



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades
mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Lozada Goicochea, Wilmer (ORCID: 0000-0002-1729-4522)

Montoya Abarca, Fiorella Yamile (ORCID: 0000-0001-6910-501X)

ASESOR:

Mgr. Cubas Armas, Marlon Robert (ORCID: 0000-0001-9750-1247)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2022

Dedicatoria:

Dedico este trabajo de grado a DIOS y a todas aquellas personas quienes creyeron siempre en mí, en especial a mi familia y a la memoria de mis hermanos J.W.L.G y G.J.L.G, a mis padres por el sacrificio realizado para dejarme como mejor herencia mi educación Universitaria.

Lozada Goicochea Wilmer

Dedicatoria:

Este trabajo lo dedico a mi Dios todopoderoso por darme la oportunidad de vivir y tener una grandiosa familia. A mis padres, que, con su cariño, respeto y apoyo me motivan a cumplir mis metas.

Montoya Abarca Fiorella Yamile

Agradecimiento:

Agradezco de la misma manera a quienes le dedique este trabajo de investigación; a la Universidad Cesar Vallejo; a nuestro asesor y a mi compañera de tesis, que con mucha responsabilidad podemos decir que esta meta se ha cumplido.

Lozada Goicochea Wilmer

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la vida, a mis padres por brindarme amor y creer siempre en mí. Agradezco a mis hermanos por sus consejos y compañía, a mis abuelos por su apoyo emocional y amigos por todo el tiempo compartido para que juntos nos realicemos profesionalmente y nunca rendimos ante la adversidad.

Montoya Abarca Fiorella Yamile

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria:	ii
Agradecimiento:	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.	5
III.METODOLOGÍA.	17
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	17
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población (Criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	19
3.5. Procedimiento	21
3.6. Métodos de análisis de datos.....	22
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS	24
V. DISCUSIÓN.....	36
VI. CONCLUSIONES:.....	41
VII. RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS	48

Índice de tablas

Tabla 1. Definición de la variable independiente.....	17
Tabla 2. Definición de la variable dependiente.....	18
Tabla 3. Grupo convencional y experimental con adición de plástico reciclado Pet, 2022.....	19
Tabla 4. Cuadro de técnicas e instrumentos de investigación.....	20
Tabla 5. Tamizado del Plástico reciclado PET.	24
Tabla 6. Propiedades del plástico reciclado PET.	25
Tabla 7. Resultados de ensayos al agregado grueso, 2022.	26
Tabla 8. Resultados de ensayos al agregado fino, 2022.....	27
Tabla 9. Resultado de las propiedades del agregado global, 2022.....	27
Tabla 10. Resultados de ensayos de afinidad entre agregados y bitumen, 2022.	27
Tabla 11. Dosificación de los agregados del diseño de la Mezcla asfáltica en caliente (MAC).....	28
Tabla 12. Resultado de los porcentajes óptimos de la mezcla asfáltica convencional.	28
Tabla 13. Dosificación de agregados del diseño de la Mezcla asfáltica con PET.....	29
Tabla 14. Cuadro del porcentaje óptimo de plástico reciclado PET.	33
Tabla 15. Resultado del Análisis de confiabilidad de los datos del ensayo Marshall.....	34
Tabla 16. Coeficiente de regresión lineal de la mezcla asfáltica, 2022.	34
Tabla 17. Fórmulas para determinar las propiedades mecánicas de la MAC.	34
Tabla 18. Prueba para las propiedades de la mezcla asfáltica.	35

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Volúmenes de vacíos	16
Figura 2. Procedimiento	21
Figura 3. Análisis de datos.	22
Figura 4. Aspectos éticos.	23
Figura 5. Curva granulométrica de agregados incluido el plástico reciclado Pet.....	25
Figura 6.Resultados de Estabilidad, Flujo y Porcentaje de vacíos de aire.	30
Figura 7.Resultados de la Estabilidad Marshall.....	31
Figura 8. Resultado de Fluencia Marshall.	32
Figura 9. Resultado de Porcentaje de Vacíos con Aire.	33

Resumen

La investigación realizada sostuvo como objetivo primordial adicionar plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca. El tipo de investigación es aplicada con enfoque cuantitativo y el estudio realizado es un diseño experimental-descriptivo explicativo de tipo cuasiexperimental, con grupo de control. Para su población se consideró 90 briquetas. Las muestras para la siguiente investigación fueron: 15 briquetas para la muestra convencional y 75 briquetas para la mezcla asfáltica modificada con los porcentajes de plástico reciclado Pet (0.0%, 0.5%, 1.5%, 3.5%, y 5.5%). Como resultado principal del diseño de mezcla asfáltica modificada con Pet se determinó una disminución de las propiedades mecánicas en relación con la convencional, puesto que, con la adición de 0.5% de Pet el resultado de los parámetros Marshall cumplen con la norma EG-2013. La granulometría del plástico reciclado Pet con las dimensiones uniformes menores a 0.5 cm. de sus partículas se retienen en un 100% en la malla N° 4. Los ensayos para los agregados cumplen con el MAC-2 del MTC. Porcentaje óptimo de C.A 5.65%. Se determinó que con la adición del 0.5% y 1.5% de Pet y 5.65% de asfalto se presentan valores aceptables de estabilidad y flujo con respecto a los valores mínimos requeridos por la normativa EG-2013, mientras que con el porcentaje de vacíos de aire solo cumple con el 0.5% de Pet. En cuestión se observó que, mientras se adiciona más plástico la mezcla va perdiendo estabilidad y aumentando el porcentaje de vacíos. Estadísticamente los valores encontrados son aceptables, por ello se determinó el diseño con el 0.5 % de Plástico y 5.65% de asfalto, 40% de piedra chancada, 29% de arena chancada y 31 % de arena zarandeada en la ciudad de Jaén.

Palabras clave: Estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos con aire, mezcla asfáltica en caliente (MAC) y tereftalato de polietileno (PET).

Abstract

The main objective of the research carried out was to add recycled PET plastic to improve the mechanical properties of the asphalt mixture, Jaén, Cajamarca. The type of research is applied with a quantitative approach and its study to be carried out is an experimental-explanatory descriptive design of a quasi-experimental type, with a control group. For its population, 90 briquettes were considered. The samples for the following investigation were 15 briquettes compared to the conventional sample and 75 briquettes for the asphalt mixture modified with recycled plastic Pet with (0.5%, 1.5%, 3.5%, and 5.5%). As a main result of the design of the modified asphalt mixture with Pet, a decrease in the mechanical properties was determined in relation to the conventional one, where with the addition of 0.5% of Pet, the result of the Marshall parameters complies with the EG-2013 standard. The granulometry of recycled Pet plastic for uniform dimensions less than 0.5 cm. of its particles are retained 100% in mesh No. 4. The tests for the aggregates comply with the MAC-2 of EG of the MTC. Optimum percentage of C.A 5.65%. It was determined that with the addition of 0.5% and 1.5% of Pet and 5.65% of asphalt, acceptable stability and flow values were presented with respect to the minimum values required by the EG-2013 regulation, while with the percentage of air voids only meets 0.5% of Pet. In question it was noted; that as more plastic is added, the mixture loses stability and increases the percentage of voids. Statistically, the values found are acceptable, therefore the design was determined with 0.5% plastic and 5.65% asphalt, 40% crushed stone, 29% crushed sand and 31% shaken sand in the city of Jaén.

Keywords: Stability, flow, percentage of air voids, hot mix asphalt (MAC) and polyethylene terephthalate (PET).

I.INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

Díaz (2021), en la ciudad de Jaén se observa que el mal estado de las vías pavimentadas generado por las precipitaciones pluviales y el peso vehicular ocasiona ineficiencia en la transitabilidad vehicular suscitando accidentes y averías en los vehículos. Es por ello que se requiere atender resolver la necesidad de la mala transitabilidad vehicular a través de la mejora de las vías con innovadoras técnicas de diseño, que cumplan con los estándares de calidad, durabilidad y seguridad señalado por Romero y otros (2019).

Ramírez P. y Tananta W. (2019), indican que a nivel mundial comparado al local la tecnología aplicada en las construcciones de carreteras se encuentra más desarrolladas. De tal manera que México y Colombia son los primeros países en implementar la reutilización de residuos plásticos reciclados (PET) en el diseño de mezclas asfálticas (El Herald, 2021) . De la misma forma Costa Rica ha diseñado una carpeta asfáltica en la cual incluye en sus elementos adicionales el 3% de botellas plásticas. A través de esta propuesta pretenden lograr una mejora a sus propiedades mecánicas de las mezclas bituminosas habituales; como la resistencia al daño causado por factores climáticos y cargas generadas por los vehículos, determinando que se necesita un promedio de 1000 botellas plásticas para 1 tonelada de material (Astorga, 2018). Son estos países los que contribuyen a que la vida útil de los pavimentos sea mejor.

Mashaan, y Otros (2021), en Europa las investigaciones vienen descubriendo nuevos métodos en pavimentos diseñados con material reciclado, con el fin de no solo reducir los costos, sino de mejorar la sostenibilidad del medio ambiente y los recursos naturales. Quinteros y Tiguaque (2020), en su investigación determinaron que la contaminación ambiental viene siendo un problema social debido a la producción de plásticos. Por ello Álvarez y otros (2017), señalaron que una botella plástica tarda en descomponerse un promedio de 700 a 1000 años. Según el estudio elaborado por el Centro de Ecoeficiencia y Responsabilidad (CER) (2020), señala que en el Perú se producen 1.4 millones de toneladas de plástico al año, mientras que en la ciudad de Jaén se genera el 12,54% de Tereftalato de

polietileno (PET) del total de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliario (SIGERSOL, 2021).

Otra de las razones para Aimacaña (2017), se logra disminuir los mantenimientos de las vías asfaltadas debido a que al ser diseñadas con la incorporación de plástico mejora sus características físico-mecánicas y según Adil (2015), tener caminos eco-amigables que liberen a la tierra del plástico, para ello Rao (2020) enfatiza que, al emplear partículas de residuos plásticos PET en las mezclas de concreto esta tiende a disminuir su trabajabilidad y resistencia a la compresión; por ende Sarkar recomienda el uso de plásticos en concreto solo porque reduce la contaminación y resuelve la problemática de la gestión de residuos en la sociedad (2016).

Debido al deterioro de los pavimentos causados por factores ambientales, Mardones y otros (2019), han fijado como alternativa para mejorar los daños por humedad, ahuellamiento y la mejora frente a la fisuración térmica, la modificación de asfaltos con la incorporación de polímeros y fibras sintéticas en sus propiedades mecánicas. Por ello en el estudio de Mahmuda y otros (2019), llevaron a cabo 75 muestras con diferentes porcentajes (%) de residuos plásticos en comparación al peso del asfalto, cuyos resultados muestran que en el diseño de la mezcla asfáltica se utilizó un 2 % de PET y 5.6 % de asfalto como volumen óptimo.

Según el estudio, se fomenta la utilización del PET de botellas de desecho como aditivo en las mezclas asfálticas no solo como una forma prometedora de aliviar la carga ambiental de su eliminación, sino también como una opción en las técnicas para desollar rendimiento de las mezclas asfálticas. Manurung y Sulaimán (2019), indica que al incorporar el PET triturado a un asfalto aumenta el valor de elasticidad. Mientras que Choudhary, Kumar y Murkute (2018), indican que, las mezclas modificadas con PET muestran mayor resistencia a la deformación con mayor estabilidad, menor flujo y mayor cociente de Marshall que la mezcla de control.

Formulación del problema de investigación:

La formulación de la pregunta de investigación es:

¿Con la adición del plástico reciclado PET se logrará mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica Jaén-Cajamarca?

Justificación de la investigación

El desarrollo de la presente investigación de gran importancia lo justificamos con dando las siguientes razones:

Justificación social, por lo que esta investigación busca la mejoría de sus propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica con plástico reciclado Pet Jaén-Cajamarca. Y contribuir con la reducción de la contaminación ambiental por residuos plásticos.

Justificación técnica, porque describe el proceso de elaboración de una mezcla y aplica los procedimientos normativos actuales, sino que además considera la adición de plástico reciclado PET como parte de las componentes de una mezcla asfáltica de acuerdo con el diseño Marshall.

Justificación académica, Porque en la presente investigación se exponen los saberes adquiridos como profesionales en Ingeniería Civil.

Objetivo general.

Adicionar plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén-Cajamarca.

Objetivo específico.

OE1: CARACTERIZAR el plástico reciclado PET para su uso en el diseño de la mezcla asfáltica con adición de plástico reciclado PET Jaén-Cajamarca.

OE2: REALIZAR los ensayos de los materiales componentes que intervienen en el diseño de mezcla adicionando plástico reciclado PET Jaén-Cajamarca.

OE3: DISEÑAR la mezcla asfáltica con el método Marshall con y sin la adición de plástico reciclado PET Jaén-Cajamarca.

OE4: DETERMINAR la estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica del grupo patrón y del grupo experimental con la adición del plástico reciclado PET en 0.5%,1.5%, 3.5%, 5.5% del agregado fino Jaén-Cajamarca.

OE5: EVALUAR los resultados del grupo experimental al grupo patrón y seleccionar el porcentaje óptimo de plástico reciclado PET Jaén-Cajamarca.

Hipótesis de investigación

Si adiciono plástico reciclado PET se logrará mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica Jaén-Cajamarca.

Limitaciones

Debido a la coyuntura actual de salubridad en el país no es posible realizar los ensayos de mecánica de materiales para el diseño de mezcla asfáltica con la adición de plástico reciclado PET en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejos por lo tanto los ensayos requeridos para la presente investigación serán efectuados en laboratorios competentes y debidamente autorizados de la ciudad de Chiclayo.

II.MARCO TEÓRICO.

Antecedentes internacionales.

Adil D. (2015), Nos detalla en su artículo de investigación titulado “Utilización de la botella de agua plástica residual como modificador de las propiedades de la mezcla asfáltica”, asumió como objetivo principal estudiar el resultado al añadir polietileno tereftalato en sus propiedades de la mezcla en caliente de asfalto en comparación con las mezclas convencionales. Como muestra considero cantidades distintas de (PET): porcentajes de (2, 4, 6, 8 y 10%) del peso óptimo del ligante o betún en la preparación de los especímenes. Los resultados indicaron que el 8 % fue su volumen óptimo como modificador para su diseño de la mezcla asfáltica modificada con botellas de agua plástica residual (PET). En conclusión, estos resultados indican que el Pet logra incrementar la mejoría de las propiedades de un pavimento asfáltico generando máxima estabilidad, rigidez y flujo mínimo de vacíos de aire (AV), en comparación con las mezclas no modificadas brindando mejor resistencia contra deformaciones permanentes y aumenta la vida útil del pavimento.

Romero, Bonifaz y Huertas (2019), en su artículo científico titulado “Diseño de un pavimento flexible adicionando tereftalato de polietileno (PET) como material constitutivo junto con ligante asfáltico ac-20”. El objetivo consistió en realizar un diseño de un pavimento asfáltico adicionando Pet de tres formas distintas: Primero utilizaron fibras de Pet con medidas no excedentes a (8 mm.) de extensión y un ancho no menor a (3 mm.) , como segunda muestra de Pet consideraron la muestra que pasa el tamizado de 3/8 y se conserva en su tamiz N° 4, por último el plástico Pet de tipo 1 desmenuzado o triturado que pasa y se retiene en los tamices 10 y 40, donde consideraron la norma Marshall para su diseño asfáltico de mezcla, obtuvieron como resultados que al incorporar la segunda muestra de Pet en el diseño de la mezcla bituminosa de tipo caliente se observó que esta muestra valores inferiores al determinar su flujo y estabilidad, mientras que en la primera y tercera muestra de Pet, está presentan valores superiores en estabilidad con 33.3% y flujo mayor en un 32% en comparación a la muestra tradicional, concluyendo que al introducir un Pet tipo fibra este tenga dimensiones mayores a 3 mm de ancho pues al momento de incorporar al diseño de una mezcla bituminosa (asfáltica) no resisten al calor de la mezcla y se deforman.

Choundhary, Kumar y Murkute (2018), en su artículo titulado “Propiedades del Polietileno Residuos Asfalto modificado con tereftalato (PET) Mezclas: Dependencia del tamaño de PET, Contenido de PET y proceso de mezcla”, consideraron como principal objetivo analizar el resultado al incorporar Pet, así como la dimensión y capacidad en sus propiedades de una mezcla asfáltica alterada con Pet. Se realizará una comparación de sus propiedades sensibles a la humedad de la mezcla asfáltica, propiedades volumétricas y sus parámetros Marshall con la mezcla control convencional. Su tipo de investigación fue experimental donde se realizaron 3 réplicas de muestras para cada combinación por su dimensión y capacidad de PET y se informaron los resultados promedio. Se consideraron 2 dimensiones de Pet (2,36–1,18 mm y 0.30–0.15 mm), 3 contenidos de PET (2,5 %, 5,0 %, 7,5 %) en peso de aglutinante correspondiente al contenido óptimo de aglutinante (OBC) de la mezcla de control y dos procesos de adición del Pet (proceso seco y proceso seco modificado). Después de haber realizado los ensayos correspondientes analizaron los resultados del estudio estadísticamente con el análisis de varianza (ANOVA) usando el software SPSS llegando a las siguientes conclusiones: el proceso seco modificado produjo una mayor estabilidad Marshall que el proceso seco para todos los contenidos y tamaños de PET. Con un contenido de PET de hasta el 5 %, la estabilidad de las mezclas de PET modificadas fabricadas a partir de ambos procesos fue significativamente mayor que la de la mezcla de control. En general, las mezclas modificadas presentaron una superior resistencia a la deformación y estabilidad, menor flujo y mayor cociente de Marshall que la mezcla de control. El uso de tamaño de PET grueso dio como resultado una mayor densidad aparente que el tamaño fino. Esto también se reflejó en los vacíos de aire inferiores, vacíos de agregados mineral (VMA) y vacíos llenados con aglutinantes (VFB) para mezclas con PET grueso. Por lo tanto, todas las mezclas de PET modificadas cumplieron con los requisitos especificados en cuanto a volumetría, criterios Marshall y TSR, independientemente del proceso de producción, el contenido y tamaño de Pet. En general, las mezclas modificadas con PET producidas a través de un proceso seco modificado con un tamaño de PET más grueso (2,36–1,18 mm) mostraron un rendimiento comparativamente superior considerando la volumetría, los parámetros Marshall y resistencia a los daños causados por la humedad.

Aimacaña (2017), en su investigación titulada “Estudio comparativo del comportamiento a compresión de pavimentos asfálticos a base de polímeros y pavimentos flexibles tradicionales”, su principal objetivo fue analizar su comportamiento estable mediante el ensayo Marshall y el flujo al compactar una mezcla flexible o asfáltica modificada con polímeros y asfalto convencional. La tesis fue de tipo experimental y su población a analizar fueron probetas cilíndricas de asfalto, del mismo modo se tuvieron en cuenta como muestra 60 briquetas elaboradas con asfalto tradicional y modificado con porcentajes de 1, 2 y 3 %. Para el diseño de 6.5 % de asfalto se obtuvo 5500 lbs. como estabilidad con un diseño de mezcla convencional y un flujo de 10.60 (1/100 pulg.), con el 6% de cemento asfáltico y el 1% de polímero (PET) se obtuvo una estabilidad de 4600 lbs. Concluyeron que la aplicación del polímero a la mezcla asfáltica mantiene las propiedades físico-mecánicas dentro del margen establecido por el diseño Marshall.

Quintero y Bohórquez (2020), señalaron en su investigación, “Aporte estructural de mezcla asfáltica en caliente con inclusión de plástico PET por vía seca a estructuras de pavimento flexible para vías de bajo tráfico según especificaciones INVIAS”, asumieron como propósito principal elaborar el estudio y comparación en la capacidad estructural del pavimento flexible tradicional y un pavimento con la adición de plásticos PET de acuerdo a la normativa establecida por (INVIAS). En sus conclusiones evidenciaron que el porcentaje de PET para una densidad óptima se establece un porcentaje de 0.5 a 2.5 alcanzando la viscosidad dada en (2.382 gr/cm³). Al incrementar el porcentaje del PET sus cavidades de aire tienden a incrementar, por lo cual determinaron que la dimensión de las fracciones de Pet y su procedimiento de adición es importante en el momento de obtener una mezcla fija.

Restrepo y Navarro (2021), en su tesis “Evaluación técnica, económica y ambiental para carpeta de rodadura con PET reciclado”, asumieron como objetivo evaluar dando como punto de visión en el aspecto de la economía, en lo ambiental y técnicamente un material alternativo en su elaboración, aplicación y compactación de carpeta de rodadura de una estructura de pavimento flexible, cuya característica es el reemplazo de gran porción del asfalto como material ligante por partículas de

PET reciclado. Su investigación fue de tipo comparativo-correlacional. Tuvo como población de estudio el análisis de su flujo de una mezcla de concreto asfáltico de tipo caliente y flujo en su mezcla con polímeros, así del mismo modo como muestra se tuvo en cuenta la evaluación técnica, económica y ambiental mediante parámetros de las proporciones de asfalto en la mezcla, tamaño del triturado de PET. De acuerdo con los resultados, afirman, que la producción tradicional de mezclas bituminosas y mezclas modificadas adicionando polímero reciclado al impacto ambiental son similares, donde se justifica que el uso alternativo con PET reciclado brinda un impacto positivo. Por otra parte, se concluye que los polímeros mejoran el proceso de uso de los pavimentos utilizando una cantidad de 1%, 4 % de asfalto de la totalidad del peso mismo, debido a que el asfalto como ligante no se reemplaza en su totalidad.

Antecedentes nacionales.

