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v40i1.35310>>

González Acebo, Midalis, María Rivada Vázquez, and Alfredo del Castillo Serpa, 'Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles En Aeropuertos Para Cuba.', *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 11.2 (2017), 1–11

Guerra, Pedro, and César Guerra, 'Diseño de Un Pavimento Rígido Permeable Como Sistema Urbano de Drenaje Sostenible', *Revista de Difusión Cultural y Científica de La Universidad La Salle En Bolivia*, 20.20 (2020), 121–40

Hernández Acosta, Liliana, Kristell Del Carmen Jiménez Zapata, Verónica Isidra Domínguez Rodríguez, and Randy Howard Adams Schroeder, 'Mezclas Asfálticas: Una Alternativa Para El Tratamiento De Residuos', *Kuxulkab*, 23.46 (2018) <<https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a23n46.2555>>

Leiva, F., E. Pérez, J. Aguiar, and L. Loría, 'Permanent Deformation Model for Pavement Condition Assessment', *Revista Ingeniería de Construcción*, 32.1 (2017), 37–46 <<https://doi.org/10.4067/s0718-50732017000100004>>

Lima, H, R Ribeiro, and R Palhares, 'Analysis of Pathological Manifestations of Concrete in Urban Overpasses', *Revista de La Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de La Construcción*, 9.2 (2019), 13

López, C, G Thenoux, G Sandoval, V Armijos, A Ramírez, F Guisado, and others, 'Study of Warm Mix Asphalt with Super Stabilized Emulsion', *Revista Ingeniería de Construcción*, 32.1 (2017), 57–64 <<https://doi.org/10.4067/s0718-50732017000100006>>

- Marín, Bryan, Omar Jiménez, and Hugo Rondón, 'Behavior of Thermally Treated Kaolin Filler in an Asphalt Concrete Mixture', *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 11.3 (2019), 14 <<https://doi.org/10.22335/rict.v11i3.861>>
- Montealegre, W., and C. Betancourt, 'Diseño de Un Pavimento Flexible Por El Método AASHTO Utilizando Como Capa de Rodadura Un Asfalto Natural y Chequearlo Por El Método Tradicional' (Universidad Cooperativa de Colombia, 2019)
- Morales, J., A. Alonso, R. Moll, and O. Quintana, 'Influencia Del Ensayo de Fragmentación En La Combinación Granulométrica de Las Mezclas Asfálticas Con Adición de Material Fresado de Los Pavimentos . Influencia Del Ensayo de Fragmentación Mezclas Asfálticas Con Adición de Material', *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 13.2 (2019), 0–10
- Moreno, Mario, Tomás Navarro, and Guillermo Zeballos, 'Including Reliability in the AASHTO-93 Flexible Pavement Design Method Integrating Pavement Deterioration Models', *Revista de La Construcción*, 16.2 (2017), 284–94 <<https://doi.org/10.7764/RDLC.16.2.284>>
- Ozdemir, Derya, Ali Topal, Bulent Kacmaz, and Burak Sengoz, 'Evaluating the Asphalt Pavement's Surface Characteristics by Field Testing', *Revista de La Construcción*, 19.3 (2020), 474–85 <<https://doi.org/10.7764/RDLC.19.3.474>>
- Peña Sotomayor, María Paula, and Belizario Amador Zárte Torres, 'Empleo de VANT Para Determinar Fallas Superficiales En Pavimentos Flexibles.', *Use of UAV for the Determination of Surface Faults in Flexible Pavements.*, 17.2 (2020), 1–9 <<https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.6626>>
- Pilatuña, D., and J. Rodríguez, 'Incorporación de Plástico Reciclado Mediante Vía Húmeda En Una Mezcla Asfáltica En Caliente Utilizando Agregados Pétreos Del Cantón Guamote', *Universidad Nacional de Chimborazo* (Universidad Nacional de Chimborazo, 2020) <<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/677%0Ahttp://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/1381/1/UNACH-EC-AGR-2016-0002.pdf>>
- Ramírez, P., and W. Tananta, 'Diseño de Carpeta Asfáltica Aplicando Gránulos de

- Plástico Reciclado Para Mejorar La Transitabilidad Del Jr. San Martín, Distrito de Tabalosos-2018', *Universidad César Vallejo* (Universidad César Vallejo, 2019)
- Raposeiras, A, D Movilla, A Vargas, R Bilbao, and C Cifuentes, 'Evaluation of Marshall Stiffness, Indirect Tensile Stress and Resilient Modulus in Asphalt Mixes with Reclaimed Asphalt Pavement and Copper Slag', *Revista Ingeniería de Construcción RIC*, 32.1 (2017), 15–24
- Ríos, N., B. Bacca, E. Caicedo, and A. Orobio, 'Revisión de Métodos Para La Clasificación de Fallas Superficiales En Pavimentos Flexibles', *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 30.2 (2020), 109–27
<<https://doi.org/10.18359/rcin.4385>>
- Rodríguez, M., T. Echaveguren, and G. Thenoux, 'Including Reliability in the AASHTO-93 Flexible Pavement Design Method Integrating Pavement Deterioration Models', *Revista de La Construcción*, 16.2 (2017), 284–94
<<https://doi.org/10.7764/RDLC.16.2.284>>
- Ruge, Juan, Diego Lozano, Luis Moreno, Fausto Molina, and Juan Bastidas, 'Asphalts and Modified Dense Bituminous Mixtures with Rubber of Military Boots', *Dyna*, 87.212 (2020), 120–28
<<https://doi.org/10.15446/dyna.v87n212.78135>>
- Salazar, W., 'Evaluación de Mezcla Asfáltica Con Aplicación de Plástico Reciclado Para Los Pavimentos Flexibles En San Juan de Miraflores, Lima 2019', *Universidad César Vallejo* (Universidad César Vallejo, 2020)
<http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, M., D. Lanz, and T. Martínez, 'Detección de Deterioros En Pavimentos Flexibles a Partir Del Procesamiento de Imágenes y Modelos de Su Superficie', *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 20 (2002), 1–17
<<http://www.redalyc.org/pdf/120/12020109.pdf>>
- Tamyres, S., S. Herald, M. Taciano, O. Geraldo, L. Causado, and D. Lima, 'Sensitivity of the Superpave Mix Design Method to Different Methods for

Determining the Maximum Specific Gravity', *DYNA (Colombia)*, 86.211 (2019), 184–91 <<https://doi.org/10.15446/dyna.v86n211.77714>>

Tello-Cifuentes, Lizette, Marcela Aguirre-Sánchez, Jean P. Díaz-Paz, and Francisco Hernández, 'Evaluación de Daños En Pavimento Flexible Usando Fotogrametría Terrestre y Redes Neuronales', *TecnoLógicas*, 24.50 (2021), e1686 <<https://doi.org/10.22430/22565337.1686>>

Anexo 1

Matriz de consistencia

Variable	Definición operacional	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: PET reciclado	El PET reciclado, es definido como aquel material plástico que puede ser empleado en diferentes oportunidades, en cuanto a la posibilidad de poder reducir el nivel de contaminación que su acumulación, genera en el mundo, pudiendo estar conformado por correas, fibra de relleno textil, envases plásticos, etc.	La variable de investigación ha estado centrada en analizar la dosificación de plástico y la elasticidad del mismo, en cuanto a la consideración de porcentajes de entre 1%, 3% y 5%, en donde el autor Ramírez y Tananta, han considerado como porcentajes de reemplazo, al 4.50%, al 6.50% de plástico reciclado.	Dosificación	1% de plástico PET en volumen 3% de plástico PET en volumen 5% de plástico PET en volumen	Razón
			Elasticidad	Ductilidad al 25°C Recuperación elástica 25°C	
Variable dependiente: Mezcla asfáltica en caliente	La mezcla asfáltica en caliente, es definida como aquel conglomerado de una composición de terminada de agregados minerales pétreos, los cuales pueden contar con la incorporación de un ligante de hidrocarburos, para poder conforman la carpeta del pavimento, en donde las propiedades físico y mecánicas del mismo, lo convierte en un elemento indispensable, para garantizar el tránsito.	La evaluación de la variable de estudio, se ha centrado en evaluar las propiedades mecánicas y el costo de la mezcla asfáltica en caliente.	Estabilidad	Ensayo método Marshall	Razón
			Flujo	Ensayo método Marshall	
			Costo	Ensayo método Marshall	

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Incorporación del Pet reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020.