Espinosa (2019), en su tesis "Utilización del plástico PET reciclado como agregado ligante para un diseño de mezcla asfáltica en caliente de bajo tránsito en la ciudad de Huánuco-2018". Tomó como prioridad principal definir sus propiedades estructurales y físicas del diseño de una mezcla bituminosa modificada con Pet reciclado en una carpeta de rodadura de nivel bajo tránsito en la ciudad mencionada. Su investigación desarrollada fue de un modelo aplicado-cuantitativo con un diseño experimental donde su población no está especificada. Como muestra se tomaron en cuenta el moldeado de 15 briquetas con el diseño patrón y 45 con Pet reutilizable. Como principales conclusiones no se logró decretar la cantidad óptima después de realizados los ensayos en la prensa Marshall con las 45 briquetas modificadas con Pet en porcentajes de (18, 20, 22, 24, 26) % de la muestra en su totalidad y 3 ensayos adicionales con el diseño convencional con una cantidad de 15 briquetas en donde se logró obtener un (5.45 %) como contenido óptimo de asfalto. Al verificar los resultados llegaron a concluir que la propuesta del material utilizando Pet fundido tiende a tener una actuación distinta a un asfalto convencional, siendo el mismo donde las briquetas impiden desarrollar un ensayo detallado en la norma ASTM D204 el cual permite obtener su Volumen de Vacíos y proseguir con el cálculo de porcentaje óptimo de su material ligante con el ensayo Marshall. Los ensayos fueron elaborados reemplazando la mezcla

bituminosa a la vía líquida donde el Pet reemplazo en tu totalidad al asfalto convencional.

Flores, (2020) en su tesis titulada “Influencia de los residuos plásticos reciclados al añadirlos a una mezcla asfáltica modificada en caliente, Trujillo”. En su objetivo principal, determinar la manera en la que influye el plástico reutilizable (reciclado) al momento de ser incorporado en la elaboración de una mezcla bituminosa en caliente modificada en la ciudad de Trujillo. Para tal investigación se utilizó el diseño experimental. Se consideraron 27 muestras, distribuidas en el orden siguiente: 6 briquetas por cada nivel establecido por cantidad de plástico con un total de 3 niveles. Para realizar su recaudación de sus referencias o datos tuvo en cuenta la observación como método. En conclusión, se realizaron 3 diseños de mezcla bituminosa en caliente modificada, tomando un 5%, 5.5%, 6% con plástico el cual reemplazó al agregado fino. Se analizaron 37 muestras con el fin de determinar si se logró una mejoría en sus propiedades mecánicas mediante el ensayo Marshall, obteniendo como datos una estabilidad de 1346 kilogramos con un porcentaje excelente de 5.5 de residuos de plástico, un 3.5 % de vacíos de aire, 13.3 % de V.M.A., 2.65 mm de flujo y 2.304 kilogramos por centímetro cúbico en peso unitario. Respecto a la mezcla asfáltica convencional se obtuvo una estabilidad y flujo (1276 kg. – 2.65 mm).

Ramírez y Tananta (2019), indicó en el desarrollo de su investigación “Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del Jr. San Martín, distrito de Tabalosos-2018”, nos indican en su principal objetivo, realizar el diseño de una capa con asfalto modificado usando PET reciclado y mejorar la circulación vehicular del tramo estudiado. Es indispensable indicar que su método establecido fue de tipo descriptiva. Su población por investigar fue las calles del distrito mencionado. Se consideró 10 muestras para diseñar mezclas tradicionales y la modificada con plástico reciclado. El instrumento utilizado de la investigación fue la ficha técnica. Es importante destacar que como conclusión general en esta investigación se obtuvo un aumento de rigidez de 159 kg. al adicionar gránulos PET en un diseño de asfalto, con relación a una mezcla tradicional que se obtiene un incremento de 4.96%.

Tapia (2021), al realizar su investigación “Diseño de mezcla asfáltica incorporando plástico Pet para mejorar la resistencia de la infraestructura vial en la avenida Villa Hermosa, Chiclayo”. Asumió como prioridad realizar el diseño de una aleación bituminosa adicionando Pet donde se buscó mejorar o enriquecer su resistencia de los elementos de la infraestructura de una carretera. Su proyecto fue una investigación aplicada. Como población y muestra se indicará el lugar o avenida donde se va realizar la investigación; los principales resultados fueron: en cuanto a la adición del PET utilizó un plástico de 0.75 pulg., en el desarrollo del ensayo Marshall se obtuvo con el 0.5 % de PET una resistencia de carga de 50.05 kg y con el 1% una resistencia de carga de 45.12 kg. También comprobaron en el ensayo Marshall con 0.5 % de plástico Pet se logró obtener la estabilidad de 810 kilogramos, con el 1% una estabilidad de 952.5 y con el 4 % una estabilidad de 4367.6. Se concluyó que en cuanto a la incorporación de plásticos (PET) en la mezcla asfáltica cumple con proporciones entre 0.5% y 1% con la estabilidad y flujo, puesto que al incorporar >1.5% se producen agrietamiento por tener mucha rigidez.

Chochabot (2020), en su investigación “Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabayllo – Lima - 2020”, posee un objetivo general, diseñar un pavimento flexible incorporando residuos PET con el propósito de mejorar la carpeta asfáltica. Su investigación fue aplicada, con un planteamiento o diseño experimental. Su población para investigar fue el pavimento flexible actual en el distrito de Carabayllo y como muestra considero un asfalto antiguo existente. Como conclusión general se logró obtener un diseño incorporado con 3% de residuos Pet y una mejor rigidez y una mayor amplitud para soportar cargas.

Enfoques conceptuales de la investigación.

2.2.1. Adición del plástico reciclado Pet

2.2.1.1. Caracterización del plástico Reciclado Pet

Dimensiones de las partículas del plástico reciclado PET (mm.): Choundhary, Kumar y Murkute (2018), En su artículo indica que este es uno de los parámetros significativos que interviene en su mejoría para las propiedades mecánicas de una mezcla bituminosa modificadas con Pet, dado que el Pet

obtenido de la trituración de botellas reduce costos en la construcción de vías (pág. 2).

Propiedades del plástico reciclado Pet: Blair (2017), PET viene a ser un polímero que contiene en su principal cadena un grupo poliéster químicamente estable con la capacidad de moldearse, por ello su utilización ha incrementado considerablemente en los últimos años en aplicaciones diversos, desde recipientes para alimentos, fabricación de botellas plásticas hasta en el mejoramiento de las de obras viales (pág. 67).

2.2.1.2 Ensayos de los agregados que intervienen en una mezcla bituminosa.

Para el diseño de mezclas asfálticas en caliente se debe tener en cuenta la comprobación de calidad del agregado grueso y fino, además cumplir con los requerimientos especificados en el ([MTC, 2013 pág. 560](#)).

2.2.1.2.1. Agregado Grueso

- Granulometría (% , gr): El MTC E-204 (2016), se determina la curva granulométrica de los agregados mediante una representación gráfica y comprobar la gradación del material para ser usado en el diseño de mezcla (pág. 303).
- Peso específico y absorción (%): Lo señalado en el MTC E-206 por el manual de ensayos de materiales (2016), este ensayo permite calcular los pesos específicos (seco, saturado y aparente) y determinar la absorción del agregado (pág. 312).
- Durabilidad al sulfato de magnesio (%): Por medio de este ensayo se determina la propiedad a la resistencia o durabilidad del agregado según lo señalado en el MTC E-209 del manual de ensayos de los materiales (2016 pág. 329).
- Ensayo de abrasión - Máquina de los ángeles (%): Permite cuantificar porcentualmente el deterioro o erosión del agregado indicado en el MTC E - 207 del Manual de Materiales (2016 pág. 315).
- Índice de durabilidad (%): En el MTC E-214 (2016), permite calcular el valor que muestra la resistencia relativa de un agregado para la producción de finos perjudiciales (pág. 351).

- Ensayo de afinidad Agregado – Bitumen (%): La normativa del MTC E-517 del Manual de ensayos de materiales (2016), determina lo que se retiene de una película bituminosa en el exterior o superficie de un agregado con la presencia de H₂O (pág. 649).
- Porcentaje de partículas chatas y alargadas (%): El MTC E-223 del Manual de Materiales (2016), indica que este ensayo nos permite establecer la forma característica del agregado (alargadas y achatadas) y facilitar la consolidación de la mezcla (pág. 391).
- Partículas fracturadas (%): El MTC E-210 del Manual de Materiales (2016), permite cuantificar con una forma porcentual las caras fracturadas que presenta el agregado y adherirse correctamente a la mezcla (pág. 337).

2.2.1.2.2. Agregado pétreo (Fino)

- Granulometría: La norma del MTC - E 204 del Manual de Materiales (2016), es la determinación de fracciones o partículas tanto de agregados finos y gruesos con el proceso de tamizado, las cuales tienen que cumplir exigencias normativas de obra. El presente ensayo se valida con el porcentaje de agregado fino pasante el tamiz 75 por lavado de acuerdo con MTC E 202. (pág. 303).
- Gravedad Específica y Absorción de los Agregados: El MTC - E 205 del Manual de Materiales (2016), señala que esta prueba permite determinar su absorción y peso aparente luego de transcurrido las 24 horas de haber sido sumergido en agua, así como los pesos específicos seco y saturado (pág. 309).
- Equivalente de arena: El Manual de Materiales (2016), Este ensayo nos manifiesta que una gran fracción de suelo granular como de agregado fino viene a ser la combinación de partículas de (arena, arcilla) o partículas finas plásticas y polvo, indeseables, que mediante el tamiz número 4 se determina las cantidades pasantes de dichas partículas bajo condiciones estándares. Mediante esta prueba se puede realizar una correlación inmediata en campo (pág. 91).
- Angularidad del agregado fino: El Manual de Materiales (2016), nos indica que este ensayo define como angularidad al (%) de vacíos de aire que están

- presentes en las partículas menores que pasan la malla número 8, la cual están relacionados junto a la resistencia de ahuellamiento. (pág. 389).
- Valor de azul de metileno en agregados finos y en llenantes minerales: Determina el grado de reactividad del material filler (pasa No. 200) que es utilizado en la fabricación de mezclas asfálticas, el cual puede tener una influencia nociva en su desempeño (Instituto Mexicano del Transporte, 2019 pág. 37).
 - Límites de consistencia material que pasa la malla n°40 y n°200: De acuerdo al Manual de ensayos de materiales (2016), Define el campo plástico de un suelo y representa el porcentaje de humedad que deben tener las arcillas (pág. 72).
 - Índice de durabilidad agregado fino: MTC (2016), indica que el índice de durabilidad de un agregado es un valor para representar la resistencia relativa de un agregado para producir cambios perjudiciales como la arcilla (pág. 351).
 - Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos (procedimiento Riedel - weber): El MTC - E 220 del Manual de ensayos de Materiales (2016), nos indica que este método se aplica para calcular su grado de similitud de su par agregado fino y la adhesividad liga bitumen que se ocupara para la construcción de vías (pág. 380).
 - Volumen - Sales solubles: El MTC - E 219 del Manual de ensayos de Materiales (2016), menciona que se debe constituir un proceso metódico de solidificación donde se pueda obtener su cantidad tanto de sulfatos y de cloruros, solubles presentes en el agua, en el mismo proceso de los materiales pétreos que se utilizaron para bases consolidadas y mezclas bituminosas (pág. 378).
 - Arcillas en terrones y partículas desmenuzables: El MTC - E 212 del Manual de Ensayos de Materiales (2016), indica que mediante la presente normativa se podrá calcular su estabilidad de los materiales finos de la mano con la norma técnica peruana 400.015 correspondiente a la normativa del MTC mencionada (pág. 346).

2.2.1.3 Diseño de la mezcla asfáltica con el método Marshall con y sin la adición del plástico Pet.

Espinoza (2019), la mezcla Asfáltica es una combinación de asfalto con capacidad ligante, con agregados pétreos y una distribución uniforme. Son empleadas para la construcción de carreteras de acuerdo con la normativa establecida por American Society for Testing and Materials (ASTM), especialmente su funcionalidad es resistir de manera directa la tracción de neumáticos y repartir sus cargas a la capa de rodadura (pág. 22).

Clasificación de las mezclas asfálticas: Espinosa (2019), lo clasifica de acuerdo con diferentes parámetros (pág. 25):

- Mezclas asfálticas en caliente: Usualmente este tipo de mezclas se realizan con un nivel de temperaturas a los 140 c° por su viscosidad del ligante, de la misma manera a sus agregados se le somete a calentamiento para realizar de manera alterna una mezcla homogénea.
- Mezclas asfálticas en frío: Esta mezcla convencionalmente se prepara utilizando emulsión asfáltica donde se puede colocar normalmente a su temperatura ambiente.

2.2.1.3.1. Dosificación de agregados

Cemento Asfáltico 60/70: El EG - (2013), lo menciona como un aglomerante sólido-bituminoso de color negro que es manejado para realizar trabajos de pavimentaciones de tipo caliente ya que a alta temperatura permite ablandarse debido a que es un derivado refinado del petróleo (pág. 563).

Agregado fino (arena chancada y arena zarandeada): Ferreira y Torres (2014), Material pasante el tamiz N° 4 en un 95 % de su contenido (pág. 2).

Agregado grueso (Grava): Ferreira y Torres (2014), Material retenido en el tamiz de 6", donde un 95 % de las partículas son > a 4.46mm. (pág. 2).

2.2.2 Mejoramiento de propiedades mecánicas.

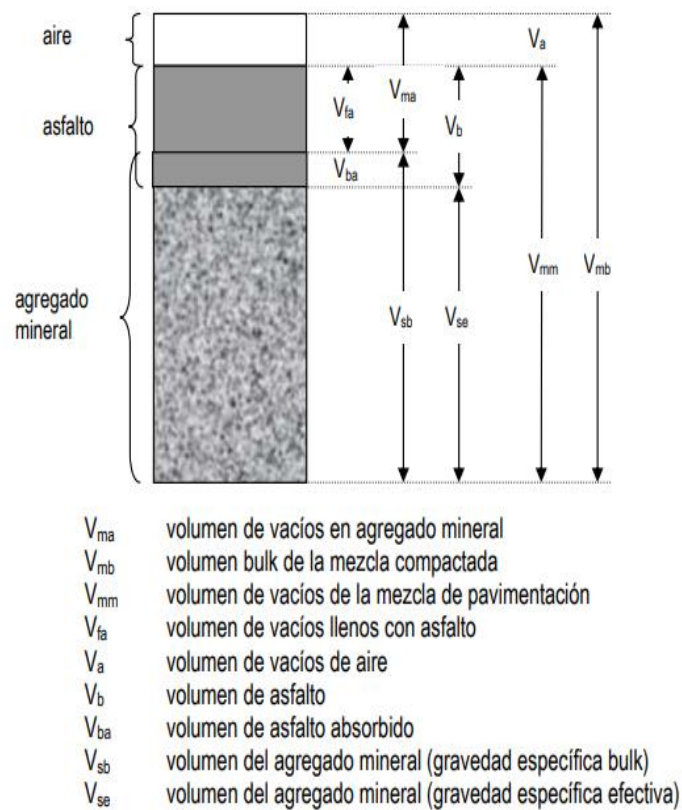
2.2.2.1 Mezcla asfáltica adicionando plástico reciclado PET del grupo patrón y del grupo experimental.

Ensayo MARSHALL: García e Inga (2020), es únicamente un ensayo o método que se aplica en los diseños de mezclas bituminosas en caliente con dimensiones máximas en sus agregados de 1". Dicho método fue desarrollado por el ingeniero de asfaltos estadounidense "Bruce Marshall". Sus especímenes para ensayar son de 64 mm. de alto y 102 mm. de diámetro preparados respecto a la norma ASTM D1559, donde sus principales aspectos vienen a ser su densidad-porcentaje de vacíos, estabilidad y flujo (pág. 53).

La mezcla asfáltica en caliente debe cumplir con los requisitos especificados en la tabla 423-06 del Manual EG - ([2013 pág. 570](#)).

- Estabilidad: Viene a ser la resistencia máxima lograda a su deformación al someter una determinada carga firme o constante donde la magnitud cambia con la gradación y tipo del agregado, grado del bitumen empleado, así como también su cantidad (MTC, 2016 pág. 583).
- Flujo: Viene a ser la medida de la deformación en el momento que se aplica el ensayo de estabilidad de una determinada mezcla asfáltica, donde nos indica que si el contenido óptimo de asfalto pasa su límite superior la mezcla vendría a ser considerada inestable o muy plástica y si se mantienen por debajo del límite inferior se considerara muy rígida (MTC, 2016 pág. 583).
- Porcentajes de Vacíos con aire: Volumen total de los vacíos de aire que se encuentran entre los agregados cubiertas en su totalidad de mezcla, expresada como porcentaje del volumen bulk de la mezcla compactada (MTC, 2016 pág. 594).

Figura 1. Volúmenes de vacíos



Fuente: Minaya y Ordoñez (2006 pág. 173).

2.2.2.2 Evaluación de los resultados del grupo experimental al grupo patrón y seleccionar el porcentaje óptimo del plástico reciclado Pet.

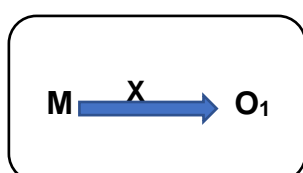
El proceso de incorporar un plástico Pet reutilizable o reciclado para diseñar una mezcla bituminosa en caliente permite que se logre mejorar algunas de sus propiedades tales como su flujo, estabilidad y su porcentaje de vacíos por ello se considera muy importante calcular como dato el porcentaje óptimo de plástico mediante el análisis y comparación de resultados.

III.METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo de investigación: Es de tipo aplicada con enfoque cuantitativo.

Diseño de investigación: El estudio a realizar es un diseño experimental - descriptivo explicativo de tipo cuasiexperimental, con grupo de control.



M: Mezcla asfáltica en caliente

X: Adición del plástico reciclado Pet

O₁: Mejoramiento de las propiedades mecánicas

3.2. Variables y operacionalización.

Variable independiente.

Adición de plástico reciclado PET.

Tabla 1. Definición de la variable independiente.

Definición Conceptual	Definición Operacional
El Tereftalato de Polietileno, conocido como PET, es un polímero termoplástico semicristalino con esfuerzo de tracción de alta resistencia, al incorporarse a una mezcla bituminosa permite mejorar sus propiedades mecánicas de una carpeta asfáltica, reduciendo fallas habituales en pavimentos flexibles producidos por factores climáticos y tráfico de cargas pesadas (Mosa, 2017 pág. 64).	Para diseñar la mezcla asfáltica y mejorar sus propiedades mecánicas con polímeros (botellas de plástico) es importante realizar el diseño de la mezcla asfáltica con los diferentes porcentajes adicionados de Pet y posteriormente ser medidos con el ensayo Marshall.

Fuente: Elaboración propia.

Variable Dependiente:

Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén-Cajamarca.

Tabla 2. Definición de la variable dependiente.

Definición Conceptual	Definición Operacional
Las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica (estabilidad, flujo y la determinación del porcentaje de vacíos) indica Ponce y Villa (2020), que al realizar ensayos y comparar resultados de las mezclas (convencional-modificada con polipropileno) se logra mejorar dichas propiedades al incorporar Pet (pág. 159).	Las propiedades mecánicas de una mezcla bituminosa son esenciales para el buen funcionamiento de los pavimentos asfálticos utilizado en la construcción de vías, por ello es indispensable implementar nuevas técnicas modernas que beneficien la reducción de la contaminación ambiental (plástico reciclado Pet, etc.)

Fuente: Elaboración propia.

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

Población

Para esta investigación la población considerada son las 90 briquetas asfálticas con agregados extraídos de la cantera Arenera Jaén y cemento asfáltico PEN 60/70, la cual se adicionará plástico reciclado Pet en porcentajes de 0.5%, 1.5%, 3.5%, y 5.5% del peso total de los agregados.

- **Criterio de inclusión:** Se tomará como población de estudio las 90 mezclas asfálticas convencionales y adicionadas con plástico reciclado Pet que incluyan agregado de la ciudad de Jaén.
- **Criterio de exclusión:** Se rechaza como población de estudio a las mezclas asfálticas adicionadas con otro plástico reciclado al considerado en la presente investigación (PET), también no se considerará las mezclas asfálticas realizadas con agregados de otra zona de estudio.

Muestra

Para la siguiente investigación se van a considerar 15 briquetas respecto a la muestra convencional y 75 briquetas para la mezcla asfáltica modificada con plástico reciclado Pet, distribuidos de la siguiente manera, se consideró el mínimo

de 3 especímenes los cuales presentan variaciones de 0.5% de cemento asfáltico para obtener gráficas que nos generen valores óptimos, según lo indicado por el MTC (2016 pág. 583).

Tabla 3. Grupo convencional y experimental con adición de plástico reciclado Pet, 2022.

Muestra convencional	% de PEN 60/70	4.50%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%	Total	
	N° de briquetas	3	3	3	3	3	15	
Grupo experimental	% de PEN 60/70	4.65%	5.15%	5.65%	6.15%	6.65%	Total	
	Plástico reciclado Pet	0.0%	3	3	3	3	3	15
		0.5%	3	3	3	3	3	15
		1.5%	3	3	3	3	3	15
		3.5%	3	3	3	3	3	15
		5.5%	3	3	3	3	3	15
TOTAL							90	

Fuente: Elaboración propia.

Muestreo

Esta investigación presenta un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Unidad de análisis

Esta investigación presentara como unidad de análisis una muestra de la mezcla asfáltica adicionada con plástico reciclado Pet de la ciudad de Jaén.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnica de recolección de datos

Durante la recolección de datos se tendrá en cuenta las siguientes técnicas e instrumentos.

Tabla 4. Cuadro de técnicas e instrumentos de investigación.

Técnicas	Instrumentos
Revisión Documental	Matriz de categorización
Observación	Ficha de Resumen N° 01 (Agregado grueso) Ficha de Resumen N° 02 (Agregado fino) Ficha de Resumen N° 03 (Diseño de mezcla asfáltica)

Fuente: elaboración propia.

Validación del instrumento.

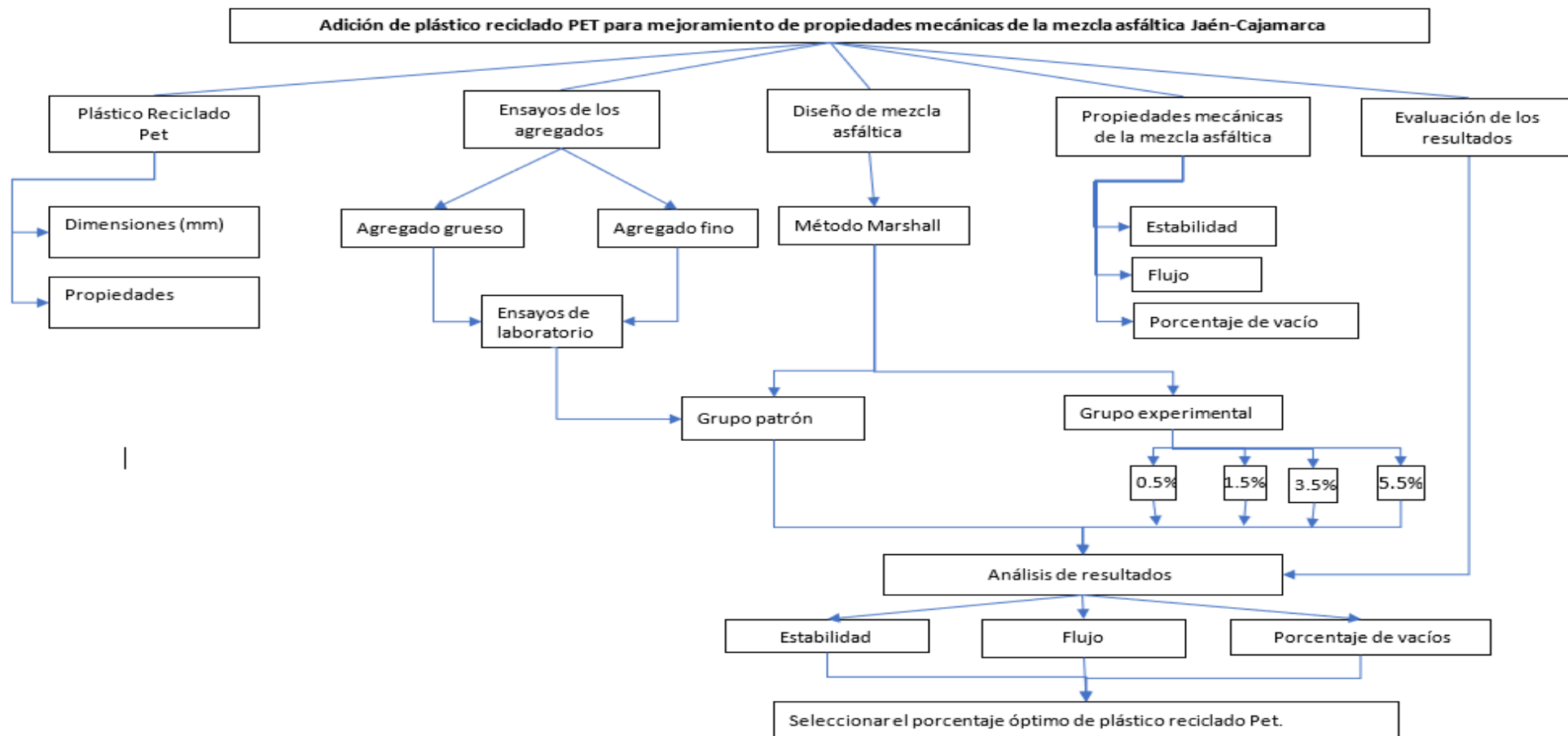
Los instrumentos de investigación han sido validados por el asesor de la presente investigación.

Confiabilidad de resultados.

Se debe demostrar mediante la certificación emitida por la institución encargada de realizar la calibración de los equipos de laboratorio (Indecopi) al culminar los estudios o ensayos.

3.5. Procedimiento

Figura 2. Procedimiento

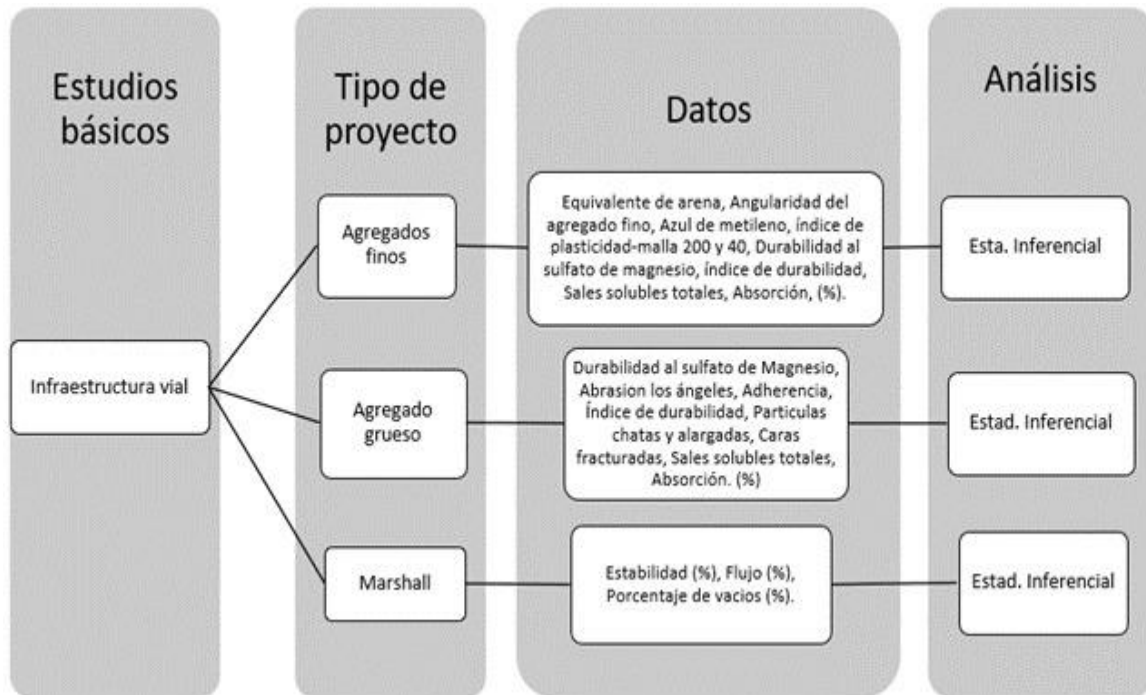


Fuente: Elaboración propia.

3.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Los estudios básicos normados que permitirán desarrollar la investigación se detallan a continuación:

Figura 3. Análisis de datos.



Fuente: Elaboración propia.

3.7. Aspectos éticos

Figura 4. Aspectos éticos.

Autonomía	Justicia	Cuidado del medio ambiente	Beneficencia
<p>Los estudios Y ensayos durante la investigación se desarrollarán propiamente por los dos integrantes interesados, financiada por los mismos y con el propósito de cumplir con el objetivo trazado que es el mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica adicionando plástico reciclado PET en Jaén-Cajamarca.</p>	<p>El proyecto y muestras seleccionadas se realizó de manera equitativa respetando la voluntad de justicia de los integrantes a cargo de la investigación y así mismo llevar a cabo el desarrollo de las actividades programadas.</p>	<p>Durante el proceso de la investigación que se realizara en la provincia de Jaén-Departamento de Cajamarca se aportara con el cuidado del medio ambiente ya que para el desarrollo de nuestro proyecto se requiere de plástico reciclado.</p>	<p>De acuerdo con nuestra hipótesis planteada una vez concluida la investigación, los resultados de las propiedades mecánicas de los ensayos deben cumplir con los requisitos normados para él un diseño de mezcla asfáltica.</p>

Fuente: Elaboración propia.

IV.RESULTADOS

Con el propósito de poder realizar los diseños de mezcla asfáltica en caliente convencional y modificada con plástico reciclado PET se realizaron diferentes ensayos establecidos por el manual de carreteras EG-2013 respecto a los agregados requeridos.

Resultado para el OE1. Caracterización del plástico reciclado PET.

Para obtener la muestra de Pet de esta investigación se realizó el proceso de reciclado y la trituración de manera manual de botellas plásticas (agua y gaseosa).

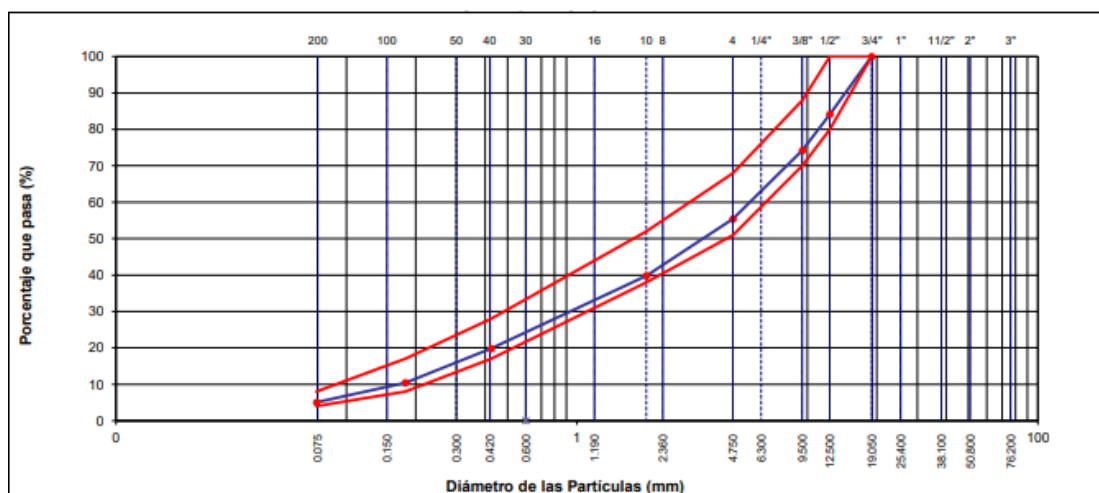
Tabla 5.Tamizado del Plástico reciclado PET.

TAMIZ	AASHTO T- 27 (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE PASA (%)
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			100
Nº 4	4.760	46.4	23.2	0.0
Nº 10	2.000	153.6	76.8	0.0
Nº 40	0.420	0.0	0.0	0.0
Total	-----	200.00	100%	-----

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los ensayos de la presente investigación.

Para el diseño de mezcla se tomó en cuenta 3 muestras de plástico reciclado PET para su respectivo tamizado, donde se puede observar en la tabla que el peso de 200 g. de cada muestra se retiene en el tamiz Nº 4 y el tamiz Nº10, debido a sus dimensiones uniformes por lo tanto nos permite tener un análisis granulométrico.

Figura 5. Curva granulométrica de agregados incluido el plástico reciclado Pet.



Fuente: Gráfica extraída de los ensayos de granulometría de la presente investigación.

En la figura podemos observar que la curva granulométrica general de los agregados incluido el plástico reciclado PET para el diseño de mezcla no sale de los parámetros establecidos por normativa y de lo contrario está entre los límites que se especifica en la norma para el MAC-2 del reglamento de carreteras EG-2013.

Con el fin de conocer las propiedades físicas y mecánicas del plástico reciclado Pet se reunió información detallada en la siguiente tabla.

Tabla 6. Propiedades del plástico reciclado PET.

Abreviatura		PET
Clasificación		Termoplástico
Orientación molecular en fase sólida		semicristalino
Monómeros		Ácido tereftálico, etilenglicol
Propiedades físicas	Densidad (g/cm ³)	1.3-1.4
	Absorción de Agua (%)	<0,7
	Coefficiente de fricción	02-0.4
Propiedades Mecánicas	Resistencia a la tracción (Mpa)	190-160
	Resistencia a impacto (Jm)	13-35
	Resistencia a la flexión (Kg/cm ²)	1450
Propiedades térmicas	Temperatura de Fusión (°C)	255
	Temperatura de deformación por calor (°C)	170

Fuente: Cuadro elaborado a partir de revisión bibliográfica de los investigadores ([Blair, y otros, 2017](#) pág. 66), ([Petcore Europa](#)), ([Echeverria, 2017](#) pág. 9) y ([Guevara, 2014](#) pág. 16).

Resultados para el OE2. Ensayos de los agregados Grueso Y Fino.

De acuerdo con las normas establecidas por el MTC se logró obtener resultados favorables luego de haber realizado los ensayos para los agregados finos y gruesos utilizados para el diseño de mezcla asfáltica adicionando plástico reciclado Pet con el fin que dichos agregados cumplan con la normativa establecida. Se deja en mención que dichas muestras de los agregados se obtuvieron en mutuo acuerdo de poder dejar los resultados obtenidos de los ensayos a la empresa “ARENERA JAÉN” ubicada en el sector Yanuyacu Bajo (ver ANEXO 02) quienes nos proporcionaron dichos agregados para posteriores investigaciones.

Se logró determinar que las especificaciones del MAC – 2 se adecua de manera eficiente en la gradación de los agregados (ver ANEXO 06) y la Piedra chancada tiene como tamaño nominal (TM) $\frac{3}{4}$ ” y un tamaño máximo nominal (TMN) de $\frac{1}{2}$ ”.

Agregado Grueso

Tabla 7. Resultados de ensayos al agregado grueso, 2022.

Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultados	Observaciones
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	7,20%	Cumple
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	18,30%	Cumple
Adherencia	MTC E 517	+95	+95	Cumple
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% máx.	58,5	Cumple
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	8,50%	Cumple
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	96,7/98,4	Cumple
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,03%	Cumple
Absorción	MTC E 206	1.00%	0,82%	Cumple

Fuente: Elaboración propia a partir de los ensayos del laboratorio.

Al observar los resultados en la tabla podemos afirmar que los datos obtenidos de los ensayos para el agregado grueso cumplen de acuerdo con los requerimientos establecidos por la normativa EG-2013.

Agregado Fino

Tabla 8. Resultados de ensayos al agregado fino, 2022.

Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultados	Observaciones
Equivalente de Arena	MTC E 114	60% mín.	66,00%	Cumple
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30% mín.	52,10%	Cumple
Azul de metileno	AASHTO TP 57	8% máx.	2,78%	Cumple
Índice de Plasticidad (malla N° 40)	MTC E 111	NP	NP	Cumple
Índice de durabilidad	MTC E 214	35 mín.	61,90%	Cumple
Índice de Plasticidad (malla N° 200)	MTC E 111	Máx. 4	1,90%	Cumple
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4 mín.	Grado 6	Cumple
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,05%	Cumple

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los ensayos de la presente investigación.

Al observar los resultados en la tabla podemos afirmar que los datos obtenidos de los ensayos para los agregados finos cumplen de acuerdo con los requerimientos establecidos por la normativa EG-2013.

Agregado Global

Tabla 9. Resultado de las propiedades del agregado global, 2022.

Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultados	Observaciones
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	MTC E 212	1% máx.	0,00%	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

Adherencia de agregados y bitumen

Tabla 10. Resultados de ensayos de afinidad entre agregados y bitumen, 2022.

Material	Dosis aditiva	Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultado
Arena Zarandeada	0,50%	Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	Grado 4 mín.	Grado 5
Arena Chancada					
Agregado grueso	0,50%	Adherencia	MTC 519	+95	+95%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los ensayos de la presente investigación.

Resultados para el OE3: Diseño de la mezcla asfáltica con el método Marshall.

Diseño de la mezcla asfáltica convencional (Patrón).

Tabla 11. Dosificación de los agregados del diseño de la Mezcla asfáltica en caliente (MAC).

PEN 60/70 %	PEN 60/70 (gramos)	Grava chancada	Arena Chancada	Arena zarandeada
		40%	29%	31.0%
4.5%	54.00	458.40	332.34	355.3
5.0%	60.00	456.00	330.60	353.4
5.5%	66.00	453.60	328.86	351.5
6.0%	72.00	451.20	327.12	349.7
6.5%	78.00	448.80	325.38	347.8

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica se observa la determinación del porcentaje óptimo de asfalto considerando el valor promedio del porcentaje de vacíos de un 4 %.

Tabla 12. Resultado de los porcentajes óptimos de la mezcla asfáltica convencional.

RESULTADO	
Óptimo Contenido C. A (%)	5.65
Vacíos (%)	4
Flujo (mm)	13
Estabilidad (kg)	1221

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se detallan los resultados de cada uno de los porcentajes óptimos que se obtuvo después de haber realizado el diseño, análisis de muestras (Briquetas) mediante el método Marshall y la representación de gráficas del diseño asfáltico convencional. (ver ANEXO 32).

Diseño de la mezcla asfáltica con la adición de plástico PET

Para el diseño de la mezcla asfáltica modificada con la adición de plástico reciclado PET se tomó en cuenta los mismos parámetros establecidos para el diseño convencional de acuerdo con los resultados de granulometría con la diferencia que para este diseño se consideró el porcentaje óptimo de asfalto de 5.65% el cual se restó y sumó 0.5% respecto al óptimo.

Tabla 13. Dosificación de agregados del diseño de la Mezcla asfáltica con PET.

PET	Datos %	PET (gramos)	PEN 60/70	Grava chancada	Arena Chancada	Arena zarandeada
				40%	29%	30.5%
0.5%	4.65%	5.72	55.80	457.68	331.82	349.0
	5.15%	5.69	61.80	455.28	330.08	347.2
	5.65%	5.66	67.80	452.88	328.34	345.3
	6.15%	5.63	73.80	450.48	326.60	343.5
	6.65%	5.60	79.80	448.08	324.86	341.7
				40%	29%	29.5%
1.5%	4.65%	17.16	55.80	457.68	331.82	337.5
	5.15%	17.07	61.80	455.28	330.08	335.8
	5.65%	16.98	67.80	452.88	328.34	334.0
	6.15%	16.89	73.80	450.48	326.60	332.2
	6.65%	16.80	79.80	448.08	324.86	330.5
				40%	29%	27.5%
3.5%	4.65%	40.05	55.80	457.68	331.82	314.7
	5.15%	39.84	61.80	455.28	330.08	313.0
	5.65%	39.63	67.80	452.88	328.34	311.4
	6.15%	39.42	73.80	450.48	326.60	309.7
	6.65%	39.21	79.80	448.08	324.86	308.1
				40%	29%	25.5%
5.5%	4.65%	62.93	55.80	457.68	331.82	291.8
	5.15%	62.60	61.80	455.28	330.08	290.2
	5.65%	62.27	67.80	452.88	328.34	288.7
	6.15%	61.94	73.80	450.48	326.60	287.2
	6.65%	61.61	79.80	448.08	324.86	285.7

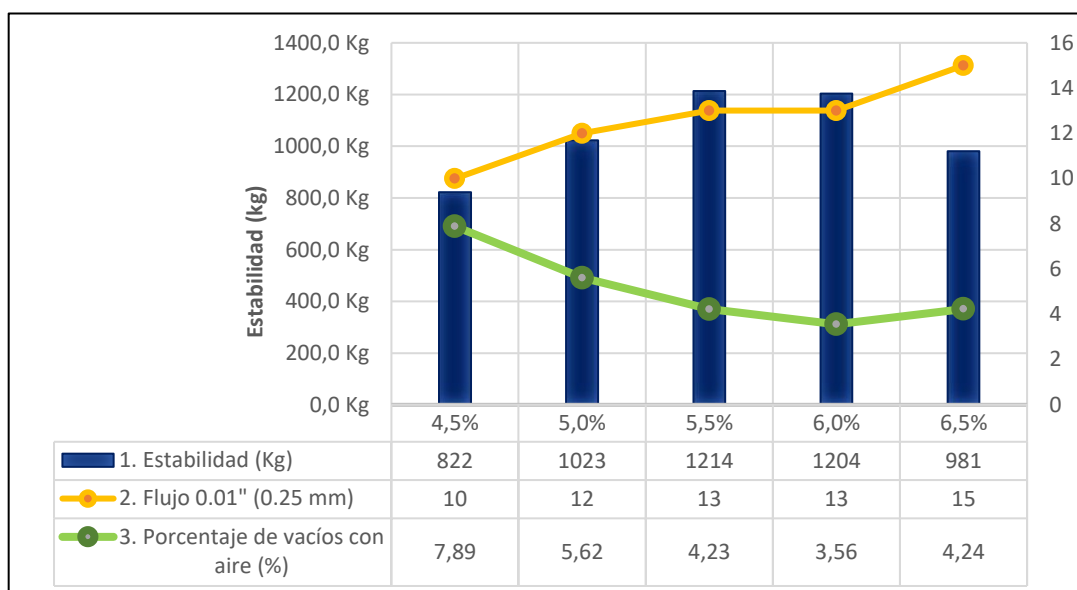
Fuente: Elaboración propia.

Resultado para el OE4: Determinación de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente.

Resultados de la mezcla asfáltica convencional (Grupo Patrón).

En la siguiente gráfica se muestran los resultados extraídos con respecto a la estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos de aire del ensayo Marshall.

Figura 6. Resultados de Estabilidad, Flujo y Porcentaje de vacíos de aire.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los ensayos de la presente investigación.