Autor: Moreno Caballero, Lenny Melissa

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables			Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente PET reciclado			Método general Cuantitativo Tipo de investigación Tipo aplicado Nivel de investigación: Nivel descriptivo Diseño de la investigación: Diseño experimental, transversal y descriptivo Población y muestra Población: Las vías de pavimento flexible de la Av. Los Jazmines Independencia Muestra: 60 briquetas de mezclas asfálticas Muestra no probabilística Muestreo intencional Técnica de recolección de datos Observación Instrumento Ficha de observación
			Dimensiones	Indicadores	INSTRUMENTOS	
¿Cómo es la incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. los Jazmines Independencia 2020?	Analizar la incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. los Jazmines Independencia 2020	La incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente mejorará las propiedades mecánicas y reducirá el costo del pavimento flexible en Av. los Jazmines Independencia 2020	Dosificación	1% de plástico PET en volumen 3% de plástico PET en volumen 5% de plástico PET en volumen	Ficha técnica / Balanza de precisión	
			Elasticidad	Ductilidad al 25°C Recuperación elástica 25°C	Ficha técnica, reporte del laboratorio	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específica	Variable dependiente Mezcla asfáltica en caliente			
			Dimensiones	Indicadores	INSTRUMENTO	
¿Cuál es la influencia de la incorporación del PET reciclado en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020?	Identificar la influencia de la incorporación del PET reciclado en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020	Existe influencia significativa de la incorporación del PET reciclado en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020	Estabilidad	Ensayo método Marshall	MTC E 504	
¿Cuál es la influencia de la incorporación del PET reciclado en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020?	Establecer la influencia de la incorporación del PET reciclado en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020	Existe influencia significativa de la incorporación del PET reciclado en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020	Flujo	Ensayo método Marshall	MTC E 504	
¿Cuál es la influencia de la incorporación del PET reciclado en el costo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020?	Identificar la influencia de la incorporación del PET reciclado en el costo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020	Existe influencia significativa de la incorporación del PET reciclado en el costo de la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020	Costo	Análisis de costos unitarios	Hoja de calculo	

Anexo 2 INSTRUMENTO DE RECOPIACION DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D- 1422

PROYECTO: Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines – Independencia – Lima,2020





SOLICITANTE: Moreno Caballero, Lenny Melissa

FECHA:

TAMICES		PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% QUE PASA	Humedad natural:
Plg.	ABERT. mm					Limite liquido:
3"	76.200					Limite plasticidad:
2 1/2"	63.500					Índice de plasticidad:
2"	50.800					Densidad máxima:
1 1/2"	38.100					Humedad óptima:
1"	25.400					CLASIFICACION SUELOS: ASHTO
3/4"	19.050					Índice de grupo:
1/2"	12.700					CBR 95%:
3/8"	9.525					Durabilidad:
1/4"	6.350					Abrasión los Ángeles:
#4	4.760					Equivalente de arena:
#8	2.380					Peso específico:
#10	2.000					Tipo de material:
#16	1.190					Tipo de depósito:
#20	0.840					% de gravas:

#30	0.590					% de expansión:
#40	0.420					PROPIEDADES GEOFÍSICAS DEL SUELO
#50	0.295					% de partículas chatas y alargadas:
#60	0.250					% de Piedra mayor de 2”:
#80	0.180					% de partículas desmesurables:
#100	0.149					OBSERVACIONES:
#140	0.105					
#200	0.074					
<200						

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMA/CIP
EXPERTO 1: ALVARO SIMON CONDORI TORRES	  ALVARO SIMÓN CONDORI TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 186037
EXPERTO 2: EDWART ROGER CHURA AGUILAR	  Edwart Roger Chura Aguilar INGENIERO CIVIL CIP. REG. 214384
EXPERTO 3: DERLY CIRO FLORES LAURENTE	  DERLY C. FLORES LAURENTE INGENIERO CIVIL CIP, 165964



ENSAYO CBR

ASTM D-1883

PROYECTO: Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines – Independencia – Lima,2020

SOLICITANTE: Moreno Caballero, Lenny Melissa

FECHA:

COMPACTACIÓN DEL CBR

Molde N°	13		11		15	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa	56		26		12	
Con. De la muestra	Hum.	Sumerg.	Hum.	Sumerg.	Hum.	Sumerg.
Peso molde + suelo hum. (gr.)						
Peso del molde (gr)						
Volumen del molde (cm ³)						
Densidad húmeda (gr/cm ³)						
DENSIDAD SECA (kg/cm³)						
Taro N°						
Taro + suelo húmedo						
Taro + suelo seco						
Agua						
Peso del taro						
Peso suelo seco						
% de humedad						
HUMEDAD %						

EXPANSIÓN

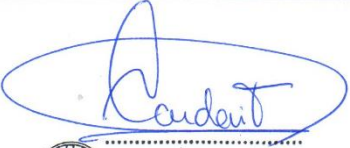



DIA	DIAL	EXPANSIÓN	DIAL	EXPANSIÓN	DIAL	EXPANSIÓN
-----	------	-----------	------	-----------	------	-----------

		mm	%		mm	%		mm	%
0									
2									

PENETRACION

PENETRACIÓN (mm)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
	Fuerza (kN)	Fuerza calib. (kN)	Esfuerzo. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza calib. (kN)	Esfuerzo. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza calib. (kN)	Esfuerzo. (MPa)
0.000									
0.630									
1.270									
1.900									
2.540									
...continua									

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMA/CIP
EXPERTO 1: ALVARO SIMON CONDORI TORRES	  ALVARO SIMON CONDORI TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 186037
EXPERTO 2: EDWART ROGER CHURA AGUILAR	  Edwart Roger Chura Aguilar INGENIERO CIVIL CIP. REG. 214384
EXPERTO 3: DERLY CIRO FLORES LAURENTE	  DERLY C. FLORES LAURENTE INGENIERO CIVIL CIP. 165664



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-1557

PROYECTO: Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines – Independencia – Lima, 2020

SOLICITANTE: Moreno Caballero, Lenny Melissa

FECHA:

COMPACTACIÓN

Prueba N°	
Numero de capas	
Numero de golpes	
Peso suelo + molde (gr.)	
Peso molde (gr.)	
Peso suelo compactado (gr.)	
Volumen del molde (cm ³)	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	

HUMEDAD %

Tara N°	
Tara + suelo húmedo (gr.)	
Tara + suelo seco (gr.)	
Peso de agua (gr.)	
Peso de tara (gr.)	
Peso de suelo seco (gr.)	
Humedad (%)	
Densidad seca (gr/cm ³)	

DESCRIPCION DEL ENSAYO

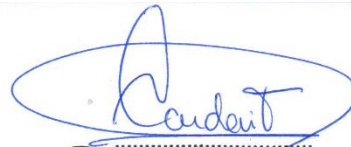

METODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	6"	6"

RESULTADOS DE PROCTORMAXIMA DENSIDAD SECA (gr. Cm³):