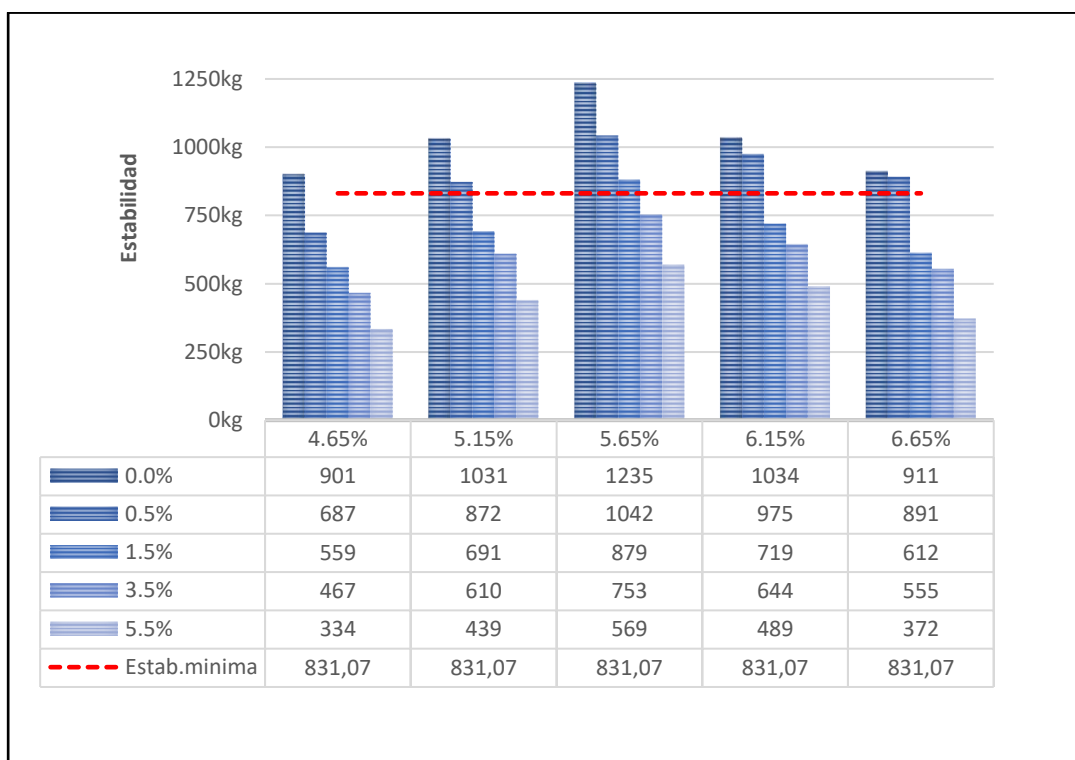
Se puede observar que, el contenido ligante afecta el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica obteniendo una estabilidad menor de 822 kg con un porcentaje de asfalto de 4.5 % debido a que el agregado no se mezcla en su totalidad con el asfalto. En cambio, la mayor estabilidad Marshall se encuentra en el porcentaje de 5.5% puesto que se aglutina con el agregado favorablemente; a partir de ese valor la estabilidad disminuye, pues esto se debe al efecto lubricante que produce el exceso de asfalto. En cuanto a la fluencia de la mezcla asfáltica se observa que ha mayor porcentaje de asfalto mayor es el flujo Marshall; por otra parte, los porcentajes de vacíos con aire cumple con los porcentajes de asfalto en 5%, 5.5%, 6% y 6.5%, mostrando valores intermedios requeridos por el Manual de carreteras EG-2013. Para la estimación del valor óptimo de asfalto se consideró el promedio requerido del porcentaje de vacíos (3% - 5%) de un 4% en relación al porcentaje de asfalto considerando el 5.65% como porcentaje óptimo de asfalto.

Resultados del grupo Experimental con la adición de Plástico reciclado Pet.

Resultados de Estabilidad con la adición de Plástico reciclado PET.

En la siguiente gráfica, se detallan los resultados obtenidos a través del ensayo Marshall con relación a su estabilidad.

Figura 7. Resultados de la Estabilidad Marshall.



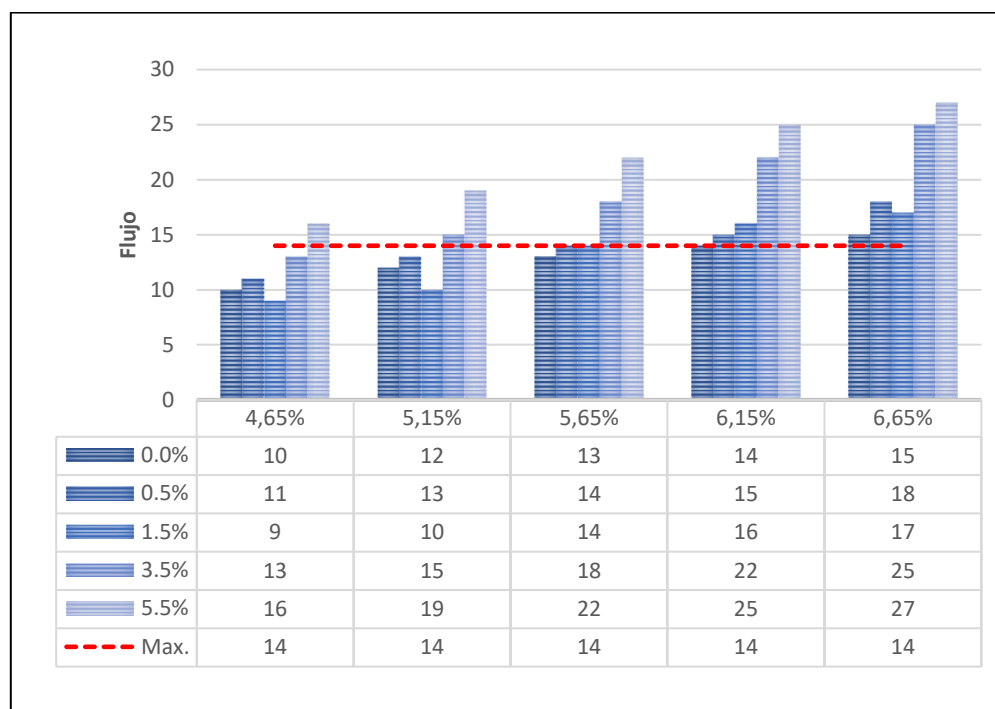
Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los ensayos de la presente investigación.

Se detalla en las gráficas anteriores que con el porcentaje de 4.65% de asfalto y 5.5% de PET se logró una estabilidad mínima de 334 kg., indicándonos que no cumple con lo establecido por el Manual de carreteras, donde la estabilidad mínima es 831,07 kg. para carreteras de alto porcentaje de tráfico; En cambio con el porcentaje óptimo de asfalto (5.65%) y un 0.5% de PET se logró una estabilidad máxima y adecuada de 1042 kg. que cumple con el Manual de carreteras Eg-2013, pero no mejora la propiedad mecánica de la mezcla asfáltica (estabilidad) con respecto al diseño del 0.0% de Pet obteniendo una disminución de 193 kg en relación al porcentaje óptimo de asfalto.

Resultados Flujo con la adición de Plástico reciclado PET.

En la siguiente tabla mostramos los datos de flujo obtenidos del ensayo Marshall.

Figura 8. Resultado de Fluencia Marshall.



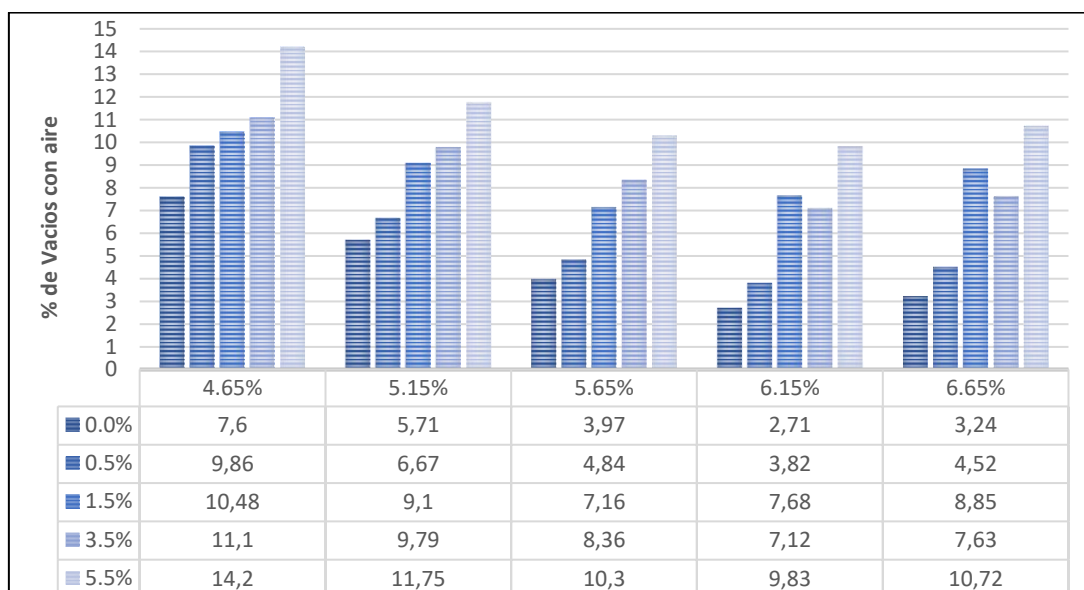
Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los ensayos de la presente investigación.

Luego de analizar los resultados de la mezcla asfáltica con adición de plástico reciclado Pet se puede observar que los resultados obtenidos del ensayo Marshall con el porcentaje de 4.65% de asfalto y 0.5%, 1.5% y 3.5% de PET se logró un flujo menor respecto a los demás porcentajes utilizados. En relación al porcentaje óptimo de asfalto (5.65%), para nuestros diseños de mezcla se determinó que solo con la adición de 0.5% de plástico PET cumple con la normativa establecida por el Manual de carreteras. También se puede observar que mientras se va aumentando el porcentaje de plástico y asfalto el flujo va aumentando y se desvía de los parámetros establecidos por reglamento.

Resultados de Porcentaje de vacíos con la adición de Plástico reciclado PET.

En la siguiente tabla mostramos los datos de porcentajes de vacíos de aire obtenidos después de haber ensayado nuestras briquetas con el método Marshall.

Figura 9. Resultado de Porcentaje de Vacíos con Aire.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los ensayos de la presente investigación.

En la tabla de resumen se observa que mientras se va aumentando el porcentaje de plástico, el porcentaje de vacíos aumenta. En el porcentaje de 4.65% de asfalto y con las cantidades de plástico adicionado, se observa mayor porcentaje de vacíos debido a que los materiales no se adhieren al momento de compactar las briquetas para la mezcla asfáltica en caliente. En cambio, con el 0.5% de plástico reciclado Pet y el 5.65% de asfalto se logró un porcentaje que cumple con los parámetros aceptables de la norma MTC (3%-5%).

OE5: Evaluación de resultados del grupo experimental al grupo patrón y seleccionar el porcentaje óptimo de plástico reciclado PET Jaén-Cajamarca.

Porcentaje óptimo de plástico reciclado PET.

Tabla 14. Cuadro del porcentaje óptimo de plástico reciclado PET.

Agregados	Tipo de material	Unidad	Cantidad
Cemento asfáltico	PEN 60/70	%	5.65
Agregado fino	Arena chancada	%	29.00
	Arena Zarandeada		31.00
Agregado grueso	Piedra chancada	%	40.00
Plástico reciclado	Pet	%	0.5

Fuente: Elaboración propia.

Resultado del Análisis Estadístico.

Con los resultados obtenidos del ensayo Marshall (Estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos de aire) en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente modificada con plástico reciclado PET, se realizó el análisis de datos estadísticos en el programa SPSS (ver el anexo 75).

Tabla 15. Resultado del Análisis de confiabilidad de los datos del ensayo Marshall.

Alfa de Cronbach	0.771
Nº de variables analizadas	2

Fuente: Cuadro elaborado a partir del programa SPSS.

De acuerdo al resultado del análisis de confiabilidad de los datos obtenidos podemos decir que el coeficiente alfa de Cronbach mayor a 0,7 y menor a 0,8 es aceptable y su correlación de variables viene a ser de confianza.

Tabla 16. Coeficiente de regresión lineal de la mezcla asfáltica, 2022.

Modelo	Coefficientes Estabilidad	Coefficientes Flujo	Coefficiente Vacíos con aire
Constante	1106.160	3.187	5.902
Porcentaje de Cemento asfáltico	20.120	2.147	-0.969
Porcentaje de PET	-145.213	2.173	1.629

Fuente: Cuadro elaborado a partir del programa SPSS.

Se describe estadísticamente a continuación la manera de cómo se comporta la estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos con aire en relación con el porcentaje de asfalto ("X") y el plástico reciclado PET ("Y").

Tabla 17. Fórmulas para determinar las propiedades mecánicas de la MAC.

Z=Estabilidad	$z = 1106.160 + 20.120(x) - 145.213(Y)$
Z=Flujo	$Z = 3.187 + 2.147X + 2.173Y$
Z=Porcentaje de vacíos	$Z = 5.902 - 0.969X + 1.629Y$

Fuente: Cuadro elaborado a partir del programa SPSS.

Dichas fórmulas tienen como objetivo modelar los datos o predecir los resultados de las propiedades Marshall a mejorar en cualquier trabajo de investigación y del mismo modo comprobar nuestros resultados con un porcentaje aproximado al obtenido en nuestra investigación.

Contrastación de Hipótesis:

Ho: Si adiciono plástico reciclado PET se logrará mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en comparación a la mezcla asfáltica convencional Jaén-Cajamarca.

Ha: Si adiciono plástico reciclado PET no se logrará mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en comparación a la mezcla asfáltica convencional Jaén-Cajamarca.

Tabla 18. Prueba para las propiedades de la mezcla asfáltica.

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 1221					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	99% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Estabilidad de la mezcla asfáltica	-18.056	89	.000	-437.15556	-5071.3058	-367.0054
Valor de prueba = 13						
Flujo de la mezcla asfáltica	5.790	89	0.000	2.55556	1.2967	3.8145
Valor de prueba = 4						
Porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica	11.534	89	0.000	3.419	2.6071	4.2309

Fuente: Cuadro elaborado a partir del programa SPSS.

Mediante el proceso de análisis estadístico (Programa SPSS) para la contrastación de hipótesis aplicado para los resultados de las propiedades mecánicas (Estabilidad, Flujo, Porcentaje de vacíos con aire) del diseño de mezcla asfáltica en caliente, se deduce que la significancia bilateral es 0.000, siendo menor a su margen de error 0.01, donde se deduce que las propiedades de los resultados de las briquetas modificadas con plástico reciclado PET no son mayor a la mezcla asfáltica tradicional, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

V.DISCUSIÓN

Se mencionó en la investigación realizada por Espinosa (2019), que al realizar sus ensayos Marshall con plástico PET fundido, la mezcla no logro tener características comunes con el asfalto tradicional es por ello, que no lograron realizar los análisis con los parámetros establecidos para mezclas bituminosas, y solo lograron realizar los ensayos con la mezcla convencional, por ende, se decidió usar en nuestra investigación el método de adición de plástico reciclado PET para el diseño de mezclas asfálticas bituminosas en caliente como un agregado más sin ser derretido ya que su dimensiones de sus partículas fueron uniformes y menores a medio centímetro retenidos en la mallas N° 4 Y 10. La adición del plástico se realizó con los agregados a una temperatura de 140 °C, temperatura que no genero la deformación del plástico y se logró realizar el compactado de briquetas para su posterior ensayo Marshall.

Respecto a la mejora de las propiedades Marshall de la mezcla asfáltica adicionada plástico reciclado PET, (Choudhary, y otros, 2018), en su investigación analizaron los resultados estadísticamente con el estudio de varianza (ANOVA) usando el software SPSS y determinaron que mediante los métodos de adición de plástico que aplicaron, el proceso seco modificado produjo una mayor estabilidad Marshall que el proceso seco para todos los contenidos y tamaños de PET que utilizaron, indicándonos que el tamaño de Pet grueso genera una mayor densidad aparente, mayor resistencia a los daños causados por la humedad y también nos indica que todos las mezclas modificadas con PET cumplieron con las especificaciones mencionadas anteriormente. Las dimensiones de plástico reciclado PET que se utilizó para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente de nuestra investigación fueron muy uniformes ya que después de haber realizado el ensayo de granulometría se observó que el porcentaje de PET fue retenido en las mallas N° 4 y 10 , de acuerdo con los resultados se consideraron los siguientes porcentajes de plásticos (0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.5 %), la cual se adiciono para cada diseño en sus porcentajes respectivos como un agregado adicional. Al haber obtenido los resultados se compara que el 0.5% de Plástico Pet fue el porcentaje que mejoró las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente respecto a la norma del MTC.

Respecto al método de adición de plástico reciclado Pet en el diseño de mezcla asfáltica según Romero y otros, 2014 nos indican que el método de adicionar y obtener mejores resultados de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica con PET es la de añadir a la misma como un material componente con Pet triturado retenido en el tamiz #40 y pasante el tamiz #10, obteniendo una estabilidad superior al 33.3% y flujo mayor en un 32% en comparación a la muestra tradicional. Al comparar la granulometría de agregados el porcentaje de vacíos de las briquetas según la norma ecuatoriana NEVI-12 (3 y 5%), se encuentra entre los límites establecidos (pág. 7). De acuerdo con la presente investigación y tomando en cuenta las diferentes formas de adición en sus respectivos procesos de triturado y granulometría se tomó en cuenta la adición de plástico como un agregado más para el diseño de la mezcla asfáltica donde la granulometría de los agregados recogidos de la cantera Arenera Jaén cumplen en este caso respetando la normativa MAC-2.

Adil D. (2015), en su artículo de investigación incluyó como muestra los porcentajes de Pet (2, 4, 6, 8 y 10%) del peso óptimo del ligante en la preparación de los especímenes. Los resultados indicaron que el 8 % fue su volumen óptimo como modificador para su diseño de la mezcla asfáltica modificada con botellas plásticas recicladas (PET) generando máxima estabilidad y rigidez, mientras que los valores de flujo, vacíos de aire (AV) disminuyen en comparación con las mezclas no modificadas. De acuerdo con nuestros resultados, podemos mencionar que con nuestro tipo de mezcla asfáltica en caliente (Adición de plástico con 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.5% como un agregado más para la mezcla asfáltica), con el porcentaje de 4.65% de asfalto y 5.5% de PET se logró una estabilidad mínima de 334 kg., sin embargo, con el porcentaje óptimo de asfalto (5.65%) y 0.5% de PET se logró una estabilidad máxima de 1042 kg. que cumple con el Manual de carreteras Eg-2013. Con respecto al diseño patrón no se logró mejorar los parámetros Marshall teniendo en cuenta los porcentajes de PET del diseño de MAC modificada, pero, si cumple con la norma MTC.

Aimacaña (2017), en el diseño de mezcla asfáltica para su investigación, analizó el comportamiento de las propiedades físico-mecánicas de una mezcla convencional y modificada con polímeros PE (Tapones plásticos triturados de botellas), con la adición del 1% de polímeros y 6.5% de cementos asfáltico logró una estabilidad de 4600 lbs. Asimismo, para esta investigación se logró una estabilidad de 1042 kg. con 0.5 % de PET y 5.65% de asfalto utilizando plástico reciclado PET (Botellas de agua), a diferencia que el proceso de triturado y las dimensiones de plástico fueron distintas ya que se utilizó partes diferentes de una botella, permitiendo que los resultados obtenidos cumplan con las normas establecidas por cada país.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Quintero y Bohórquez (2020), mencionan que la inclusión óptima de PET está en el rango de 0.5% a 2.5%, indicaron que al aumentar el Pet su densidad disminuye. Sus estudios lograron alcanzar una mejora sobre el rango mínimo Marshall (5 KN.) mediante las especificaciones dadas por INVIAS. El porcentaje de vacíos con aire tienen a aumentar mientras se va incrementando el porcentaje de PET pero que ninguno de los diseños modificados con PET llega al límite menor de su norma INVIAS. Relacionando a nuestra investigación se concuerda puesto que, ocurre una similar reacción en los resultados de porcentaje vacíos ya que al aumentar la adición de plástico reciclado PET al diseño de mezcla el porcentaje de vacíos con aire tienden a incrementar, a diferencia que en este caso el porcentaje de vacíos con aire no se encuentran dentro de los parámetros establecidos por norma (especificaciones MTC E 504) y solo se logra un resultado que cumple con la norma señalada considerando los porcentajes de 0.5 % de PET, 5.65%, 6.15% y 6.65% de cemento asfáltico.

Flores (2020), en su proyecto de investigación buscó determinar la manera cómo influye el plástico al incorporarlo en el diseño de una mezcla asfáltica bituminosa, para su diseño modificó sustituyó el plástico PET al agregado fino con los porcentajes establecidos (5%, 5.5% y 6%), al realizar sus ensayos Marshall para su tres diseños logró obtener resultados favorables (5.5% de PET) tanto para la estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos con aire (estabilidad=1346 kg., flujo=2.65 mm., Vacíos=3.5%), porcentajes que cumplen con la norma del MTC. En relación

con los resultados de la mezcla convencional (estabilidad=1276 kg., flujo=3.3 mm.) se observó que los resultados del diseño modificado lo superan en porcentajes. Para el método de incorporar el plástico reciclado PET en nuestro proyecto de investigación podemos decir que, al adicionar el plástico como un agregado más en porcentajes (0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.5%) se logró una estabilidad de 1042 kg. con 0.5% de Pet y al reemplazar el Pet por el agregado fino se determina que la adherencia de los agregados al momento de compactar las briquetas reacciona de manera conjunta, por tal motivo es que los resultados Marshall de ambos proyectos de investigación es favorable.

Ramírez y Tananta (2019), en su investigación realizaron un diseño de una carpeta asfáltica utilizando gránulos de plástico PET con el propósito de lograr la mejora de la circulación vehicular, para ello diseñaron las mezclas asfálticas convencional con cemento asfáltico (C.A) de (4.5, 5, 5.5, 5.82, 6 y 6.5%) y la modificada con los porcentajes de asfalto (4.50, 5, 5.5, 5.67, 6, y 6.5 %) junto con el (30%) de gránulos de plástico, determinaron que la estabilidad óptima de la mezcla convencional con 5.82 de C.A fue de 1096 kg., a diferencia que la estabilidad de la mezcla modificada con 5.67 de cemento asfáltico fue superior (1201 Kg.). De acuerdo con nuestro diseño de mezcla asfáltica se discute que al utilizar plástico reciclado PET procesado manualmente en partículas menores a 1 centímetro se logra una estabilidad óptima de 1042 kg. con el 0.5 de PET y 5.65 C.A. A diferencia que los gránulos de plástico PET son partículas que llevan un ciclo para su procesamiento, motivo el cual influye en los resultados de los parámetros Marshall, puesto que las botellas plásticas recicladas PET son de diferente procedencia y marca.

Destacamos de la investigación realizada por Chochabot José (2020), que al utilizar el método de adición de residuos plásticos Pet en una carpeta asfáltica, se logra aumentar las propiedades de estabilidad con un porcentaje recomendado no mayor al 3% de residuos plásticos y 6.60% de cemento asfáltico, al relacionar sus resultados de la estabilidad tanto de la mezcla modificada con residuos plásticos PET como de la mezcla convencional determinó una diferencia de 96 kg. es decir, un incremento de 8.51%. favorable a la mezcla modifica. De acuerdo con

nuestros resultados obtenidos en laboratorio la diferencia de estabilidad óptima fue de 179 kg. es decir, desfavorable en un 14.66% respecto a la mezcla convencional.