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**NOMBRES Y APELLIDOS****FIRMA/CIP****EXPERTO 1:**



ALVARO SIMON CONDORI TORRES

ALVARO SIMÓN CONDORI TORRES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 186037

EXPERTO 2:

EDWART ROGER CHURA AGUILAR

Edwart Roger Chura Aguilar
INGENIERO CIVIL
CIP. REG. 214384

EXPERTO 3:

DERLY CIRO FLORES LAURENTE




DERLY C. FLORES LAURENTE
INGENIERO CIVIL
CIP. 165064



ENSAYO DE MARSHALL

ASTM D-3441

PROYECTO: Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines – Independencia – Lima,2020

SOLICITANTE: Moreno Caballero, Lenny Melissa

FECHA:

Número de puntos	Profundidad d (m)	Numero de golpes (n/0.30m)	Nombre de muestra
1	0.00	0	
2	0.30	1	
3	0.60	1	
4	0.90	12	
5	1.20	23	
6	1.50	46	
7	1.80	43	
8	2.10	19	
9	2.40	21	
10	2.70	21	
11	3.00	13	
12	3.30	11	
13	3.60	16	
14	3.90	15	
15	4.21	19	



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

NOMBRES Y APELLIDOS

FIRMA/CIP

EXPERTO 1:



ALVARO SIMON CONDORI TORRES

ALVARO SIMÓN CONDORI TORRES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 186037

EXPERTO 2:

EDWART ROGER CHURA AGUILAR

Edwart Roger Chura Aguilar
INGENIERO CIVIL
CIP. REG. 214384

EXPERTO 3:

DERLY CIRO FLORES LAURENTE




DERLY C. FLORES LAURENTE
INGENIERO CIVIL
CIP, 165004

Anexo 4

Pantallazo del Turnitin



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines Independencia 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTOR:
Moreno Caballero, Lenny Melissa
<https://orcid.org/0000-0002-7666-2735>

ASESOR:
Mg. Benites Zúñiga, José Luis
<https://orcid.org/0000-0003-4459-494X>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

Resumen de coincidencias ✕

15 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6 %	>
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %	>
3	www.slideshare.net Fuente de Internet	2 %	>
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
5	www.muniindependenc... Fuente de Internet	<1 %	>
6	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>

Anexo 5

Panel Fotográfico

Fotografía 1: Ensayos de laboratorio



Fotografía 2: Determinación de ensayos en la mezcla asfáltica



Fotografía 3: Caracterización de la mezcla asfáltica



Fotografía 4: Ensayo de Marshall





Fotografía 5: Ensayo de la mezcla de pavimento asfáltico





Anexo 6

Certificado de Laboratorio – Análisis granulométrico



INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V

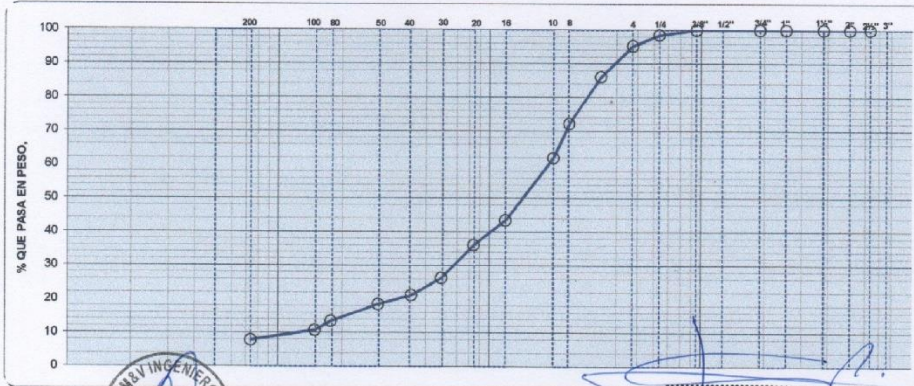
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines – Independencia – Lima, 2020"
 MUESTRA: Cantera Comas
 SOLICITANTE: LENNY MELISSA MORENO CABALLERO FECHA : 01.05 a 15.05.2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E - 107)

MUESTRA : Arena Chancada 1 PROF.

Tamiz	Material retenido					Especificaciones		Descripción
	Ø	Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasante (%)	min. (%)	max. (%)	
3"	76.20							Humedad (%) 2.00
2 1/2"	63.50							Grava (%) 4.7
2"	50.80							Arena (%) 87.4
1 1/2"	38.10							
1"	25.40							Pasante N° 200 (%) 7.8
3/4"	19.05							Peso Inicial (gr) 1,005.0
1/2"	12.70							Peso lavado (gr) 1,005.0
3/8"	9.53				100.0			
1/4"	6.35	14.9	1.5	1.5	98.5			L.L (%) 20
N° 4	4.76	32.6	3.2	4.7	95.3			L.P (%) NP
N° 6	3.36	92.7	9.2	14.0	86.0			I.P (%) NP
N° 8	2.38	140.2	14.0	27.9	72.1			
N° 10	2.00	101.4	10.1	38.0	62.0			
N° 16	1.19	187.4	18.6	56.6	43.4			
N° 20	0.84	74.6	7.4	64.1	35.9			
N° 30	0.59	97.3	9.7	73.7	26.3			
N° 40	0.43	51.4	5.1	78.9	21.1			
N° 50	0.30	27.0	2.7	81.5	18.5			
N° 80	0.18	50.3	5.0	86.5	13.5			
N° 100	0.15	26.7	2.7	89.2	10.8			
N° 200	0.074	29.8	3.0	92.2	7.8			
Bandeja		78.7	7.8	100.0	0.0			



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
 REG. CIP 83285
 GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 15 de Mayo del 2021.

DMA (1/15)
 mepl@msf.ch
 O.S. N°051

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en calle en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines – Independencia – Lima, 2020"

MUESTRA: Cantera Comas

SOLICITANTE: LENNY MELISSA MORENO CABALLERO

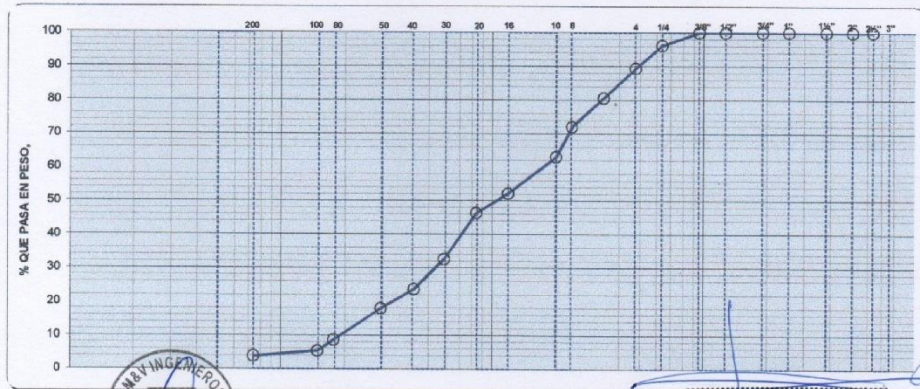
FECHA : 01.05 a 15.05.2021

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E - 107)**

MUESTRA : Arena zarandeada 2

PROF.

Tamiz Ø	Material retenido			Especificaciones		Descripción
	Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasante (%)	min. (%)	
Pulgada	mm					
3"	76.20					Humedad (%) 1.60
2 1/2"	63.50					Grava (%) 10.6
2"	50.80					Arena (%) 85.6
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					Pasante N° 200 (%) 3.8
3/4"	19.05					Peso Inicial (gr) 1,100.0
1/2"	12.70					Peso lavado (gr) 1,100.0
3/8"	9.53			100.0		
1/2"	6.35	42.6	3.9	3.9	96.1	L.L (%) 22
N° 4	4.76	73.9	6.7	10.6	89.4	L.P (%) NP
N° 6	3.36	97.2	8.8	19.4	80.6	I.P (%) NP
N° 8	2.38	94.3	8.6	28.0	72.0	
N° 10	2.00	99.1	9.0	37.0	63.0	
N° 16	1.19	119.2	10.8	47.8	52.2	
N° 20	0.84	64.9	5.9	53.7	46.3	
N° 30	0.59	150.3	13.7	67.4	32.6	
N° 40	0.43	97.6	8.9	76.3	23.7	
N° 50	0.30	63.5	5.8	82.1	17.9	
N° 80	0.18	102.6	9.3	91.4	8.6	
N° 100	0.15	35.9	3.3	94.6	5.4	
N° 200	0.074	17.0	1.5	96.2	3.8	
Bandeja		41.9	3.8	100.0	0.0	



DMA (278)
mep/ams/jch
O.S. N°051



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENORION
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 15 de Mayo del 2021.

Coop. San Miguel Mz D.L. 8/ Int 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Gracielos 1ª. Etapa - Callao.
Tel/fax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA - PERÚ

mw_ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.myingenieros.com

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines – Independencia – Lima, 2020"

MUESTRA: Cantera Comas

SOLICITANTE: LENNY MELISSA MORENO CABALLERO

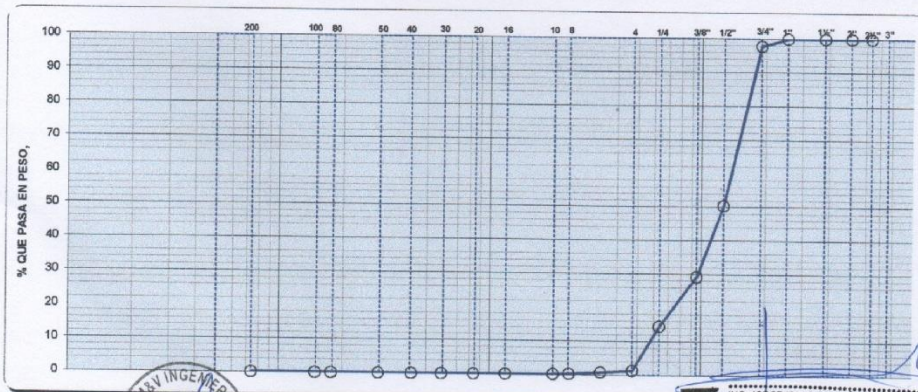
FECHA : 01.05 a 15.05.2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E - 107)

MUESTRA : Grava Chancada 1/2"

PROF.

Tamiz Ø	Material retenido				Especificaciones		Descripción		
	Pulgada	mm	Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasante (%)		min. (%)	max. (%)
3"	76.20								Humedad (%) 1.40
2 1/2"	63.50								Grava (%) 98.7
2"	50.80								Arena (%) 1.3
1 1/2"	38.10								
1"	25.40					100.0			Pasante N° 200 (%)
3/4"	19.05	77.3	2.3	2.3	97.7				Peso Inicial (gr) 3,400.0
1/2"	12.70	1611.0	47.4	49.7	50.3				Peso lavado (gr) 3,400.0
3/8"	9.53	721.0	21.2	70.9	29.1				
1/4"	6.35	501.3	14.7	85.6	14.4				L.L (%) -
N° 4	4.76	443.8	13.1	98.7	1.3				L.P (%) -
N° 6	3.36	22.3	0.7	99.3	0.7				I.P (%) -
N° 8	2.38	15.3	0.5	99.8	0.2				
N° 10	2.00	3.1	0.1	99.9	0.1				
N° 16	1.19	3.7	0.1	100.0	0.0				
N° 20	0.84	1.2	0.0	100.0	0.0				
N° 30	0.59								
N° 40	0.43								
N° 50	0.30								
N° 60	0.18								
N° 100	0.15								
N° 200	0.074								
Bandeja									



DMA (2/B)
mepol/emsl/ch
O.S. N°051



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA AGUIRRE
R.E.G. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 15 de Mayo del 2021.

Anexo 7

Certificado de Laboratorio – Peso específico y absorción de agregados



INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS

PROYECTO : Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines – Independencia – Lima, 2020"
 CANTERA : La que se indica. ING. RESPONSABLE : mpp / jems
 MUESTRA : Agregados TECNICO : kra
 SOLICITADO : LENNY MELISSA MORENO CABALLERO FECHA : 01.05 al 15.05.2021

NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

Código de la muestra	Cantera Comas - Grava 1	Cantera Comas - Arena 1	Cantera Comas - Arena 2
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE) A	2201.2		
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (SUMERGIDO) B	1397.2		
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS C=(A-B)	804.0		
PESO DE MATERIAL SECO D	2177.2		
VOLUMEN DE LA MASA E=C-(A-D)	780.0		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) D/C	2.708		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) A/C	2.738		
PESO APARENTE (BASE SECA) D/E	2.791		
ABSORCIÓN	1.10		

NTP 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino

PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) A	662.3	669.7
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) + PESO MATERIAL B	962.3	969.7
PESO FIOLA + AGUA + MATERIAL S.S.S. (EXTRAIDO EL AIRE) C	854.5	861.0
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS D=(B-C)	107.8	108.7
PESO DE MATERIAL SECO E	295.0	296.4
VOLUMEN DE LA MASA F=D-(PESO MATERIAL S.S.S-E)	102.8	105.1
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) E/D	2.737	2.727
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) MAT.S.S.S./D	2.783	2.760
PESO APARENTE (BASE SECA) E/F	2.870	2.820
ABSORCIÓN	1.69	1.21

OBSERVACIONES:

M&V (4/19)
mpp/jems/kra
O.S. N° 051



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C
Lima, 15 de Mayo de 2021

Coop. San Miguel Mz. D Lt. B/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª Etapa - Callao
Telfax: (511) 681-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-FERU

mw_ingsac@hotmail.com
cotizaciones@mwingenieros.com
www.mwingenieros.com

Anexo 8

Certificado de Laboratorio – Resistencia de mezclas, mediante el Aparato Marshall



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : LENNY MELISSA MORENO CABALLERO
PROYECTO : Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines – Independencia – Lima, 2020"
MUESTRA : Agregados, Pen 60-70, 1% plástico.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/04/05.
FECHA DE ENSAYO : 2021/04/05 al 2021/05/11.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5		5.0			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	33.43		33.25			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	61.12		60.80			
4 % DE RAP EN PESO DE LA MEZCLA	0.95		0.95			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.709		2.709			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.740		2.740			
8 PESO ESPECÍFICO DEL PLÁSTICO - APARENTE	2.654		2.654			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	67.8	62.6	64.5	65.6	65.5	65.1
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,206.7	1,206.6	1,210.5	1,220.6	1,212.0	1,216.3
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,207.7	1,207.4	1,211.0	1,221.3	1,212.5	1,216.7
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	701.5	701.2	701.6	711.0	707.0	710.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	506.2	506.2	509.4	510.3	505.5	506.7
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.0	0.8	0.5	0.7	0.5	0.4
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.20	0.16	0.10	0.14	0.10	0.08
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2377	2376	2369	2385	2390	2393
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.384	2.384	2.376	2.392	2.398	2.400
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.543		2.523			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	6.3	6.3	6.6	5.2	5.0	4.9
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.728		2.728			
21 V.M.A. (%)	16.5	16.6	16.8	16.7	16.5	16.4
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	62.1	62.2	61.0	68.9	69.9	70.4
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.739		2.739			
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.2		0.2			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	4.4		4.9			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	10.0	10.0	9.0	11.0	10.0	11.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	920.0	950.0	935.0	1,070.0	1,030.0	1,025.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	957.0	988.0	972.0	1,113.0	1,071.0	1,066.0