Con respecto a la estabilidad y flujo, Tapia (2021) concluyó que en cuanto a la adición del PET mientras más pequeño sea el plástico se adhiere mejor con los agregados y no se presentan aglomeraciones. También comprobaron que en cuanto a la incorporación de plásticos (PET) en la mezcla asfáltica cumple con proporciones entre 0.5% y 1% con una estabilidad de 995 y un flujo de 13.4, puesto que al incorporar >1.5% se producen agrietamiento por tener mucha rigidez. según los resultados concordamos con respecto a su primer punto, puesto que, al incorporar plástico Pet con mayores tamaños estos generan mayores vacíos y disminuye la estabilidad Marshall originando menor rigidez.

VI.CONCLUSIONES:

1. Con la adición de plástico reciclado Pet a la mezcla asfáltica se presentó una disminución de las propiedades mecánicas en relación al convencional, sin embargo, con la adición del 0.5% de Pet los resultados se encuentran dentro de los parámetros exigidos de estabilidad, porcentaje de vacíos y flujo con respecto a la norma EG-2013.
2. El uso del Pet con las dimensiones simétricas y retenido en la malla N°4 y la malla N°10 proporción de aplicación del 0.5% de Pet presentaron valores aceptables en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con respecto a los requerimientos del MTC.
3. Respecto a los ensayos establecidos por norma para las propiedades de los agregados finos y gruesos de una mezcla asfáltica, con los resultados obtenidos se determinó que los agregados se encuentran dentro de los rangos establecidos por las especificaciones técnicas del MTC.
4. Con el diseño convencional (grupo patrón) de una mezcla asfáltica se determinó que el óptimo contenido de cemento asfáltico es 5.65%.
5. Se determinó que con la adición del 0.5% y 1.5% de Pet y 5.65% de asfalto se presentó valores aceptables de estabilidad y flujo con respecto a los valores mínimos requeridos por la normativa EG-2013, mientras que con el porcentaje de vacíos de aire solo cumple con el 0.5% de Pet. En cuestión se observó que, mientras se adiciona más plástico la mezcla va perdiendo estabilidad y aumentando el porcentaje de vacíos.
6. Finalmente, en los diseños realizados con diferente porcentaje de plástico reciclado PET en relación con los distintos porcentajes de PEN para la mezcla asfáltica en caliente, se analizó estadísticamente los resultados obteniéndose que los valores encontrados son aceptables, por ello se determinó el diseño con el 0.5 % de Plástico y 5.65% de asfalto, 40% de piedra chancada, 29% de arena chancada y 31 % de arena zarandeada en la ciudad de Jaén.

VII.RECOMENDACIONES

Se recomienda adicionar porcentajes menores e iguales a 0.5% de plástico reciclado Pet y obtener las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente dentro de los valores establecidos con respecto a la norma del MTC.

Se sugiere usar el Polyethylene Terephthalate (Pet) con dimensiones menores o iguales a 5 mm en el diseño de mezclas asfálticas en caliente para futuras investigaciones puesto que presentaron valores aceptables en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica con respecto a la normativa y mejora su adherencia con los agregados.

Es favorable extraer agregados de la Arenera Jaén para futuros diseños de Mezclas asfáltica en caliente ya que, de acuerdo a los resultados obtenidos de los diferentes ensayos se determinó, que estos se encuentran dentro de los parámetros instaurados por las especificaciones técnicas del MTC.

Se sugiere considerar el porcentaje de 5.65% de asfalto PEN 60/70 para posteriores investigaciones en diseños de mezclas asfálticas modificadas con plástico reciclado Pet en la ciudad de Jaén.

Se recomienda adicionar Polietileno Tereftalato (PET) en porcentajes de 0.5 y 1.5 con un contenido de asfalto de 5.65%, ya que se presentó valores aceptables de estabilidad y flujo con respecto a los valores mínimos requeridos por la normativa EG-2013, mientras que para el porcentaje de vacíos de aire se recomienda adicionar el 0.5% de Pet.

Finalmente, se recomienda utilizar el Pet para el diseño de mezclas asfálticas debido a que estadísticamente los resultados obtenidos son aceptables, además, se recomienda para futuros investigadores recurrir a las siguientes fórmulas “ $z=1106.160+20.120(x)-145.213(Y)$ ”, “ $Z=3.187+2.147X+2.173Y$ ” y “ $Z=5.902-0.969X+1.629Y$ ” para predecir los resultados de estabilidad, flujo y porcentajes de vacíos en relación a las proporciones de asfalto y Pet, considerando usar el 0.5 % de Plástico y 5.65% de asfalto, 40% de piedra chancada, 29% de arena chancada y 31 % de arena zarandeada para el diseño de mezcla asfáltica en la ciudad de Jaén.

REFERENCIAS

PETCORE EUROPA. petcore-europe.org. *Informe y estudios PET.* [En línea] [Citado el: 18 de Abril de 2022.] <https://www.petcore-europe.org/pet-reports-studies.html>.

ADIL, Dalia. 2015. Utilization of Waste Plastic Water Bottle as a Modifier For Asphalt mixture Properties. *Journal of Engineering and Development.* 12 de March de 2015, Vol. 20, 2, págs. 89-108.

AIMACAÑA, Juan Carlos. 2017. *Estudio comparativo del comportamiento a compresión de pavimentos asfálticos a base de polímeros y pavimento flexibles tradicionales.* Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador : 2017.

ALVAREZ, Richard N y eat al. 2017. Análisis de la contaminación generada por las botellas de plástico en Barranquilla y creación de botellas de papel como producto innovador. *Academia libre.* 2017, 10.

ASTORGA, Lucia. 2018. Nación.com. *Ciencia/medio ambiente.* [En línea] Grupo Nacion, 10 de Julio de 2018. [Citado el: 15 de Enero de 2022.] <https://www.nacion.com/ciencia/medio-ambiente/costa-rica-probara-capas-asfaltica-hecha-con/ZJWKXCJUGFC3RE2X2Y2PMGR6YI/story/>.

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

BLAIR, Christopher y QUINN, Brian. 2017. Physiochemical properties and degradation. [aut. libro] Christopher BLAIR. [ed.] Candice G. Janco. *Microplastic contaminants.* Ámsterdam : Elsevier Inc., 2017, 4, págs. 57-100.

CENTRO de Ecoeficiencia y Responsabilidad (CER). 2020. Grupogea.org.pe. *Investigaciones.* [En línea] Julio de 2020. [Citado el: 20 de Enero de 2020.] https://grupogea.org.pe/wp-content/uploads/2021/01/aechuec_compressed.pdf.

CHOUCHABOT, Jose. 2020. *“Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabayllo – Lima - 2020”*. Universidad César Vallejo, Lima, Perú : 2020.

CHOUDHARY, Rojan, KUMAR, Abhinay y MURKUTE, Kishori. 2018. Properties of Waste Polyethylene Terephthalate (PET) Modified Aspha Mixes: Dependence on PET Size, PET Content, and Mixing Process. [ed.] Budapesti Muszaki es Gazdasagtudományi Egyetem. *PERIODICA POLYTECHNICA INGENIERÍA CIVIL*. 19 de Febrero de 2018, Vol. 62, 3, págs. 685-693.

DÍAZ, José Edwin. 2021. *Diseño de infraestructura vial en las comunidades La Floresta Shumba Alto-Ayabaquita-Pueblo Nuevo y cruce San Agustín Huabal, distrito de Bellavista, Jaén*. Universidad César Vallejos, Jaén, Perú : 2021.

ECHEVERRIA, Evelyn Rosario. 2017. *Ladrillos de concreto con plástico pet reciclado*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú : 2017.

EL HERALDO. 2021. Elheraldo.co. *La Guajira estrena la primera carretera hecha con plástico reciclado del país*. [En línea] 6 de Septiembre de 2021. [Citado el: 02 de Febrero de 2022.] <https://www.elheraldo.co/la-guajira/construyen-carretera-con-plastico-reciclado-en-la-guajira-847477>.

ESPINOSA, Semilí Luis. 2019. *Utilización de plástico PET reciclado como agregado ligante para un diseño de mezcla asfáltica en caliente de bajo tránsito en la ciudad de Huanuco-2018*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huanuco, Huanuco, Huanuco, Perú : 2019.

FERREIRA , Daniel Alfonso y TORRES, Karen Milena. 2014. Caracterización física de agregados pétreos para concretos caso: Vista Hermosa (Mosquera) y mina Cemex (Apulo). *Programa de Ingeniería civil*. 2014, pág. 9.

FLORES, Elvira Milagritos. 2020. *Influencia de los residuos plásticos reciclados al añadirlos a una mezcla asfáltica modificada en caliente, Trujillo*. Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú : 2020.

GARCÍA, Jean Carlo y INGA, Ronny David. 2020. *Variación de las propiedades mecánicas obtenidas del ensayo Marshall entre las mezclas asfálticas tibias producidas con diferentes tecnologías y las mezclas asfálticas en caliente*. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú : 2020.

GUEVARA, Ronal. 2014. *Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto convencional $f'c=210$ kg./ cm² y el concreto con material reciclado polietileno tereftalato (PET) en la ciudad de Jaén - Cajamarca.* Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén, Perú : 2014.

HACHI, José Gabriel y RODRÍGUEZ, Juan Diego. 2010. *Estudio de factibilidad para reciclar envases plásticos de polietileno tereftalato (PET), en la ciudad de Guayaquil.* Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador : 2010.

INSTITUTO Mexicano del Transporte. 2019. Manual de ensayos para laboratorio. *Agregados (AG) para mezcla asfálticas* . [En línea] 2019. [Citado el: 10 de Marzo de 2022.] <https://imt.mx/publicacion.html>. 0188-7297.

IPE. 2017. ¿Hacia dónde va la infraestructura del transporte en el Perú? *Revista Costos*. Junio de 2017.

MAHMUDA, SHMIATI y FLAVIANA. 2019. Asphalt Modified Plastic Waste To Defend Damage In Asphalt Concrete (Ac-Wc). *Palembang (Indonesia)*. 02 de Marzo de 2019, Vol. 1167, 1, pág. 10.

MANURUNG y SULAIMÁN. 2019. Performance mix asphalt concrete wearing course with addition of plastic bottles of polyethylene terephthalate. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 30 de Agosto de 2019, Vol. 732, 1, pág. 7.

MARDONES, Luis y et al. 2019. Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con la incorporación de fibras sintéticas de aramida y polipropileno. *Revista Infraestructura Vial / LanammeUCR*. 26 de Junio de 2019, Vol. 20, 36, págs. 15-24.

MASHAAN, Nuha, y otros. 2021. Investigating the engineering properties of asphalt binder modified with waste plastic polymer. *Ain Shams Engineering Journal*. 2021 de Enero de 2021, 12, pág. 7.

MINAYA, Silene y ORDÓÑES, Abel. 2006. *Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos*. Segunda Edición. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2006. pág. 487.

MODARRES, Amir y HAMIDREZA, Hamedi. 2014. Effect of waste plastic bottles on the stiffness and fatigue properties of modified asphalt mixes. *Materials & Design*. 29 de Abril de 2014, Vol. 61, págs. 8-15.

MOSA, Ahmed Mancy. 2017. Modification of hot mix asphalt using polyethylene therephthalate (pet) waste bottles. *Journal of Engineering and Computer Sciences(ECS)*. 27 de 04 de 2017, Vol. 18, 01, págs. 62-73.

MTC. 2016. Ensayo de Materiales. *portal.mtc.gob.pe*. [En línea] 03 de 06 de 2016. [Citado el: 08 de Marso de 2022.] https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html.

MTC. 2013. Especificaciones Tecnicas generales para construcción. *portal.mtc.gob.pe*. [En línea] Junio de 2013. [Citado el: 07 de Febrero de 2022.] https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html.

PONCE, Carolay Fiorella y VILLA, César Alfredo. 2020. *Análisis comparativo de características y propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente adicionada con fibras de polipropileno respecto a una mezcla asfáltica en caliente convencional*. Universidad Catolica Santa Maria, Arequipa, Perú : 2020.

QUINTERO, Breyner Libardo y TIGUAQUE, Jose Duvan. 2020. Análisis del diseño de un pavimento flexible reciclado en plástico posconsumo. 25 de Junio de 2020, pág. 21.

QUINTERO, Geraldyn y BOHÓRQUEZ, Edwin Andrés. 2020. *Aporte estructural de mescla asfáltica en calinte con inclusión de plastico pet por via seca a estructuras de pavimentos flexibles para vías de bajo tráfico según especificaciones Invias*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia : 2020.

RAMIREZ, Pedro y TANANTA, Winsley Ocman. 2019. *“Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del Jr. San Martín, distrito de Tabalosos-2018”*. UCV, Tarapoto, Perú : 2019.

RAO, Marabathina. 2020. Investigación on Properties of PET and HDPE Waste Plastic Concrete. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*. 27 de May de 2020, Vol. 6, III, pág. 12.

RESTREPO, Mauricio y NAVARRO, Wilson. 2021. *"Evaluación técnica, económica y ambiental para carpeta de rodadura con PET reciclado"*. Universidad Cooperativa de Colombia, Medellín, Colombia : 2021.

ROMERO, Patricio, BONIFAZ, Hugo y HUERTAS, Guillermo Javier. 2019. Diseño de un Pavimento Flexible Adicionando Tereftalato de Polietileno como material constitutivo junto con ligante AC-20. *Repositorio Dspace*. Abril, 2019, pág. 8.

ROMERO, Patricio, y otros. 2019. Diseño de un Pavimento Flexible Adicionando Tereftalato de Polietileno como material constitutivo junto con ligante AC-20. *Repositorio Dspace*. Abril, 2019, pág. 8.

SARKAR, Dipankar. 2016. Laboratory study involving use of brick aggregate along with plastic modified bitumen in preparation of bituminous concrete for the roads of tripura. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 04 de March de 2016, Vol. 11, 01, pág. 8.

SIGERSOL. 2021. Sistemas.minam.gob.pe. *SigersolMunicipal*. [En línea] 2021. [Citado el: 30 de Mayo de 2022.] <https://sistemas.minam.gob.pe/SigersolMunicipal/#/accesoLibre/generacion>.

TAPIA, Rosmery. 2021. *Diseño de mezcla asfáltica incorporando plástico Pet para mejorar la resistencia de la infraestructura vial en avenida Villa Hermosa, Chiclayo*. UCV, Chiclayo, Perú : 2021.

ANEXOS

Anexo 01: Tabla de operacionalización de variables.

VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES							
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN		
Adición de Plástico Reciclado PET	El Tereftalato de Polietileno, conocido como PET, es un polímero termoplástico semicristalino con esfuerzo de tracción de alta resistencia, al incorporarse a la mezcla asfáltica mejora sus propiedades físicas y mecánicas de la carpeta asfáltica, reduciendo fallas habituales en pavimentos flexibles producidos por factores climáticos y tráfico de cargas pesadas (MOSA, 2017).	Para diseñar la mezcla asfáltica y mejorar sus propiedades mecánicas con polímeros (botellas de plástico) es importante realizar el diseño de la mezcla asfáltica con los diferentes porcentajes adicionados de Pet y posteriormente ser medidos con el ensayo Marshall.	Caracterización del plástico reciclado Pet	Dimensiones de las partículas del plástico reciclado Pet (mm.)	Intervalo		
				Propiedades del plástico Reciclado Pet (Mpa, °C, etc.)	Intervalo		
			Ensayos de los agregados que intervienen en el diseño de mezcla asfáltica	ENSAYOS DE AGREGADOS GRUESOS	Granulometría (% , gr)	Razón	
					Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) (%)	Razón	
					Abrasión Los Ángeles (%)	Razón	
					Adherencia (%)	Razón	
					Índice de Durabilidad (%)	Razón	
					Partículas chatas y alargadas (%)	Razón	
					Caras fracturadas (%)	Razón	
					Sales Solubles Totales (%)	Razón	
					Absorción (%)	Razón	
					ENSAYOS DE AGREGADOS FINOS	Granulometría (%)	Razón
						Equivalente de Arena (%)	Razón
						Angularidad del agregado fino (%)	Razón
						Azul de metileno (%)	Razón
						Índice de Plasticidad (malla N° 40) (%)	Razón

				Índice de durabilidad (%)	Razón
				Índice de Plasticidad (malla N° 200) (%)	Razón
				Adhesividad (Riedel Weber) (%)	Razón
				Sales Solubles Totales (%)	Razón
				Terrones de arcilla y partículas desmenuzables (%)	Razón
			Diseño de la mezcla asfáltica con el método Marshall con y sin la adición del plástico Pet	DOSIFICACION DE AGREGADOS: Cemento asfáltico PEN 60/70 (%) Agregado fino (kg) Agregado grueso (kg) Pet (0.5 %, 1.5%,3.5% y 5.5%). (%)	Razón
VARIABLES DEPENDIENTE	Las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica (estabilidad, flujo y la determinación del porcentaje de vacíos) indica (PONCE, y otros, 2020) que al realizar ensayos y comparar resultados de las mezclas (convencional-modificada con polipropileno) se logra mejorar dichas propiedades al incorporar Pet (pág. 159)	Las propiedades mecánicas de una mezcla bituminosa son esenciales para el buen funcionamiento de los pavimentos asfálticos utilizado en la construcción de vías, por ello es indispensable implementar nuevas técnicas modernas que benefician la reducción de la contaminación ambiental (plástico reciclado Pet, etc.)	Determinación de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica del grupo patrón y del grupo experimental	ENSAYO MARSHALL:	
Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica. Jaén - Cajamarca			Evaluación de los resultados del grupo experimental al grupo patrón y seleccionar el porcentaje óptimo del plástico reciclado Pet	Estabilidad (Kg)	Razón
				Fluencia (mm)	Razón
				Porcentaje de vacíos (%)	Razón
				Porcentaje óptimo de Pet (%)	Razón

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 02: Instrumentos de recolección de datos - Tabla de categorización.

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN (Plástico reciclado PET)			
<u>Matriz de categorización</u>			
Investigadores: Montoya Abarca Fiorella Yamile Lozada Goicochea Wilmer Fecha: abril 2022			
Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca			
Propiedades		PET	Autores
Clasificación			
Orientación molecular en fase sólida			
Monómeros			
Propiedades físicas	Densidad (g/cm ³)		
	Absorción de Agua (%)		
Propiedades Mecánicas	Coeficiente de fricción		
	Resistencia a la tracción (Mpa)		
	Resistencia a impacto (Jm)		
	Resistencia a la flexión (Kg/cm ²)		
Propiedades térmicas	Temperatura de Fusión (°C)		
	Temperatura de deformación por calor (°C)		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 03: Instrumentos de recolección de datos – Ficha resumen N° 01.

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN (Agregado grueso)				
<u>FICHA DE RESUMEN N° 01</u>				
Investigadores: Montoya Abarca Fiorella Yamile Lozada Goicochea Wilmer			Fecha: abril 2022	
Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca				
Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultados	Observaciones
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.		
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.		
Adherencia	MTC E 517	95		
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% máx.		
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.		
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50		
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.		
Absorción	MTC E 206	1.00%		

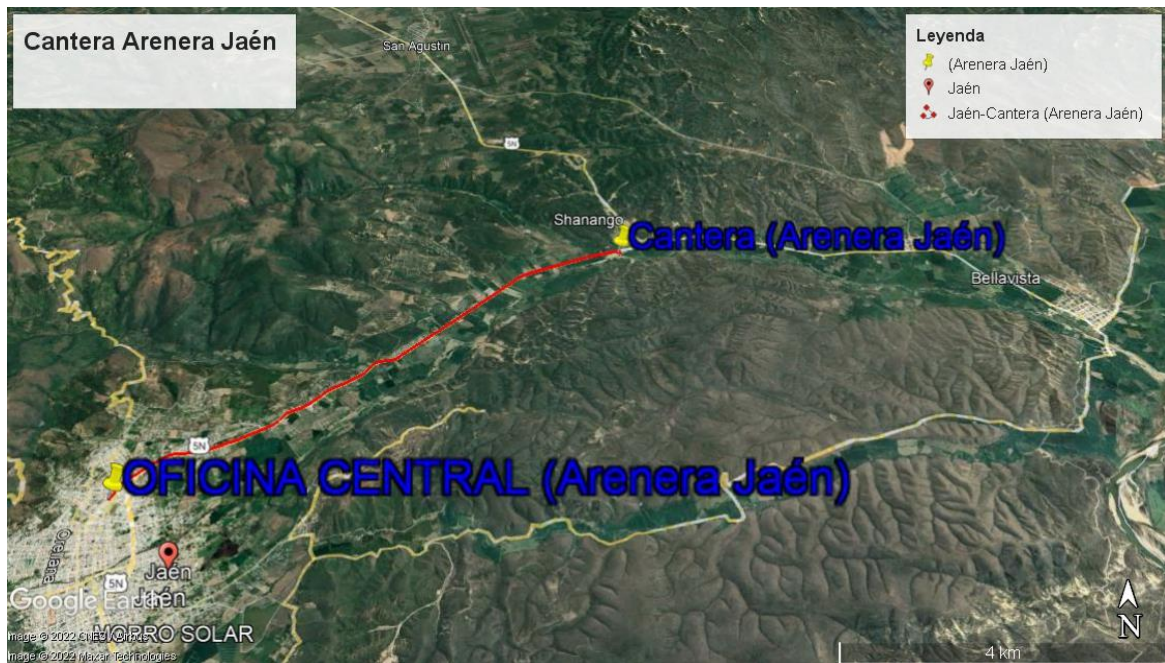
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 04: Instrumentos de recolección de datos – Ficha resumen N° 02.

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN (Agregado Fino)				
<u>FICHA DE RESUMEN N° 02</u>				
Investigadores: Montoya Abarca Fiorella Yamile Lozada Goicochea Wilmer			Fecha: abril 2022	
Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultados	Observaciones
Equivalente de Arena	MTC E 114	60% mín.		
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30% mín.		
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8% máx.		
Índice de Plasticidad (malla N° 40)	MTC E 111	NP		
Índice de durabilidad	MTC E 214	35 mín.		
Índice de Plasticidad (malla N° 200)	MTC E 111	Máx. 4		
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4 mín.		
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 05: Plano de ubicación “cantera Arenera Jaén”.



Fuente: Google Earth.

Anexo 06: Gradación de agregados.