DMA (519)
mep/jems
O.S. N°051



Lima, 15 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : LENNY MELISSA MORENO CABALLERO **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines - Independencia - Lima, 2020" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/04/05. **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/04/05 al 2021/05/11.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.50		6.00			
2 % DE AGREGADO GRUPO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	33.08		32.90			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	60.48		60.16			
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	0.94		0.94			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.709		2.709			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.740		2.740			
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	2.654		2.654			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	67.8	62.6	64.5	65.6	65.5	65.1
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,205.1	1,211.2	1,218.8	1,210.6	1,213.0	1,220.4
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,205.7	1,211.9	1,219.4	1,211.1	1,213.5	1,220.9
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	705.0	708.0	712.0	709.0	709.2	715.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	500.7	503.9	507.4	502.1	504.3	505.9
14 PESO DE AGUA ABSORBIDA (gr.) (B-A)	0.6	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.12	0.14	0.12	0.10	0.10	0.10
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2400	2396	2395	2404	2398	2405
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.407	2.404	2.402	2.411	2.405	2.412
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.503		2.484			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	3.8	4.0	4.0	2.9	3.2	2.9
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.728		2.728			
21 V.M.A.	16.6	16.7	16.8	16.9	17.1	16.9
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	76.9	76.2	76.0	82.6	81.5	82.9
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.739		2.739			
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.1		0.2			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	5.4		5.9			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	11.0	12.0	12.0	12.0	14.0	13.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,150.0	1,180.0	1,140.0	1,282.0	1,200.0	1,250.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,196.0	1,227.0	1,186.0	1,333.0	1,248.0	1,300.0



DMA (6/19)
mepp/jems
O.S. N°051



Lima, 15 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 061 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : LENNY MELISSA MORENO CABALLERO **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines - Independencia - Lima, 2020" **IDENTIFICACIÓN** : 1% plástico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/04/05. **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/04/05 al 2021/05/11.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.50					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	32.73					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	59.84					
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	0.93					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.709					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.740					
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	2.654					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	64.1	65.1	65.0			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,218.4	1,212.1	1,219.0			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,218.9	1,212.5	1,219.4			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	712.0	708.0	711.5			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	506.9	504.5	507.9			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.5	0.4	0.4			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.10	0.08	0.08			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2396	2395	2393			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.404	2.403	2.400			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.465					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	2.5	2.5	2.6			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.728					
21 V.M.A.	17.6	17.7	17.7			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	85.9	85.7	85.1			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.739					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.2					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	6.4					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	13.0	15.0	14.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,140.0	1,125.0	1,150.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,186.0	1,170.0	1,196.0			



DMA (7/19)
mepj/jems
O.S. N°051

ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

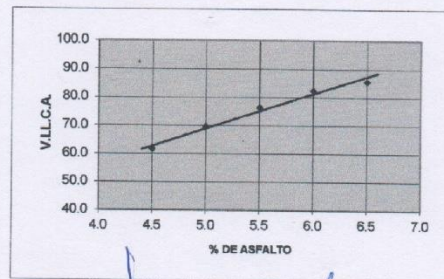
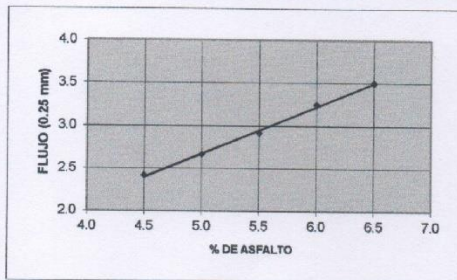
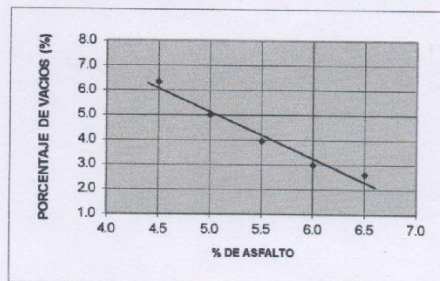
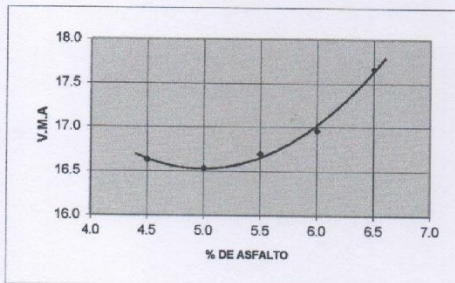
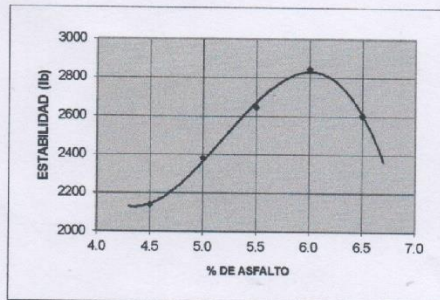
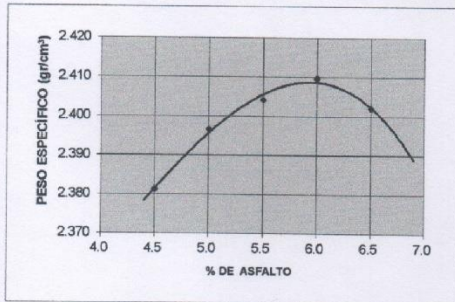
Lima, 15 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: LENNY MELISSA MORENO CABALLERO	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines - Independencia - Lima, 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/04/05.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/04/05 al 2021/05/11.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



DMA (8/19)
mepp/jems
O.S. N°051




ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 15 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: LENNY MELISSA MORENO CABALLERO	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis * Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines – Independencia – Lima, 2020*	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/04/05.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/04/05 al 2021/05/11.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- Nº de golpes por cara	:		75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5.8	6.0	6.2
- Peso Especifico bulk, g/cm ³	:	2.408	2.409	2.407
- Vacios, %	:	3.4	3.2	2.8
- Vacios llenos con Cemento Asfáltico, %	:	78.0	82.0	83.0
- V.M.A., %	:	16.8	17.1	17.4
- Estabilidad, lb (kN)	:	2800.0 (12.45)	2620.0 (12.54)	2810.0 (12.5)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	12.4 (3.1)	13.5 (3.4)	14.8 (3.7)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3770.1	
- Absorción de Asfalto, %	:		0.1	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		145.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	35.0
(2) Agregado fino, % *	:	64.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera Comas - Grava 1 (33%)
- Agregado fino	:	Cantera Comas - Arena 1 (32%)
	:	Cantera Comas - Arena 2 (30%)
- PET	:	Plástico reciclado (1.0% porcentaje en peso de los Agregados)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, Asfalto Reciclado, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2021/05/01.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



DMA (9/19)
mepp/jems
O.S. N°051


ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
R.E.G. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Lima, 15 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : LENNY MELISSA MORENO CABALLERO
PROYECTO : Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines - Independencia - Lima, 2020"

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
3% plástico.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/04/05 al 2021/05/11.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/04/05.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5		5.0			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	33.43		33.25			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	59.21		58.90			
4 % DE RAP EN PESO DE LA MEZCLA	2.86		2.85			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.709		2.709			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.740		2.740			
8 PESO ESPECÍFICO DEL PLÁSTICO - APARENTE	2.654		2.654			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	66.0	64.0	64.9	65.2	65.7	66.2
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,206.9	1,207.1	1,211.3	1,220.9	1,212.9	1,217.2
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,207.9	1,208.2	1,212.4	1,221.6	1,213.7	1,218.1
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	701.9	701.8	702.0	712.0	708.1	711.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA E (gr.) (B-C)	506.0	506.4	510.4	509.6	505.6	507.1
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.0	1.1	1.1	0.7	0.8	0.9
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.20	0.22	0.22	0.14	0.16	0.18
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2378	2377	2366	2389	2392	2393
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.385	2.384	2.373	2.396	2.399	2.400
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.541		2.520			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	6.1	6.2	6.6	4.9	4.8	4.8
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.726		2.726			
21 V.M.A. (%)	16.4	16.5	16.9	16.5	16.4	16.3
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	62.6	62.5	60.9	70.1	70.7	70.9
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.736		2.735			
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.1		0.1			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	4.4		4.9			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	10.5	11.0	10.5	11.0	11.0	11.5
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	935.0	960.0	945.0	1,075.0	1,050.0	1,040.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	972.0	998.0	983.0	1,118.0	1,092.0	1,082.0



DMA (10/19)
mepp/jems
O.S. N°051



Lima, 15 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : LENNY MELISSA MORENO CABALLERO **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines - Independencia - Lima, 2020" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/04/05. **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/04/05 al 2021/05/11.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.50			6.00		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	33.08			32.90		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	58.59			58.28		
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	2.83			2.82		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.709			2.709		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.740			2.740		
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	2.654			2.654		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	67.7	62.5	63.9	64.2	64.8	64.3
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,206.3	1,212.4	1,219.2	1,211.4	1,214.3	1,221.1
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,207.1	1,213.2	1,220.0	1,212.0	1,215.0	1,221.7
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	704.6	707.3	711.2	710.0	709.8	715.8
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	502.5	505.9	508.8	502.0	505.2	505.9
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.8	0.8	0.8	0.6	0.7	0.6
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.16	0.16	0.16	0.12	0.14	0.12
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2393	2389	2389	2406	2396	2406
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.401	2.397	2.396	2.413	2.404	2.414
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.501			2.483		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	4.0	4.2	4.2	2.8	3.2	2.8
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.726			2.726		
21 V.M.A.	16.8	16.9	16.9	16.8	17.1	16.8
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	76.1	75.3	75.2	83.3	81.3	83.4
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.736			2.738		
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.1			0.2		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	5.4			5.9		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	12.0	12.0	12.5	13.0	13.5	13.5
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,200.0	1,210.0	1,230.0	1,295.0	1,240.0	1,250.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,248.0	1,258.0	1,279.0	1,347.0	1,290.0	1,300.0

DMA (1V9)
mep/ems
O.S. N°051



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
R.E.G. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Lima, 15 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : LENNY MELISSA MORENO CABALLERO
PROYECTO : Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines - Independencia - Lima, 2020"

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70, 3% plástico.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/04/05 al 2021/05/11.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/04/05.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.50					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	32.73					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	57.97					
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	2.80					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.709					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.740					
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	2.654					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	65.2	65.8	64.6			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,219.0	1,213.2	1,220.3			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,219.5	1,213.6	1,220.8			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	713.0	709.1	712.2			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	506.5	504.5	508.6			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.5	0.4	0.5			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.10	0.08	0.10			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2399	2398	2392			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.407	2.405	2.399			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.462					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	2.3	2.3	2.6			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.726					
21 V.M.A.	17.5	17.5	17.7			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	87.1	86.7	85.6			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.735					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.1					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	6.4					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	15.0	14.5	15.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,120.0	1,260.0	1,250.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,165.0	1,310.0	1,300.0			

DMA (12/9)
meppl/jems
O.S. N°051



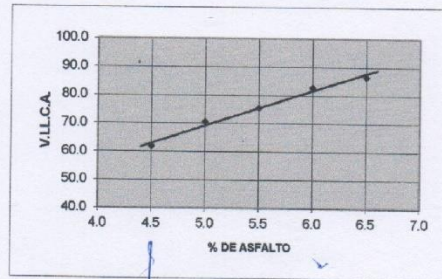
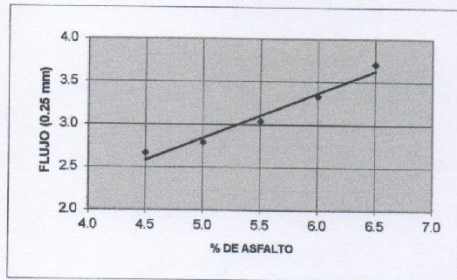
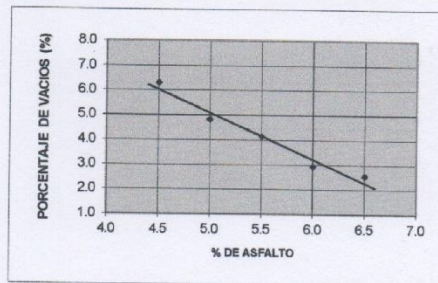
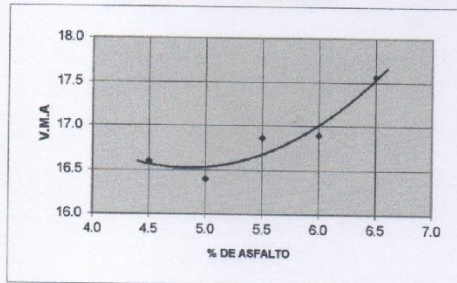
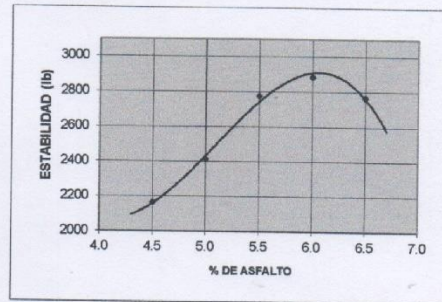
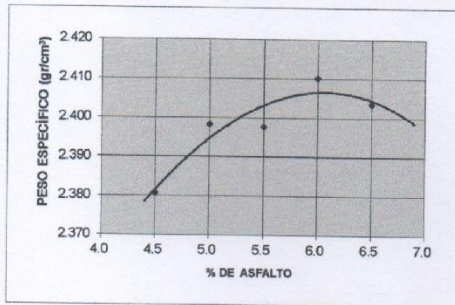
ING. JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.
Lima, 15 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: Lenny Melissa Moreno Caballero	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines - Independencia - Lima, 2020"		: 3% plástico.
		IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/04/05.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/04/05 al 2021/05/11.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



DMA (13/19)
mepp/jems
O.S. N°051



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
R.E.G. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 15 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: LENNY MELISSA MORENO CABALLERO	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70. 3% plástico.
PROYECTO	: Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines – Independencia – Lima, 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/04/05.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/04/05 al 2021/05/11.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:		75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5.8	6.0	6.2
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2.406	2.407	2.405
- Vacíos, %	:	3.5	3.2	2.9
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	79.0	82.0	83.0
- V.M.A., %	:	16.9	17.1	17.3
- Estabilidad, lb (kN)	:	2820.0 (12.54)	2900.0 (12.9)	2860.0 (12.72)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	12.9 (3.2)	13.2 (3.3)	13.6 (3.4)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3994.5	
- Absorción de Asfalto, %	:		0.1	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		145.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	35.0
(2) Agregado fino, % *	:	62.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera Comas - Grava 1 (33%)
- Agregado fino	:	Cantera Comas - Arena 1 (32%)
	:	Cantera Comas - Arena 2 (30%)
- PET	:	Plástico reciclado (3.0% porcentaje en peso de los Agregados)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, Asfalto Reciclado, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2021/05/01.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



DMA (14/19)
mepp/jems
O.S. N°051



ING. JORGE ISMAEL CASTAÑEDA CENTURIÓN
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C
Lima, 15 de Mayo del 2021.