Tamices	Piedra Chancada (%)	Arena Chancada (%)	Arena Zarandeada (%)	Combinación	Especificación	
	40.0	29.0	31.0	100.0	MAC-2	
3/4"	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100
1/2"	60.5	100.0	100.0	84.2	80	100
3/8"	35.5	100.0	100.0	74.2	70	88
#04	7.7	98.5	76.7	55.4	51	68
#10	0.0	68.7	59.1	38.3	38	52
#40	0.0	30.8	30.6	18.4	17	28
#80	0.0	17.7	15.4	9.9	8	17
#200	0.0	9.7	8.0	5.3	4	8

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos “EMP Asfaltos”.

Anexo 07: Peso específico y absorción del agregado grueso.

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



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

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

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NTP 400.021, MTC E 206)

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCION	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	Arenera Jaén	RESP. LAB. :	S.B.F.
MATERIAL	Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA :	Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	M-01
----------------	------

AGREGADO GRUESO

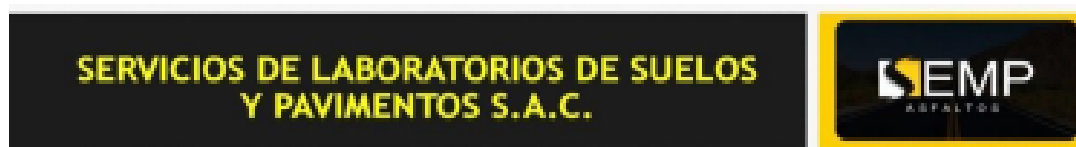
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1232.1	1391.4		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	778.2	877.6		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	455.9	514.4		
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1222.1	1380.0		
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	445.9	505.6		PROMEDIO
	Po bulk (Base seca) = D/C	2.681	2.683		2.682
	Po bulk (Base saturada) = A/C	2.703	2.705		2.704
	Po aparente (Base Seca) = D/E	2.741	2.744		2.742
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.82	0.83		0.82%

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 08: Durabilidad al sulfato de magnesio.



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

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(NTP 400.016, MTC E-209)

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. :	S.B.F.
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA :	Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-01
---------	--------

DATOS DEL ENSAYO

FRACCION		GRADACION ORIGINAL %		Peso de fracción ensayada	Peso retenido después del ensayo	Pérdida después del ensayo (gr)	Pérdida después del ensayo (%)	Pérdida corregida
PASA	RETIENE	Peso retenido	% retenido					
			A	B	C	D	E	F
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"							
3/4"	1/2"	3689.0	42.6	675.0	625.0	49.1	7.3	3.10
1/2"	3/8"	2384.0	27.5	300.0	281.5	18.5	6.2	1.70
3/8"	N° 4	2586.0	29.9	300.0	276.2	23.8	7.9	2.37
	< N° 4							
TOTALES		8659.0	100.0	1275.0				7.2


Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 09: Ensayo de Abrasión (Maquina de los Angeles).

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



Av. Vicente Risco Lora 1, Fundo El Carrizo (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Holognesi)

Servicios de Laboratorios Chidayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 259

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)
(NTP 400.019, MTC E - 207)

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	: Arena Jaén	RESP. LAB.	: S.B.F.
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máz. 3/4"	TEC. LAB.	: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Locada Golcocha Wilmer, Monloya Abanca Florella Yanila	FECHA	: Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DEL ENSAYO					
TAMIZ		A	B	C	D
PASA	RETIENE				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"		2500		
1/2"	3/8"		2500		
3/8"	1/4"				
1/4"	Nº4				
Nº4	Nº8				
PESO TOTAL			5000		
PESO RETENIDO EN TAMIZ Nº12			4085		
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO			915		
Nº DE ESFERAS			11		
PESO DE LAS ESFERAS			4532		
TIEMPO DE ROTACIONES (m)			15		
% DE DESGASTE			18.3		


Observaciones:



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 10: Ensayo de Afinidad (Agregado-Bitumen).

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



Av. Victoria Raso Lora 3, Frente al Centro del Comercio de la Ciudad Amaluza - Proyección Botegón
 Servicios de Laboratorios Chiloje - EMP Asfaltos
 948 832 622 - 954 181 476 - 988 938 290
 E-mail: servicios_lab@empasfaltos.com

ENSAYOS DE AFINIDAD AGREGADO BITUMEN
 DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ADHERENCIA
 (ART. 0180)

PROYECTO : Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca'.	RESP. LAB. : S.B.F.
DESCRIPCION : LÍMITE AUTÓMICO P10 B01/U	TEC. LAB. : C.A.D.S.
CANTERA : Anansa Jaén	FECHA : Abril 2022
MATERIAL : Grava Chancada T. Máx. 3/4"	
SOLICITANTE : Lozada Golcocha Wilmer, Montoya Abanca Fanelia Yanile	

MATERIAL	METODO DE ENSAYO	ESPECIFICACION	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA								ASFALTO TEMPERATUR A DE ENSAYO °C	ENSAYO SIN ADITIVO	ENSAYO CON ADITIVO
			%	%	%	%	%	%	%	%			
			0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00			
Piedra chancada	MTC E 519	+95	-	-	-	-	-	-	-	-	90°	-95	-

Observaciones :
 LOS VALORES INDICAN PORCENTAJES DE ADHERENCIA DESPUES DEL ENSAYO
 LA ADHERENCIA PAGINA ESTA REFERIDA AL PORCENTAJE DE REVESTIMIENTO OBSERVADO LUEGO DE CULMINADO EL ENSAYO



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos “EMP Asfaltos”.

Anexo 11: Índice de durabilidad del agregado grueso.



Ax Vicenta Ruso Lobe 1, Fundo El Carrizo (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 938 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INDICE DE DURABILIDAD AGREGADO GRUESO
(MTC E214)

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arena Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Grava Chancada T. Mix. 3/4"	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Golcochea Wilmar, Montoya Aberca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

TAMAÑOS DE MALLAS				Muestra Peso (gr.)	Agitación Muestra (10 minutos)	Contenido de Agua Destilada (ml)
PASA	RETENIDO		PESO (gr.)			
3/4"	1/2"		1070	1060	10'	1000.0
1/2"	3/8"		570	560		
3/8"	N° 4		910	900		

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
N° DE ENSAYO	1	2	Promedio
Hora de entrada a decantación	09:36	09:38	
Hora de salida de decantación (mas 20')	09:56	09:58	
Altura máxima de material fino (pulg.0.1")	1.69	1.70	
Índice de Durabilidad (De la tabla)	58.6	58.4	58.5

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 12: Porcentaje de partículas chatas y alargadas en agregados gruesos.

PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN LOS AGREGADOS
(NTP 400.040, MTC 223)

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. :	S.B.F.
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA :	Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

INDICE DE APLANAMIENTO (PARTICULAS CHATAS) :						
DATOS DEL ENSAYO						
TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	PARTICULAS CHATAS	PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE PARTICULAS CHATAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	3689.0	148.2	4.02	60.7	244
1/2"	3/8"	2384.0	94.6	3.97	39.3	156
		6073.0			100.0	400
PORCENTAJE PARTICULAS CHATAS (ΣE / ΣD)				= 4.0 %		

INDICE DE ALARGAMIENTO (PARTICULAS ALARGADAS) :						
DATOS DEL ENSAYO						
TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	PARTICULAS ALARGADAS	PORCENTAJE DE PARTICULAS ALARGADAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE PARTICULAS ALARGADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	3689.0	166.1	4.50	60.7	274
1/2"	3/8"	2384.0	110.0	4.61	39.3	181
		6073.0			100.0	455
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA (ΣE / ΣD)				= 4.5 %		


% PARTICULAS CHATAS + % PARTICULAS ALARGADAS = 8.5





Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 13: Partículas fracturadas en el agregado grueso.

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



Av. Vicente Rusa-Lata 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 **Servicios de Laboratorios Chichay - EMP Asfaltos**
 **998 632 633 - 954 331 478 - 998 638 230**
E-mail: servicios_lab@emp.com

PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO
(MTC E210-2000)

PROYECTO	Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca.		
DESCRIPCION	Cemento Asfáltico Pen-60/70		
CANTERA	Asfalta Jaén	RESP. LAB. :	S.B.F.
MATERIAL	Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Locada Golcocha Wilmer, Montoya Abarca Florella Yamile	FECHA :	Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

A.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS:						
DATOS DEL ENSAYO						
TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	3689.0	3592.0	96.96	60.7	5965
1/2"	3/8"	2384.0	2312.0	96.98	39.3	3807
		6073.0			100.0	9772
% DE DOS O MAS CARAS FRACTURADAS (IE / ID)				= 96.7 %		

B.- CON UNA CARA FRACTURADA:						
DATOS DEL ENSAYO						
TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	3689.0	3649.0	98.92	60.7	6009
1/2"	3/8"	2384.0	2324.0	97.48	39.3	3827
		6073.0			100.0	9836
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA (IE / ID)				= 98.4 %		


Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 14: Contenido de sales solubles.

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



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

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN LOS SUELOS
(NTP 339.152, MTC E 219)

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCION	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	Arenera Jaén	RESP. LAB. :	S.B.F.
MATERIAL	Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamila	FECHA :	Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	M-01

DATOS DEL ENSAYO					
MUESTRA	IDENTIFICACION				Promedio
	1	2			
(1) Peso Tarro (Beker 100 ml.) Puros	103.63	124.51			
(2) Peso Tarro + agua + sal	148.19	175.51			
(3) Peso Tarro Seco + sal	103.64	124.53			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.01	0.02			
(5) Peso de Agua (2-3)	44.56	51.00			
(6) Porcentaje de Sal	0.02 %	0.04 %			0.03 %

Observaciones :



Cesar A. Diaz
TÉCNICO LABORATORISTA



Encarnación
ENCARNACIÓN



EMP ASFALTOS
CHICLAYO - PERÚ

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 15: Gravedad específica y absorción de los agregados Finos.

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



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

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NTP 400.021, MTC E 205)

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
MATERIAL	: Arenera Jaén	RCGP. LAB. :	C.D.F.
PROCEDENCIA	: Arena Chancada + Arena Zarandeada	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA :	Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

AGREGADO FINO					
A	Peso Mat. Sat. Seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0		
B	Peso Frasco + agua	682.1	684.5		
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	982.1	984.5		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	683.9	671.2		
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	113.2	113.3		
F	Pa. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	298.9	298.9		
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	110.1	110.2		PROMEDIO
	Pa bulk (Base seca) = FE	2.622	2.620		2.621
	Pa bulk (Base saturada) = AE	2.650	2.648		2.649
	Pa aparente (Base Seca) = F/G	2.697	2.694		2.696
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.06	1.04		1.05%

Observaciones :


César A. Díaz Salvedra
 TÉCNICO LABORATORISTA


Secretario de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C
 Secretario de Suelos y Pavimentos
 EMP ASPALTOS



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 16: *Equivalente de Arena.*

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



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

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 938 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

EQUIVALENTE DE ARENA
(NTP 339.148, MTC E 114)

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
MATERIAL	: Antrera Jaén	RESP. LAB. :	S.B.F.
PROCEDENCIA	: Arena Chancada + Arena Zarandeada	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Aberca Fiorella Yamile	FECHA :	Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	01	02	03			
HORA DE ENTRADA	09:12	09:14	09:16			
HORA DE SALIDA	09:22	09:24	09:26			
HORA DE ENTRADA	09:24	09:26	09:28			
HORA DE SALIDA	09:44	09:46	09:48			
ALTURA DE NIVEL MATERIAL FINO (A)	5.2	5.1	5.2			
ALTURA DE NIVEL ARENA (B)	3.5	3.4	3.4			
EQUIVALENTE DE ARENA (B x 100/A)	66.3%	66.7%	65.4%			
PROMEDIO:	66%					

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 17: Angularidad del agregado Fino.



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

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 944 952 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO
(MTC E 222)

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCIÓN	: Cemento Asfáltico Pan 60/70		
MATERIAL	: Arena Jaén	RESP. LAB. :	S.B.F.
PROCEDENCIA	: Arena Chancada + Arena Zarandeada	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Golcocha Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamila	FECHA :	Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

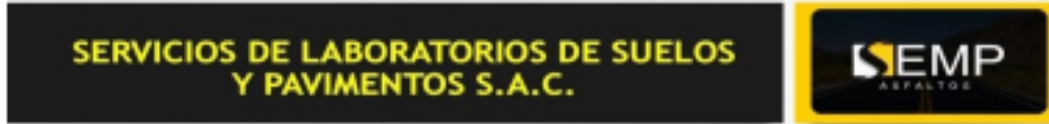
DATOS DEL ENSAYO					
ENSAYO	Nº	1	2	3	
PESO DEL AGREGADO FINO + MOLDE	gr.	245.20	243.50	244.50	
PESO DEL MOLDE	gr.	108.60	108.60	108.60	
PESO DEL AGREGADO FINO	(w)	136.60	134.90	135.90	
VOLUMEN DEL CILINDRO	(v)	105.29	105.29	105.29	
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE AGREGADO FINO	G _m	2.696	2.696	2.696	
VACÍOS NO COMPACTADOS	%	51.9	52.5	52.0	
PROMEDIO	%	52.1			

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 18: Valor azul del metileno en agregados finos y llenantes minerales.



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

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

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

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCION	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
MATERIAL	Arenera Jaén		
PROCEDENCIA	Arena Chancada + Arena Zarandeada		
SOLICITANTE	Lozada Golcochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile		
	RESP. LAB. :	S.B.F.	
	TEC. LAB. :	C.A.D.S.	
	FECHA :	Abril 2022	

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DEL ENSAYO					
MUESTRA		1	2	3	PROMEDIO (mg/gr)
	:				
PESO DE MATERIAL PASANTE MALLA #200 (gr)	:	11.0	11.0	10.9	
AGUA DESTILADA (ml)	:	30.0	30.0	30.0	
PESO DE MATERIAL PASANTE MALLA #200 + AGUA	:	41.0	41.0	40.9	
SOLUCION AZUL DE METILENO	:	0.5	0.5	0.5	
SOLUCION AZUL DE METILENO REQUERIDA EN LA TITULACION (ml)	:	60.5	61.5	60.9	
VALOR DE AZUL DE METILENO (mg/gr)	:	2.75	2.80	2.79	2.78

Observaciones:



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 19: Límites de consistencia material pasante de la malla N° 40.

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

LIMITES DE CONSISTENCIA MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°40
 (NTP 330.129, MTC E - 110, MTC E 111)

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
MATERIAL	: Arena Jaén	RESP. LAB.	: S.B.F.
PROCEDENCIA	: Arena Chancada + Arena Zarandeada	TEC. LAB.	: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamila	FECHA	: Abril 2022


DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DE ENSAYO				
LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
N° DE GOLPES				
LIMITE PLASTICO				
N° TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
LL :	15.4	%	LP :	NP %
			IP :	NP %

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 20: Índice de durabilidad del agregado fino.

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



Av. Vicente Ruiz Lata 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
Servicios de Laboratorios-Chilayo - EMP Asfaltos
998 852 822 - 954 331 476 - 998 828 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com

ÍNDICE DE DURABILIDAD AGREGADO FINO
(MTC E 214)

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCIÓN	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
MATERIAL	: Arena Jaén	RESP. LAB. :	S.B.F.
PROCEDENCIA	: Arena Chancada + Arena Zarandada	TCC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Luzada Golcochea Wilmer, Montoya Alanca Florile Yamile	FECHA :	Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DEL ENSAYO						
TAMAJOS DE MALLAS				Agitación Muestra	Contenido de	Muestra Lata
PASA	RETENIDO		PESO (gr.)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)	(ml)
# 4	# 200		500		1000.0	85

DESCRIPCIÓN	IDENTIFICACION		
N° DE ENSAYO	1	2	Promedio
Hora de entrada a saturación	10:26	10:26	
Hora de salida de saturación (mas 10')	10:36	10:36	
Hora de entrada a decantación	10:38	10:48	
Hora de salida de decantación (mas 20')	10:58	11:00	
Altura mínima de la arcilla (seg. 0.1")	5.20	5.10	
Altura mínima de la arena (seg. 0.1")	3.18	3.20	
Índice de Durabilidad (DI = L.arena/L. arcilla*100)	61.2	62.7	61.9

Observaciones :




Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 21: Limite de consistencia material pasante de la malla N° 200.

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

Av. Vicente Nieto Lote 3, Fundo El Centro (en Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
Servicio de Laboratorios-Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 632 - 954 331 476 - 998 828 250
E-mail: servicio_lab@hotmail.com

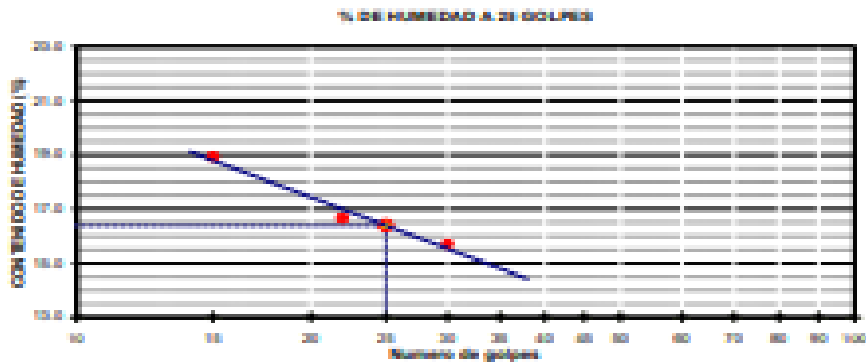


LIMITES DE CONSISTENCIA MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200
(NTP 328.129 MTC E - 110, MTC E 111)

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCIÓN	Cemento Asfáltico Pen 9070		
MATERIAL	Arenera Jaén	RESP. LAB.:	S.B.F.
PROCEDEM.	Arena Chancada + Arena Zanahada	TEC. LAB.:	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Luzada Golcocha Wimer, Montoya Abanca Floresta Yamile	FECHA:	Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	M01

DATOS DE ENSAYO					
LÍMITE LÍQUIDO					
N° TARRO	14	27	30		
TARRO + SUELO HÚMEDO	31.28	28.68	24.81		
TARRO + SUELO SECO	28.80	26.73	22.85		
AGUA	2.48	1.95	1.96		
PESO DEL TARRO	16.88	14.34	15.34		
PESO DEL SUELO SECO	12.92	12.39	7.51		
% DE HUMEDAD	16.50	16.67	16.71		
N° DE GOLPES	10	25	30		
LÍMITE PLÁSTICO					
N° TARRO	4	16			
TARRO + SUELO HÚMEDO	16.88	16.21			
TARRO + SUELO SECO	15.38	15.12			
AGUA	1.50	1.09			
PESO DEL TARRO	7.62	7.63			
PESO DEL SUELO SECO	7.62	7.62			
% DE HUMEDAD	19.68	14.30			
LL :	16.4 %	LP :	14.3 %	IP :	1.9 %

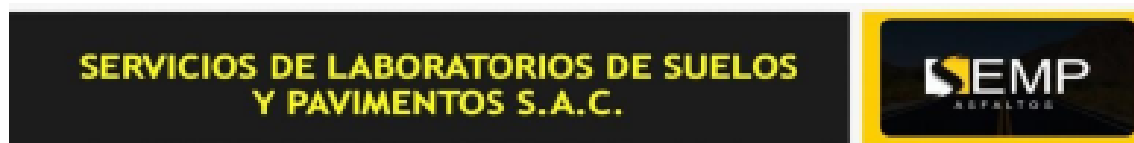


Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 22: Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos (RIEDEL-WEBER).



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

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 632 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

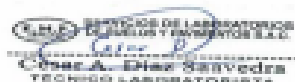
**ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS
 (PROCEDIMIENTO RIEDEL - WEBER)
 (MTC E 220)**

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
MATERIAL	: Arenera Jaén	RESP. LAB.	: S.B.F.
PROCEDENCIA	: Arena Chancada + Arena Zarandeada	TEC. LAB.	: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA	: Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DEL ENSAYO				
DENOMINACION			DESPRENDIMIENTO ARIDO - ASFALTO	RESULTADOS
AGUA DESTILADA		0	NULO	PARCIAL: 6 TOTAL: 10
Concentración de carbonato sódico	M/256	1	NULO	
	M/128	2	NULO	
	M/64	3	NULO	
	M/32	4	NULO	
	M/16	5	NULO	
	M/8	6	PARCIAL	
	M/4	7	PARCIAL	
	M/2	8	PARCIAL	
M/1	9	PARCIAL		

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 23: Contenido de sales solubles.

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



Av. Vicente Russo Lote 1, Fundo El Carrizo (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

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

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN LOS SUELOS
(NTP 339.152, MTC E 219)

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
MATERIAL	: Arenera Jaén	RESP. LAB.	: S.B.F.
PROCEDENCIA	: Arena Chancada + Arena Zarandeada	TEC. LAB.	: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Golcochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA	: Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DEL ENSAYO					
MUESTRA	IDENTIFICACION				Promedio
	1	2	3	4	
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml) Pyros	131.53	113.69			
(2) Peso Tarro + agua + sal	174.09	163.69			
(3) Peso Tarro Seco + sal	131.55	113.72			
(4) Peso de Sal (3-1)	0.02	0.03			
(5) Peso de Agua (2-3)	42.56	50.00			
(6) Porcentaje de Sal	0.05 %	0.05 %			0.05 %

Observaciones :



Cesar A. Diaz Sotvedra
TECNICO LABORATORISTA



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
SECRETARÍA EJECUTIVA Y ADMINISTRATIVA
ING. CESAR A. DIAZ SOTVEDRA



EMP ASPALTOS
CHICLAYO - PERU

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".


Anexo 24: Arcilla en terrones y partículas desmenuzables.