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04**

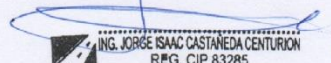
SOLICITANTE	: LENNY MELISSA MORENO CABALLERO	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines – Independencia – Lima, 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/04/05.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/04/05 al 2021/05/11.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5		5.0			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	33.43		33.25			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	57.30		57.00			
4 % DE RAP EN PESO DE LA MEZCLA	4.77		4.75			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.709		2.709			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.740		2.740			
8 PESO ESPECÍFICO DEL PLÁSTICO - APARENTE	2.654		2.654			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	64.9	65.0	65.2	65.7	65.9	66.1
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,205.2	1,204.3	1,208.7	1,219.3	1,211.4	1,216.7
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,206.4	1,205.9	1,210.1	1,220.3	1,212.4	1,217.8
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	700.8	700.2	701.4	710.4	706.3	708.4
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (B-C) (B-C)	505.6	505.7	508.7	509.9	506.1	509.4
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.2	1.6	1.4	1.0	1.0	1.1
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.24	0.32	0.28	0.20	0.20	0.22
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2377	2374	2369	2384	2386	2381
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.384	2.381	2.376	2.391	2.394	2.388
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.548		2.527			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	6.5	6.5	6.8	5.4	5.3	5.5
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.725		2.725			
21 V.M.A. (%)	16.5	16.5	16.7	16.6	16.6	16.7
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	60.9	60.4	59.6	67.7	68.2	67.2
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.745		2.744			
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.3		0.3			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	4.2		4.8			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	10.0	10.0	9.5	10.0	11.0	11.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	985.0	990.0	965.0	1,100.0	1,150.0	1,120.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,024.0	1,030.0	1,004.0	1,144.0	1,196.0	1,165.0



DMA (15/19)
mepp/jms
O.S. N°051


ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
 R.E.G. CIP 83285
 GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
 Lima, 15 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : LENNY MELISSA MORENO CABALLERO
PROYECTO : Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines - Independencia - Lima, 2020"

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70, 5% plástico.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/04/05 al 2021/05/11.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/04/05.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.50		6.00			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	33.08		32.90			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	56.70		56.40			
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	4.72		4.70			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.709		2.709			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.740		2.740			
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	2.654		2.654			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	66.8	66.1	65.2	65.9	64.3	63.9
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,205.1	1,210.3	1,217.4	1,210.0	1,212.4	1,211.0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,205.9	1,211.2	1,218.3	1,210.7	1,213.1	1,211.6
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	702.5	705.3	710.4	706.2	707.4	713.2
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	503.4	505.9	507.9	502.5	505.7	498.4
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.8	0.9	0.9	0.7	0.7	0.6
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.16	0.18	0.18	0.14	0.14	0.12
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2387	2385	2390	2401	2390	2422
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A)/(B-C)	2.394	2.392	2.397	2.408	2.397	2.430
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.508		2.485			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	4.6	4.6	4.4	3.1	3.5	2.2
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.725		2.725			
21 V.M.A.	17.0	17.0	16.9	16.9	17.3	16.2
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	73.2	72.9	73.8	81.7	79.7	86.3
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.745		2.740			
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.3		0.2			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	5.2		5.8			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	12.0	12.0	12.0	12.5	13.0	13.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,250.0	1,300.0	1,290.0	1,345.0	1,330.0	1,345.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,300.0	1,352.0	1,342.0	1,399.0	1,383.0	1,399.0



DMA (B/D)
mopp/jems
O.S. N°051

ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Lima, 15 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : LENNY MELISSA MORENO CABALLERO
PROYECTO : Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines - Independencia - Lima, 2020"

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
5% plástico.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/04/05 al 2021/05/11.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/04/05.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL					
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA					
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA					
4	% DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA					
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE					
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")					
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK					
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE					
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)					
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)					
11	PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)					
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)					
13	PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA E (gr.) (B-C)					
14	PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)					
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100					
16	DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)					
17	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A)/(B-C)					
18	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041					
19	PORCENTAJE DE VACÍOS					
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)					
21	V.M.A.					
22	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.					
23	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL					
24	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)					
25	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO					
26	FLUJO (0.01 Pulgada)					
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)					
28	FACTOR DE ESTABILIDAD					
29	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)					

DMA (7/19)
mcpp/jems
O.S. N°051



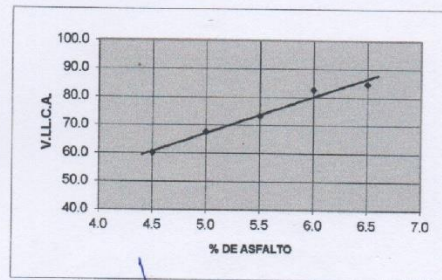
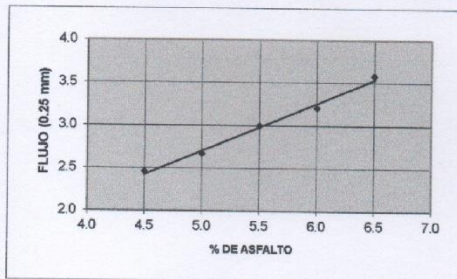
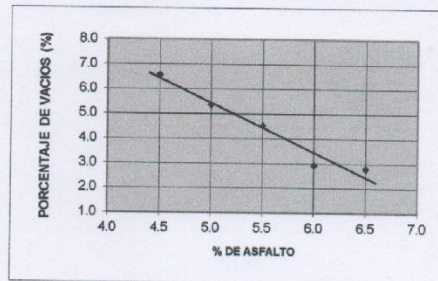
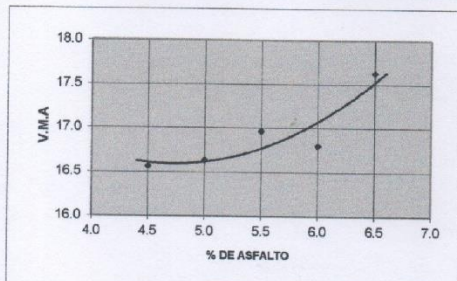
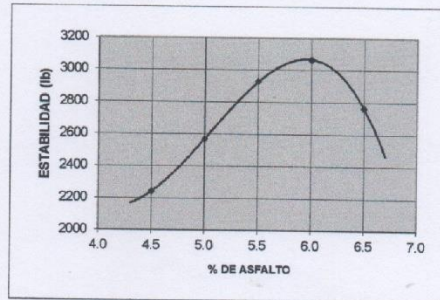
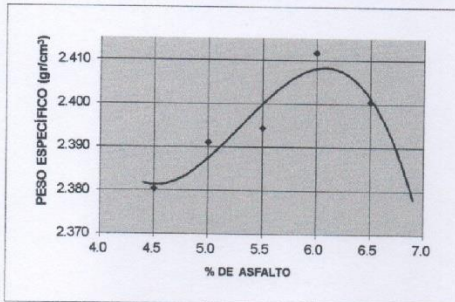
ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 15 de Mayo del 2021.

INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: LENNY MELISSA MORENO CABALLERO	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70. 5% plástico.
PROYECTO	: Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines - Independencia - Lima, 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/04/05.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/04/05 al 2021/05/11.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



DMA (B/S)
mepp/jems
O.S. N°051



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
Lima, 15 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE	: LENNY MELISSA MORENO CABALLERO	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines – Independencia – Lima, 2020"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/04/05.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/04/05 al 2021/05/11.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- Nº de golpes por cara	:		75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5.8	6.0	6.2
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2.403	2.408	2.404
- Vacíos, %	:	3.9	3.4	3.0
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	77.0	80.0	82.0
- V.M.A., %	:	17.0	17.2	17.3
- Estabilidad, lb (kN)	:	3020.0 (13.43)	3080.0 (13.7)	3010.0 (13.39)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	12.7 (3.2)	13.1 (3.3)	13.5 (3.4)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		4242.4	
- Absorción de Asfalto, %	:		0.2	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	35.0
(2) Agregado fino, % *	:	60.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera Comas - Grava 1 (33%)
- Agregado fino	:	Cantera Comas - Arena 1 (32%)
	:	Cantera Comas - Arena 2 (30%)
- PET	:	Plástico reciclado (5.0% porcentaje en peso de los Agregados)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, Asfalto Reciclado, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2021/05/01.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



DMA (19/19)
mepp/jems
O.S. N°051

ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
R.E.G. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 15 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : LENNY MELISSA MORENO CABALLERO
PROYECTO : Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines – Independencia – Lima, 2020"

MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/04/05.
FECHA DE ENSAYO : 2021/04/05 al 2021/05/11.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		4.5			5.0	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		33.43			33.25	
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		62.07			61.75	
4 % DE RAP EN PESO DE LA MEZCLA		--			--	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1.010			1.010	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")		2.709			2.709	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.740			2.740	
8 PESO ESPECÍFICO DEL PLÁSTICO - APARENTE		--			--	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	66.8	63.4	65.1	66.2	66.3	66.8
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,206.4	1,205.9	1,209.7	1,220.6	1,212.0	1,216.5
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,208.3	1,207.7	1,211.8	1,221.8	1,212.9	1,217.5
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	700.0	699.9	698.4	706.1	703.4	706.4
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	508.3	507.8	513.4	515.7	509.5	511.1
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.9	1.8	2.1	1.2	0.9	1.0
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.37	0.35	0.41	0.23	0.18	0.20
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2366	2368	2349	2360	2372	2373
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.373	2.375	2.356	2.367	2.379	2.380
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2.537			2.516	
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	6.5	6.4	7.1	5.9	5.5	5.4
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)		2.729			2.729	
21 V.M.A. (%)	16.9	16.9	17.5	17.6	17.2	17.1
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	61.8	62.1	59.3	66.3	68.3	68.4
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.732			2.730	
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0.0			0.0	
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		4.5			5.0	
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	9.0	9.0	10.0	11.0	11.0	11.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	820.0	780.0	850.0	1,000.0	945.0	965.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	853.0	811.0	884.0	1,040.0	983.0	1,004.0



DMA (20/24)
mepp/jems
O.S. N°051


 ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
 REG. CIP 83285
 GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 15 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : LENNY MELISSA MORENO CABALLERO **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines – Independencia – Lima, 2020" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/04/05. **FECHA DE ENSAYO** : 2021/04/05 al 2021/05/11.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.50			6.00		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	33.08			32.90		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	61.42			61.10		
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	--			--		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1°)	2.709			2.709		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.740			2.740		
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	67.8	62.6	64.5	65.6	65.5	65.1
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,206.7	1,210.6	1,220.1	1,211.6	1,213.9	1,221.3
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,207.3	1,211.2	1,220.8	1,212.1	1,214.5	1,221.8
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	703.5	706.7	711.3	707.5	706.5	711.4
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	503.8	504.5	509.5	504.6	508.0	510.4
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.6	0.6	0.7	0.5	0.6	0.5
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.12	0.12	0.14	0.10	0.12	0.10
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2388	2392	2388	2394	2382	2386
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.395	2.400	2.395	2.401	2.390	2.393
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.498			2.477		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	4.1	3.9	4.1	3.1	3.5	3.4
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.729			2.729		
21 V.M.A.	17.1	16.9	17.1	17.3	17.7	17.6
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	75.9	76.7	75.8	82.3	80.1	80.7
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.732			2.730		
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.0			0.0		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	5.5			6.0		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	12.0	13.0	12.0	14.0	14.0	15.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,050.0	1,100.0	1,065.0	1,100.0	1,085.0	1,125.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,092.0	1,144.0	1,108.0	1,144.0	1,128.0	1,170.0

DMA (2124)
mepp/jems
O.S. N°051




 ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
 REG. CIP 83285
 GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
 Lima, 15 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : LENNY MELISSA MORENO CABALLERO **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los Jazmines - Independencia - Lima, 2020" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/04/05. **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/04/05 al 2021/05/11.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6.50				
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		32.73				
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		60.77				
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA		--				
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1.010				
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")		2.709				
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.740				
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE		--				
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	64.1	65.1	65.0			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,217.6	1,213.6	1,220.0			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,218.0	1,214.0	1,220.3			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	709.4	706.2	709.5			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	508.6	507.8	510.8			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.4	0.4	0.3			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) $((B-A)/(B-C)) \cdot 100$	0.08	0.08	0.06			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2387	2383	2381			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.394	2.390	2.388			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2.458				
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	2.6	2.8	2.8			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)		2.729				
21 V.M.A.	18.0	18.1	18.2			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	85.6	84.7	84.5			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.730				
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0.0				
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO		6.5				
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	15.0	15.0	15.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,025.0	1,035.0	1,000.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,066.0	1,076.0	1,040.0			

DMA (22/24)
mapp/jams
O.S. N°051



ING. JORGE ISAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 15 de Mayo del 2021.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO N° 051 - 2021 - M&V - 07.04

SOLICITANTE : LENNY MELISSA MORENO CABALLERO **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : Tesis "Incorporación del PET reciclado en la mezcla
 asfáltica en caliente en el pavimento flexible en Av. Los
 Jazmines – Independencia – Lima, 2020" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/04/05. **FECHA DE ENSAYO** : 2021/04/05 al 2021/05/11.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:		75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5.6	5.8	6.0
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2.393	2.397	2.399
- Vacíos, %	:	4.3	3.9	3.4
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	75.0	77.0	80.0
- V.M.A., %	:	17.3	17.4	17.5
- Estabilidad, lb (kN)	:	2440.0 (10.85)	2510.0 (11.16)	2500.0 (11.12)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	12.8 (3.2)	13.2 (3.3)	14.0 (3.5)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3457.3	
- Absorción de Asfalto, %	:		0.0	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		145.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	35.0
(2) Agregado fino, % *	:	65.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera Comas - Grava 1 (33%)
- Agregado fino	:	Cantera Comas - Arena 1 (32%) Cantera Comas - Arena 2 (30%)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, Asfalto Reciclado, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2021/05/01.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



DMA (23/24)
mepp/jems
O.S. N°051

ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
REG. CIP 83285
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.
Lima, 15 de Mayo del 2021.

Anexo 9

Recibo del pago realizando por los servicios de ensayo de Laboratorio



Boleta N° 051 GM&V-OLC


Lima, 30 de Junio del 2021

Señor : LENNY MELISSA MORENO CABALLERO

Detalles : Conste por el presente documento, que se suscribe por el contrato de trabajo de Control de Calidad de Materiales de acuerdo a la COTIZACIÓN 014-M&V-2021.07

Acuerdos : Pago Total s/ 7,080.00 - Son Siete Mil ochenta con 00/100 Soles

Referencia : "Incorporación del PET reciclado en la mezcla asfáltica en caliente en el pavimento xible en Av. Los Jazmines - Independencia - Lima,2020"

Ing. 
Jose Enrique Muñoz Saldivar
Gerente General



Coop. San Miguel Mz D.Lt. N° 111 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt 6 Urb. Los Girasoles 1*, Bapa - Callao
Telfax: (511) 661-9143 Celular RR: (511) 94778-8986 (WhatsApp) / ENTA: 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-F86U

mvv_ingsac@hotmail.com
cotizaciones@mvingenieros.com
www.mvingenieros.com