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



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

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ARCILLA EN TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES
(NORMA NTP 400.015, MTC E 212)

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
MATERIAL	: Arenera Jaén		RESP. LAB. : S.B.F.
PROCEDENCIA	: Agregado Global		TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile		FECHA : Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DEL ENSAYO				
Peso Inicial de muestra : Agregado Fino	Pasa (3/8")	Retiene (N°04")	1000.0	gr.
Peso Final de muestra			999.96	gr.
Porcentaje de Terrones de arcilla			0.004	%

Observaciones:


Cesar A. Diaz Saevedra
 TECNICO LABORATORISTA


Secundino Suarez Fernandez
 REG. 007 152774



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 26: Dosificación de concreto asfáltico convencional con el 4.5% de asfalto.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	31.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz													
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200				
A Grava Triturada	44.59	42.58														
B Arena	55.41	52.92														
			100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1					
			100	100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8					

	#	1	2	3	Prom.
1 Numero de probeta					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.58	42.58	42.58	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.92	52.92	52.92	
5 % de Nier en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7 Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9 Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10 Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11 Peso específico aparente del Nier	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12 Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13 Peso de la probeta en el aire	gr	1211.2	1214.1	1206.3	
14 Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1218.4	1220.3	1212.5	
15 Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	688.6	691.2	687.2	
16 Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	529.8	529.1	525.3	
17 Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.286	2.295	2.296	2.292
18 Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 3041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.489	2.489	2.489	
19 Máxima densidad teórica de los agregados $100 \times \frac{2.65}{2.65 + (3 \times \frac{2.65}{2.65 - 1} + 8 \times \frac{2.65}{2.65 - 10})}$	gr/cc	2.481	2.481	2.481	
20 % de vacíos con aire 100(1-17/18) (ASTM D 3303, MTC E 505)	%	8.14	7.80	7.73	7.89
21 Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) \times \frac{1}{(3/7) + (4/8) + (5/11)}$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22 Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) \times \frac{1}{(3/8) + (4/10) + (5/13)}$	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23 Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) \times \frac{1}{(3P - 8) + (4P - 10)}$	gr/cc	2.670	2.670	2.670	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 8(23 - 21) \times \frac{1}{(2 \times 2 - 1)}$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.13	0.13	0.13	
25 % del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4) \times \frac{1}{7 \times 21}$	%	82.06	82.37	82.43	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 \times \frac{25 + 20}{21}$	%	9.80	9.84	9.84	
27 % vacíos del agregado mineral 100.25	%	17.94	17.63	17.57	17.71
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) \times (3+4)$	%	4.38	4.38	4.38	
29 Relación bitum vacíos $(26/27) \times 100$	%	54.63	55.78	56.02	55.48
30 Lectura del aro	kg	192	201	216	
31 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	810.6	848.3	911.1	
32 Factor de estabilidad		0.96	0.96	0.96	
33 Estabilidad corregida 31/32	kg	778	814	875	822
34 Lectura del Resímetro (0.01") $(35 / 0.254)$	pul	10	10	11	10
34 Fluencia	m.m.	2.54	2.54	2.79	
35 Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	30.64	320.6	3131	3133

Observaciones:



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 27: Dosificación de concreto asfáltico convencional con el 5.0 % de asfalto.

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

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

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.



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

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		RESP. LAB. : S.B.F. TEC. LAB. : C.A.D.S. FECHA : Abril 2022
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	: Arenera Jaén		
MATERIAL	: Combinación de agregados		
SOLICITANTE	: Lozada Golcochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile		

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	31.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz												
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº 200			
A Grava Triturada	44.59	42.36													
B Arena	55.41	52.64													
Mezcla	100.0	100.0	81.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1						
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8						

Nº	Descripción	Unidad	Resultados				Prom.
			1	2	3		
1	Numero de probeta	#					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.0	5.0	5.0		
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.36	42.36	42.36		
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.64	52.64	52.64		
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00		
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021		
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.682	2.682	2.682		
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693	
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621		
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635	
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86		
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.1	6.1	6.2		
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1204.9	1200.3	1205.4		
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1207.9	1204.1	1210.8		
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	680.6	688.4	688.9		
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c	517.3	515.7	521.9		
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.329	2.328	2.310	2.322	
18	Peso específico teórico máximo (Roc) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.460	2.460	2.460		
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100/((2/3) + ((P/27) + (4/3)P + 10))$	gr/cc	2.463	2.463	2.463		
20	% de vacíos con aire $100/((1-17/18) * ((2/3) + ((P/27) + (4/3)P + 10)))$ (ASTM D 3203, MTC E 805)	%	5.33	5.40	6.13	5.62	
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc	2.661	2.661	2.661		
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-2)/((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc	2.673	2.673	2.673		
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P) + (4/P) + 10)$	gr/cc	2.658	2.658	2.658		
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D-4469, MTC E 511)	%	-0.04	-0.04	-0.04		
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4) * 17.21$	%	83.17	83.11	82.47		
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	11.50	11.49	11.40		
27	% vacíos del agregado mineral $100-25$	%	16.83	16.89	17.53	17.08	
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	5.04	5.04	5.04		
29	Relación betun/vacíos $(26/27)*100$	%	68.33	68.03	65.05	67.14	
30	Lectura del aro	Ag	242	235	251		
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aro)	Ag	1020	991	1058		
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00		
33	Estabilidad corregida $31*32$	Ag	1020	991	1058	1023	
34	Lectura del flexómetro $(0.01") * (35 / 0.254)$	psi	12	13	12	12	
34	Fluencia	m.m	3.05	3.30	3.05		
35	Relación Estabilidad / Fluencia	Ag/cm	3347	3000	3470	3272	

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos"

Anexo 28: Dosificación de concreto asfáltico convencional con el 5.5 % de asfalto.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	31.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200	
A Grava Triturada	44.59	42.13											
B Arena.	55.41	52.37											
Mezcla			100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1		
Especificaciones			100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8		

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.5	5.5	5.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.13	42.13	42.13	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.37	52.37	52.37	
5	% de filer en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 209)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filer	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1215.9	1211.0	1213.6	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1218.3	1212.8	1215.8	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	701.6	698.1	699.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c	516.7	514.7	516.8	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.353	2.353	2.348	2.351
18	Peso específico teórico máximo (Rico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.455	2.455	2.455	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 \left[\frac{2}{2+8} + \frac{3}{3+8} + \frac{4}{4+10} + \frac{5}{5+11} \right]$	gr/cc	2.445	2.445	2.445	
20	% de vacíos con aire $100 \left[\frac{1-17}{18} \right]$ (ASTM D 3003, MTC E 505)	%	4.16	4.18	4.36	4.23
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-21) \left[\frac{3}{7} + \frac{4}{9} + \frac{5}{11} \right]$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21) \left[\frac{3}{8} + \frac{4}{10} + \frac{5}{11} \right]$	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) \left[\frac{3}{8} + \frac{4}{10} + \frac{5}{11} \right]$	gr/cc	2.674	2.674	2.674	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21) \left[\frac{23}{21} \right]$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.19	0.19	0.19	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4) \cdot 17.21$	%	83.58	83.57	83.41	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	12.26	12.25	12.23	
27	% vacíos del agregado mineral $100-25$	%	16.42	16.43	16.59	16.48
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24+100) \cdot (3+4)$	%	5.32	5.32	5.32	
29	Relación betún vacíos $(25+27) \cdot 100$	%	74.65	74.58	73.71	74.31
30	Lectura del aro	kg	292	285	288	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aro)	kg	1229	1200	1213	
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida $31 \cdot 92$	kg	1229	1200	1213	1214
34	Lectura del flexómetro (0.01") $(35 / 0.254)$	pul	13	12	13	13
34	Fluencia	m.m	3.30	3.05	3.30	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3723	3938	3673	3778

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 29: Dosificación de concreto asfáltico convencional con el 6.0 % de asfalto.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Golcochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA: Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	31.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz																	
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N° 200								
A Grava Triturada	44.59	41.91																		
B Arena	55.41	52.09																		
Mezcla			100	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1									
Especificaciones			100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8									

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	CA. en peso de la mezcla	%	6.0	6.0	6.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.91	41.91	41.91	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.09	52.09	52.09	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1201.8	1204.2	1194.6	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1202.4	1204.8	1195.4	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	693.1	692.4	690.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c	509.3	512.4	505.4	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.360	2.350	2.364	2.358
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.445	2.445	2.445	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100[(2.65)+(3 \cdot 2)(7+8)+(4 \cdot 2)(9+10)]$	gr/cc	2.427	2.427	2.427	
20	% de vacíos con aire $100[1-17/18]$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.49	3.88	3.33	3.56
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-3) / [(3/7)+(4/9)+(5/11)]$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21) / [(3/8)+(4/10)+(5/11)]$	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / [(3/P_8)+(4/P_9+10)]$	gr/cc	2.684	2.684	2.684	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-5-(23-21) / (23 \cdot 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.33	0.33	0.33	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4) \cdot 17/21$	%	83.37	83.03	83.51	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	13.14	13.09	13.16	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	16.63	16.97	16.49	16.70
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) \cdot (3+4)$	%	5.69	5.69	5.69	
29	Relación betún vacíos $(26/27) \cdot 100$	%	79.02	77.13	79.83	78.66
30	Lectura del aro	kg	278	281	287	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aro)	kg	1171	1183	1209	
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.04	
33	Estabilidad corregida $31 \cdot 32$	kg	1171	1183	1257	1204
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	mil	13	13	12	13
34	Fluencia	m.m	3.30	3.30	3.05	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3546	3584	4124	3781

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 31: Gravedad específica de mezcla bituminosa.

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 200 ASTM D- 2041

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 6070	
CANTERA	: Anenara Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wáimer, Montoya Abarca Fiorilla Yamile	FECHA : Abril 2022

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
1.- PESO DEL MATERIAL	1189.6	1195.0	1197.0	1186.6	1196.4
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4428.9	4434.3	4436.3	4426.1	4435.7
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3950.9	3948.6	3945.8	3940.7	3943.2
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	478.0	485.7	487.5	485.4	492.5
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.489	2.460	2.455	2.445	2.429
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.489	2.460	2.455	2.445	2.429

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.55	DISEÑO	

Observaciones :

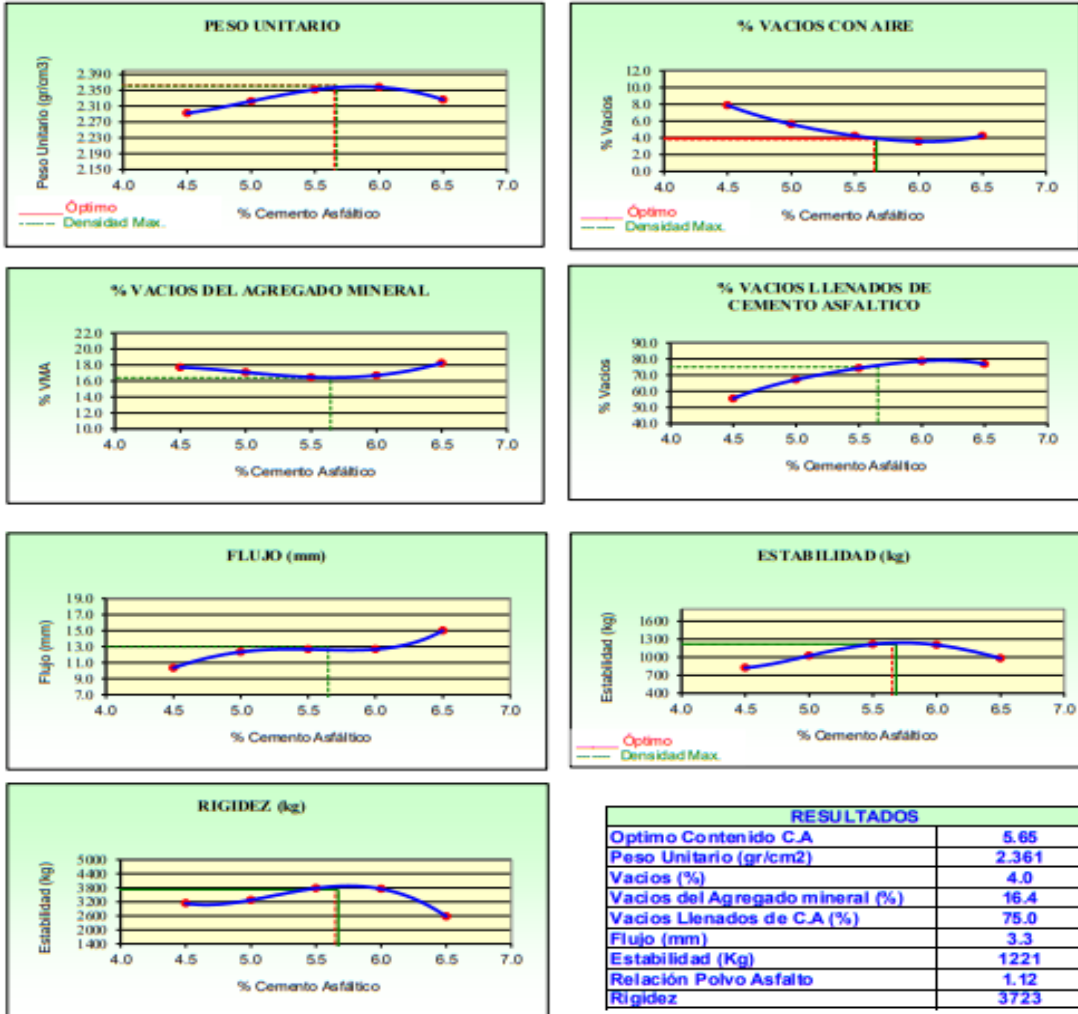


Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 32: Representación gráfica del diseño asfáltico.

REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	RESP. LAB.:	S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB.:	C.A.D.S.
CANTERA	: Arenera Jaén	FECHA:	Abril 2022
MATERIAL	: Combinación de agregados		
SOLICITANTE	: Lozada Golcochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile		



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

EMP SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burgos Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 182278



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

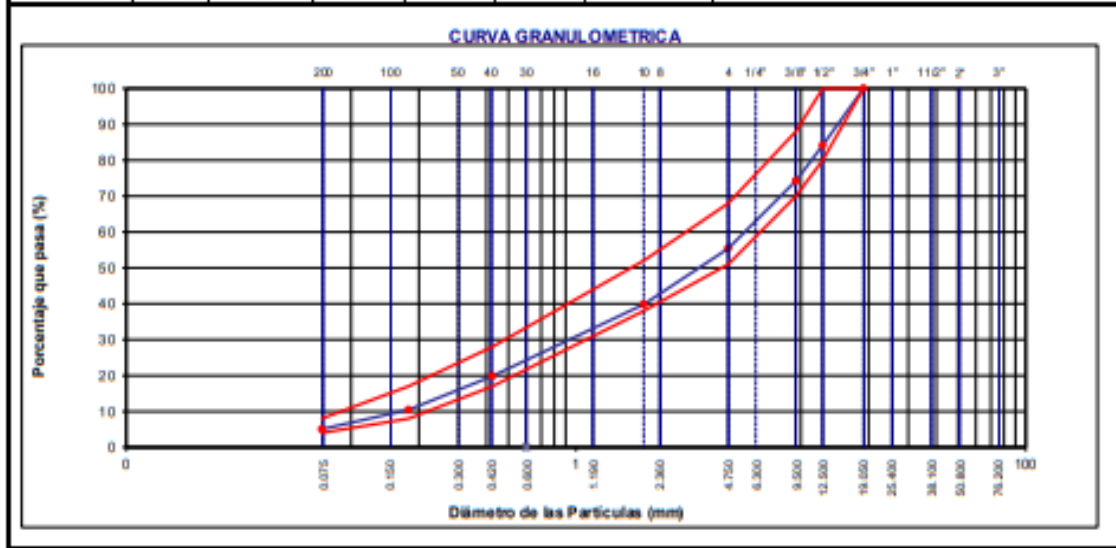
Anexo 33: Análisis granulométrico de agregados.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS (MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T 27)

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCIÓN	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB.:	S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.:	C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Golcocha Wilmer, Montoya Abarca Florela Yamile	FECHA:	Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	31.0%
Plástico reciclado PET	0.0%
PEN 60/70	

TAMIZ	DATOS ENSAYO						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	AASHTO - 27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION N MAC - 2	
75"	25.000						TAMAÑO MÁXIMO 3/4" Peso inicial seco: 19000.0 gr Peso fracción fina: 800.0 gr Peso húmedo: 800.0 gr Peso seco: 790.0 gr Humedad: 1.27 %
3/8"	19.000				100.0	100 100	
1/2"	12.500	2378.0	15.9	15.9	84.1	80 100	
3/8"	9.500	1487.0	9.9	25.8	74.2	70 88	
Nº 4	4.750	2823.0	18.8	44.6	55.4	51 68	
Nº 10	2.000	225.1	15.6	60.2	39.8	38 52	
Nº 40	0.425	288.5	20.0	80.2	19.8	17 28	
Nº 80	0.180	135.6	9.4	89.6	10.4	8 17	
Nº 200	0.074	77.8	5.4	94.9	5.1	4 8	
< Nº 200	FONDO	73.0	5.1	100.0			



Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 34: Dosificación de concreto asfáltico con el 4.65 % de asfalto y el 0.00% de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arrenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	31.0%
Plástico reciclado PET	0.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz									
A Grava Trifunada	44.59	42.51										
B Arena	55.41	52.84										
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº 200
Mezcla	100.0	100.0	100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1	
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8			

Nº	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Número de probeta	#	1	2	3	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.65	4.65	4.65	
3	% de grava filtrada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.51	42.51	42.51	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.84	52.84	52.84	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 5.5% para máx 4200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/bc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/bc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/bc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/bc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/bc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/bc	0.86	0.86	0.86	
12	Afura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1205.8	1202.9	1210.5	
14	Peso de la probeta saturada su superficie seca	gr	1206.9	1204.0	1213.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	695.8	695.1	696.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	520.1	518.9	527.0	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/bc	2.318	2.318	2.297	2.311
18	Peso específico teórico máximo (Pica) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 503)	gr/bc	2.501	2.501	2.501	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 \times (2/3) + (3/3) \times (7/8) + (4/3) \times (5/11)$	gr/bc	2.476	2.476	2.476	
20	% de vacíos con aire $100 \times (1 - 7/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	7.51	7.32	8.17	7.60
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) \times (2/3) + (4/3) + (5/11)$	gr/bc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) \times (2/3) + (4/3) + (5/11)$	gr/bc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) \times (2/3) + (4/3) + (5/11)$	gr/bc	2.692	2.692	2.692	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 8 \times (2/3 - 2) \times (2/3)$ (ASTM D 4489, MTC E 511)	%	0.44	0.44	0.44	
25	% de vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) \times 7/27$	%	83.09	83.08	82.32	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	9.60	9.60	9.51	
27	% vacíos del agregado mineral $100 - 25$	%	16.91	16.92	17.68	17.17
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) \times (3 + 4)$	%	4.23	4.25	4.25	
29	Relación de los vacíos $(26/27) \times 100$	%	56.78	56.75	53.81	55.78
30	Leitura del aro	kg	216	221	212	
31	Estabilidad sin corregir Tabla de calibración del aro	kg	911.1	952.1	894.4	
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	0.96	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	91	932	859	901
34	Leitura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil	9	10	10	10
34	Fluencia	m.m.	2.29	2.36	2.54	2.46
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3996	3670	3380	3679

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 35: Dosificación de concreto asfáltico con el 5.15 % de asfalto y el 0.00% de PET.

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

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.	
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.	
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	48.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	31.0%
Plástico reciclado PET	0.0%
PEN 60/70	

Material	% Moeda	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz												
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº 200			
A Grava Triturada	44.59	42.29													
B Arena	55.41	52.56													
Mezcla			100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1				
Especificaciones			100	100	80-100	70-85	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8				

Nº	Nombre de prueba	u	1	2	3	Pres.
1	C.A. en peso de la mezcla	%	5.15	5.15	5.15	
2	% de grava triturada en peso de la mezcla (menor #4)	%	42.29	42.29	42.29	
3	% de arena combinada en peso de mezcla (menor #4)	%	52.56	52.56	52.56	
4	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa ma/la #200)	%	0.00	0.00	0.00	
5	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
6	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
7	Peso específico aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
8	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
9	Peso específico aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
10	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
11	Afura promedio de la probeta	cm	6.1	6.1	6.2	
12	Peso de la probeta en el aire	gr	1213.3	1210.3	1213.8	
13	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1214.5	1211.8	1215.0	
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr	695.1	694.1	693.0	
15	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	519.4	517.7	522.0	
16	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.336	2.338	2.325	2.333
17	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2941, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.474	2.474	2.474	
18	Máxima densidad teórica de los agregados $100 \times (3/5) + (3 \times 2) / (7+5) + (4 \times 2) / (9+1.0)$	gr/cc	2.457	2.457	2.457	
19	% de vacíos con aire $100 \times (1 - 1/1.718)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.59	5.52	6.03	5.71
20	Peso específico Bulk de Agregado Total $(100 \times 2) / (3/7) + (4/9) + (5/1.1)$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
21	Peso específico aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/9) + (5/1.1))$	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
22	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) \times (3/9) + (5+4 \times 9) / 10$	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
23	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 5(23 - 21) / (23 \times 21)$ (ASTM D 4459, MTC E 511)	%	0.30	0.30	0.30	
24	% del volú del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4) \times 17.07$	%	83.28	83.35	82.90	
25	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25+30)$	%	11.13	11.14	11.08	
26	% vacíos del agregado mineral $100 - 25$	%	16.72	16.65	17.10	16.83
27	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) \times (3+4)$	%	4.86	4.86	4.86	
28	Relación de un vacío (26/27) * 1.00	%	66.55	66.87	64.77	66.06
29	Lectura del aire	ag	256	248	250	
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	ag	1079	1045	970	
31	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
32	Estabilidad corregida 31/32	ag	1079	1045	970	1033
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	puí	12	13	12	12
34	Fluencia	m.m	3.05	3.30	3.05	3.13
35	Relación Estabilidad / Fluencia	ag/cm	3539	3165	3182	3295

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 36: Dosificación de concreto asfáltico con el 5.65 % de asfalto y el 0.00% de PET.

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

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.	
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.	
SOLICITANTE	: Lozada Golcochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	48.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	31.0%
Plástico reciclado PET	0.0%
PEN 60/70	

Material	% Manda	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz									
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº 200
A Grava Triturada	44.59	42.07										
B Arena	55.41	52.28										
Mecha	100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1			
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8			

#	Nombre de prueba	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.65	5.65	5.65	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.07	42.07	42.07	
4	% de arena combinada en peso de mezcla (menor #4)	%	52.28	52.28	52.28	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 85% para máx. #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.638
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Alfura promedio de la prueba	mm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la prueba en el aire	gr	1191.9	1198.7	1197.2	
14	Peso de la prueba saturada superficialmente seca	gr	1193.6	1199.9	1196.7	
15	Peso de la Prueba en el Agua 25 °C	gr	690.2	694.2	694.2	
16	Volumen de la Prueba 14-15	c.c.	503.4	505.7	505.5	
17	Peso Unitario de la Prueba 13/15 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.368	2.370	2.368	2.369
18	Peso específico teórico máximo (Rico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.467	2.467	2.467	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/3) + (3/4) + (4/5) + (5/6) + (6/7) + (7/8) + (8/9) + (9/10))$	gr/cc	2.439	2.439	2.439	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - \rho / \rho_{max})$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.01	3.90	3.99	3.97
21	Peso específico Bulk de Agregado Total $(100 - 2) / ((3/4) + (4/5) + (5/6) + (6/7) + (7/8) + (8/9) + (9/10))$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/4) + (4/5) + (5/6) + (6/7) + (7/8) + (8/9) + (9/10))$	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/4) + (4/5) + (5/6) + (6/7) + (7/8) + (8/9) + (9/10))$	gr/cc	2.695	2.695	2.695	
24	Asfalto observado por el agregado total $100 - (23 - 2) / (23 - 2)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.49	0.49	0.49	
25	% del volumen de Agregado / Volumen Bruto de la Prueba $(3+4) / 17.2$	%	83.96	84.06	83.99	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de prueba $100 / (25 + 20)$	%	12.02	12.04	12.03	
27	% vacíos del agregado mineral $100 - 25$	%	16.04	15.94	16.01	16.00
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24 / 100) * (3+4)$	%	5.18	5.18	5.18	
29	Relación de los vacíos $(25 - 2) / 1.00$	%	74.98	75.51	75.11	75.10
30	Lectura del are.	Ag	282	280	284	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración de (are))	Ag	1188	1179	1196	
32	Factor de estabilidad		1.04	1.04	1.04	
33	Estabilidad corregida $31 * 32$	Ag	1235	1226	1244	1236
34	Lectura del flexómetro $(0.01") (35 / 0.254)$	porf.	13	13	13	13
34	Fluencia	m.m.	3.30	3.30	3.30	3.30
35	Relación Estabilidad / Fluencia	Ag/cm	3740	3714	3767	3740

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 37: Dosificación de concreto asfáltico con el 6.5 % de asfalto y el 0.00% de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	46.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	31.0%
Plástico reciclado PET	0.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz											
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200		
A Grava Triturada	44.59	41.34												
B Arena	55.41	52.01												
			Mezcla	100	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1		
			Especificaciones	100	100	80-100	70-85	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8		

#	Numero de prueba	n	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.15	6.15	6.15	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.84	41.84	41.84	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.01	52.01	52.01	
5	% de fileren peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 136, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 136, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente de (Wier)	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1188.6	1188.8	1200.9	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1190.5	1182.5	1202.5	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	686.8	682.0	692.0	
16	Volúmen de la Probeta 14-15	cc	503.7	500.5	510.5	
17	Peso Líquido de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.360	2.359	2.352	2.357
18	Peso específico teórico máximo (Pica) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.423	2.423	2.423	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 \cdot [(2.6) / (3 \cdot 2.6) + 8] / (4 \cdot 2.6 + 10)$	gr/cc	2.421	2.421	2.421	
20	% de vacíos con aire $100 \cdot [(1 - 17) / 8]$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	2.60	2.62	2.91	2.71
21	Peso específico Bulk de (Agregado Total) $(100 - 2) / [(3/7) + (4/8) + (5/11)]$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / [(3/6) + (4/10) + (5/11)]$	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / [(3/6 \cdot 8) + (4/10 \cdot 10)]$	gr/cc	2.662	2.662	2.662	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 \cdot 6 / (23 \cdot 2) + (2 \cdot 3 \cdot 2) / 1$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.03	0.03	0.03	
25	% del vol del Agregado / Volúmen Bruto de la Probeta $10 \cdot 47 / 1721$	%	83.24	83.22	82.98	
26	% del volúmen de asfalto efectivo / volúmen de probeta $100 \cdot (25 + 20)$	%	14.16	14.15	14.11	
27	% vacíos del agregado mineral $100 \cdot 25$	%	16.76	16.78	17.02	16.85
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 \cdot (24 / 100) / (3 + 4)$	%	6.13	6.13	6.13	
29	Relación de los vacíos $(25/27) \cdot 100$	%	84.46	84.36	82.92	83.91
30	Lectura del aire	Ag	240	240	237	
31	Estadidad sin correjir (tabla de calibración del año)	Ag	1012	1012	990	
32	Factor de estabilidad		1.04	1.04	1.00	
33	Estadidad correjida $37 \cdot 32$	Ag	1052	1052	990	1034
34	Lectura del flexómetro (0.01") $(35 / 0.254)$	pu'	13	14	14	14
34	Fluencia	mm	3.30	3.56	3.56	3.47
35	Relación Estabilidad / Fluencia	Ag/cm	3186	2959	2810	2985

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 38: Dosificación de concreto asfáltico con el 6.65 % de asfalto y el 0.00% de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA: Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	31.0%
Plástico reciclado PET	0.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.59	41.62
B Arena	55.41	51.73

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200
Mezcla	100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1	
Especificaciones	100	100	80-100	70-85	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.65	6.65	6.65	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.62	41.62	41.62	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.73	51.73	51.73	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.36	0.36	0.36	
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6.1	6.1	6.1	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1194.5	1198.5	1197.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1196.6	1200.5	1199.6	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	685.5	688.0	687.5	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	511.1	512.5	512.1	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.337	2.339	2.338	2.338
18	Peso específico teórico máximo (Rico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.416	2.416	2.416	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((26/3) + (3/2) * (7/8) + (4/2) * (9/10))$	gr/cc	2.404	2.404	2.404	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 1/11.8)$ (ASTM D 3203, MTC E 509)	%	3.27	3.21	3.24	3.24
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 3) / ((3/7) + (4/8) + (5/11))$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P-8) + (4/P-10))$	gr/cc	2.677	2.677	2.677	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.23	0.23	0.23	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4) * 17/21$	%	82.00	82.05	82.03	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25+20)$	%	14.73	14.74	14.74	
27	% vacíos del agregado mineral $100 - 25$	%	18.00	17.95	17.97	17.97
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	6.44	6.44	6.44	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	81.85	82.13	81.99	81.99
30	Lectura del aro.	kg	21.1	21.6	22.1	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aro)	kg	890	911	932	
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida $31/32$	kg	890	911	932	911
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	psi	15	16	15	15
34	Fluencia	mm.	3.81	4.06	3.81	3.89
35	Relación Estabilidad / Fluencia	Agr/m	2336	2242	2446	2342

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 39: Gravedad especifica de mezcla bituminosa.

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fionella Yamie	FECHA : Abril 2022

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.65	5.15	5.65	6.15	6.65	
1.- PESO DEL MATERIAL	1218.1	1197.6	1205.7	1199.3	1201.5	
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4457.4	4436.9	4445.0	4438.6	4440.8	
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3970.4	3952.9	3956.2	3943.6	3943.5	
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	487.0	484.0	488.8	495.0	497.3	
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.501	2.474	2.467	2.423	2.416	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.501	2.474	2.467	2.423	2.416	

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.65	DISEÑO	

Observaciones :

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


 SERVICIO DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.S.
Secundino Soto Fernández
ING. CIVIL
REG. C.O.T. 18293



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 40: Análisis granulométrico de agregados e incluido el 0.5 % de PET.

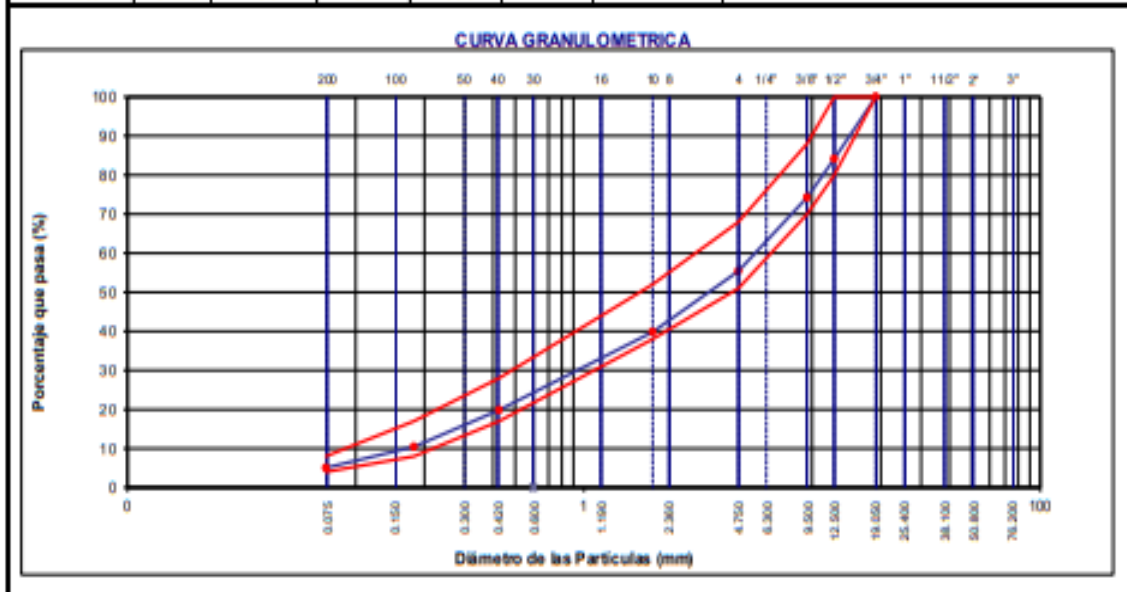
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS

(NITC E204 - ASTM C136 - AASHTO T 27)

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla a síltica, Jaén, Cajamarca".	RESP. LAB.:	S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB.:	C.A.D.S.
CANTERA	: Arena Jaén	FECHA:	Abril 2022
MATERIAL	: Combinación de agregados		
SOLICITANTE	: Luzada Golcocha Wilner, Montoya Abarca Ronela Yamile		

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	30.5%
Plástico reciclado PET	0.5%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO							
TAMZ	ASTM T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION N MAC - 2	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000				100.0	100	TAMAÑO MAXIMO 3/4"
1/2"	12.500	2378.0	15.9	15.9	84.1	80	Peso inicial seco: 15000.0 gr
3/8"	9.500	1487.0	9.9	25.8	74.2	70	Peso fraccion fino: 800.0 gr
N° 4	4.750	2023.0	13.5	44.6	55.4	51	Peso humedo: 800.0 gr
N° 10	2.000	225.1	1.5	60.2	39.8	38	Peso seco: 790.0 gr
N° 40	0.425	298.5	2.0	80.2	19.8	17	Humedad: 1.27 %
N° 80	0.180	135.6	0.9	89.6	10.4	8	
N° 200	0.074	77.8	0.5	94.9	5.1	4	
<N° 200	FONDO	73.0	0.5	100.0			



Observaciones :

S.M.P. SERVICIO DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
César A. Diaz Saavedra
 TECNICO LABORATORISTA

S.M.P. SERVICIO DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Sociedad Unipersonal
 REG. SUP. 18298



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 41: Dosificación de concreto asfáltico con el 4.65 % de asfalto y el 0.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Golcochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	30.5%
Plástico reciclado PET	0.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz											
			1"	3/4"	1.2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200		
A Grava Triturada	44.59	42.51												
B Arena	55.41	52.84												
Mezcla			100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1			
Especificaciones			100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8			

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta	#				
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.65	4.65	4.65	
3	% de grava filtrada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.51	42.51	42.51	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.84	52.84	52.84	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 5.5% para máx 4200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1194.0	1184.5	1201.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1208.0	1198.8	1209.8	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	677.3	674.5	677.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	530.7	524.3	532.8	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.250	2.259	2.255	2.255
18	Peso específico teórico máximo (Rica) (ASTM D 3041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.501	2.501	2.501	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100/(2/3)+3(2/7)+8+(4/9)+5(1/1)$	gr/cc	2.476	2.476	2.476	
20	% de vacíos con aire $100(1-1/1.18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	10.05	9.96	9.96	9.96
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/(3/17)+(4/9)+(5/11)$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/(3/8)+(4/9)+(5/11)$	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico relativo del agregado total $(3+4)/(3+8+8)+(4/9+10)$	gr/cc	2.692	2.692	2.692	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(2/3-21)/(23/21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.44	0.46	0.44	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)/17/21$	%	80.63	80.97	80.80	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	9.32	9.36	9.34	
27	% vacíos del agregado mineral $100-25$	%	19.37	19.03	19.20	19.20
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2-(2/4/100)/(3+4)$	%	4.25	4.25	4.25	
29	Relación de los vacíos $(2/6/27)/100$	%	48.11	48.16	48.63	48.63
30	Leitura del aro	kg	171	172	165	
31	Estabilidad sin corregir tabla de calibración del aro	kg	722.6	726.8	697.5	
32	Factor de estabilidad		0.96	0.96	0.96	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	694	696	670	687
34	Leitura del flexómetro $(0.01") (35/10.254)$	mm	12	11	11	11
35	Fluencia	mm	3.05	2.79	2.79	2.88
36	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2276	2497	2497	2390

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 42: Dosificación de concreto asfáltico con el 5.15 % de asfalto y el 0.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Golcochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	30.5%
Plástico reciclado PET	0.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200	
A Grava Triturada	44.59	42.29											
B Arena.	55.41	52.56											
Mezcla	100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1				
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8				

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.15	5.15	5.15	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.29	42.29	42.29	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.56	52.56	52.56	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 55% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.638
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.1	6.1	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1184.1	1185.5	1199.7	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1190.6	1191.4	1202.5	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	678.2	675.6	685.1	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	512.4	515.8	517.4	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/15 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.311	2.298	2.319	2.309
18	Peso específico teórico máximo (Rico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.474	2.474	2.474	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/3) + (3/2)(7+8) + (4/2)(9+10))$	gr/cc	2.457	2.457	2.457	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 805)	%	6.61	7.11	6.29	6.67
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 * (23 - 2) / (4 * 29 * 21)$ (ASTM D 4489, MTC E 511)	%	0.30	0.30	0.30	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 7/21$	%	82.38	81.94	82.66	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 * (25 + 20)$	%	11.01	10.95	11.05	
27	% vacíos del agregado mineral $100 - 25$	%	17.62	18.06	17.34	17.67
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	4.86	4.86	4.86	
29	Relacion betun vacíos $(26/27) * 100$	%	62.49	60.62	63.71	62.27
30	Lectura del aro	Ag	209	212	199	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	Ag	882	894	840	
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida $31 * 32$	Ag	882	894	840	872
34	Lectura del flexímetro $(0.01") (35 / 0.254)$	pufl	13	13	13	13
34	Fluencia	m.m	3.30	3.30	3.30	3.30
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Ag/cm	2671	2709	2544	2641

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 43: Dosificación de concreto asfáltico con el 5.65 % de asfalto y el 0.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	30.5%
Plástico reciclado PET	0.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200	
A Grava Tifurada	44.59	42.07											
B Arena	55.41	52.28											
Mezcla			100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1		
Especificaciones			100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 21	8-17	4-8		

#	Descripción	#	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta					
2	CA. en peso de la mezcla	%	5.61	5.65	5.65	
3	% de gravimetría en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.07	42.07	42.07	
4	% de arena combinada en peso de mezcla (menor #4)	%	52.28	52.28	52.28	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.04	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/c.c.	1.83	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/c.c.	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/c.c.	2.704	2.704	2.704	2.683
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/c.c.	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/c.c.	2.649	2.649	2.649	2.685
11	Peso específico aparente del filler	gr/c.c.	0.84	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1192.7	1200.8	1192.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1197.2	1204.8	1195.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	696.3	691.0	685.2	
16	Volumen de la Probeta	c.c.	510.3	513.8	509.8	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/c.c.	2.337	2.337	2.339	2.388
18	Peso específico teórico máximo (Rho) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/c.c.	2.457	2.457	2.457	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 \times [(2/3) \times (P_2 / (7+8)) + (4/3) \times (P_3 / (9+10))]$	gr/c.c.	2.439	2.439	2.439	
20	% de vacíos con aire $100 \times (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.84	4.86	4.80	4.84
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) \times [(3/7) \times (4/9) + (5/11)]$	gr/c.c.	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) \times [(3/8) + (4/10) + (5/11)]$	gr/c.c.	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) \times [(3P_2/8) + (4P_3/10)]$	gr/c.c.	2.682	2.682	2.682	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (29 * 21)$ (ASTM D 4459, MTC E 511)	%	0.3	0.31	0.31	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4) / 17.21$	%	82.89	82.88	82.93	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25+20)$	%	12.25	12.26	12.26	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	17.11	17.12	17.07	17.10
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) \times (3+4)$	%	5.31	5.35	5.35	
29	Relación betún vacíos (26/27) * 100	%	71.6	71.99	71.85	71.58
30	Lectura del aro	Ag	241	251	243	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	Ag	1140	1058	1024	
32	Factor de estabilidad		1.08	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	Ag	1140	1058	1024	1042
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35/0.254)	pu'	13	14	14	14
34	Fluencia	m.m.	3.34	3.56	3.56	3.47
35	Relación Estabilidad / Fluencia	Ag/cm	3161	2975	2880	3087

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 44: Dosificación de concreto asfáltico con el 6.15 % de asfalto y el 0.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Golcochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	46.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	30.5%
Plástico reciclado PET	0.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz													
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200				
A Grava Triturada	44.59	41.84														
B Arena	55.41	52.01														
			Mezcla	100	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1				
			Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8				

Nº	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta	#				
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.15	6.15	6.15	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.84	41.84	41.84	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.01	52.01	52.01	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente de filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1188.1	1197.7	1199.0	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1190.0	1199.2	1201.9	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	680.2	684.0	687.0	
16	Índice de la Probeta 14-15	c.c.	509.8	515.2	514.9	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.331	2.325	2.329	2.318
18	Peso específico teórico máximo (Pica) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.420	2.420	2.420	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100/(2.65 + (3 \cdot 2/2) \cdot 0.8) + (4 \cdot 2.65 + 10)$	gr/cc	2.421	2.421	2.421	
20	% de vacíos con aire $100 \cdot (1 - 17/16)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.71	3.95	3.79	3.82
21	Peso específico Bulk de Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3.6) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P-6) + (4/P-10))$	gr/cc	2.659	2.659	2.659	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 2) / (2.3 \cdot 2)$ (ASTM D 4489, MTC E 511)	%	-0.02	0.02	-0.02	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(14.7 / 17.7)$	%	82.21	82.00	82.14	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	14.08	14.04	14.07	
27	% vacíos del agregado mineral $100 - 25$	%	17.79	18.00	17.86	17.88
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24 / 100) \cdot (3 + 4)$	%	6.17	6.17	6.17	
29	Relación Bruto vacíos $(26/27) \cdot 100$	%	79.13	78.04	78.77	78.65
30	Lectura de aire	ag	226	236	230	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	ag	953	1003	970	
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31/32	ag	953	1003	970	975
34	Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	pal	15	15	16	15
34	Fluencia	mm	3.81	3.81	4.06	3.89
35	Relación Estabilidad / Fluencia	ag/bm	2501	2633	2386	2507

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 45: Dosificación de concreto asfáltico con el 6.65 % de asfalto y el 0.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	RESP. LAB. :	S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
CANTERA	: Arena Jaén	FECHA :	Abril 2022
MATERIAL	: Combinación de agregados		
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile		

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	48.0%
Arena Chancada	29.8%
Arena Zanandeada	38.5%
Plástico reciclado PET	0.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200	
A Grava Triturada	44.59	41.62											
B Arena	55.41	51.73											
Mezcla			100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1		
Especificaciones			100	100	80-100	70-88	51-68	38- 52	17- 28	8-17	4-8		

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta	#				
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.65	6.65	6.65	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	41.62	41.62	41.62	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	51.73	51.73	51.73	
5	% de filler en peso de mezcla(mínimo 65% para masa #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/oc.	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/oc.	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/oc.	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/oc.	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/oc.	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/oc.	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6.1	6.1	6.1	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1185.5	1192.1	1201.0	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1193.2	1195.2	1204.2	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	681.0	680.0	680.2	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	512.2	515.2	524.0	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/oc.	2.315	2.314	2.292	2.307
18	Peso específico teórico máximo (Rise) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/oc.	2.416	2.416	2.416	
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100((26)+((3^2)/(7+8))+((4^2)/(9+10)))	gr/oc.	2.404	2.404	2.404	
20	% de vacíos con aire 100((1-17)/18) (ASTM D 3203, MTC E 509)	%	4.20	4.23	5.13	4.52
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/((37)+(49)+(511))	gr/oc.	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/oc.	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))	gr/oc.	2.677	2.677	2.677	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6((23-21)/(23^2)) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.23	0.23	0.23	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)^3/21	%	81.21	81.19	80.42	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	14.59	14.58	14.45	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	18.79	18.81	19.58	19.06
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)^3+4	%	6.44	6.44	6.44	
29	Relación betun vacíos (26/27)*100	%	77.64	77.52	73.78	76.31
30	Lectura del aro.	Ag	219	214	209	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aro)	Ag	924	903	882	
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	0.96	
33	Estabilidad corregida 31^3/2	Ag	924	903	847	891
34	Lectura del Nivelómetro (0.01") (35/0.254)	pul	18	18	19	18
35	Fluencia	m.m.	4.57	4.57	4.83	4.66
36	Relacion Estabilidad / Fluencia	Ag/cm	2020	1975	1754	1916

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 46: Gravedad específica de mezcla bituminosa.

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

Az. Vicente Raso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 6070	
CANTERA	: Arrenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goleochea Wilmer, Montoya Abarca Fionella Yamila	FECHA : Abril 2022

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.65	5.15	5.65	6.15	6.65	
1.- PESO DEL MATERIAL	1218.1	1197.8	1205.7	1199.3	1201.5	
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4457.4	4436.9	4445.0	4438.6	4440.8	
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3970.4	3952.9	3954.2	3943.1	3943.5	
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	487.0	484.0	490.8	495.5	497.3	
6.- PESO ESPECIFICO MÁXIMO	2.501	2.474	2.457	2.420	2.416	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.501	2.474	2.457	2.420	2.416	

CONTENIDO C.A. %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.65	DISEÑO	

Observaciones :


César A. Díaz Salcedo
 TECNICO LABORATORISTA


Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.
 Chiclayo - Perú



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

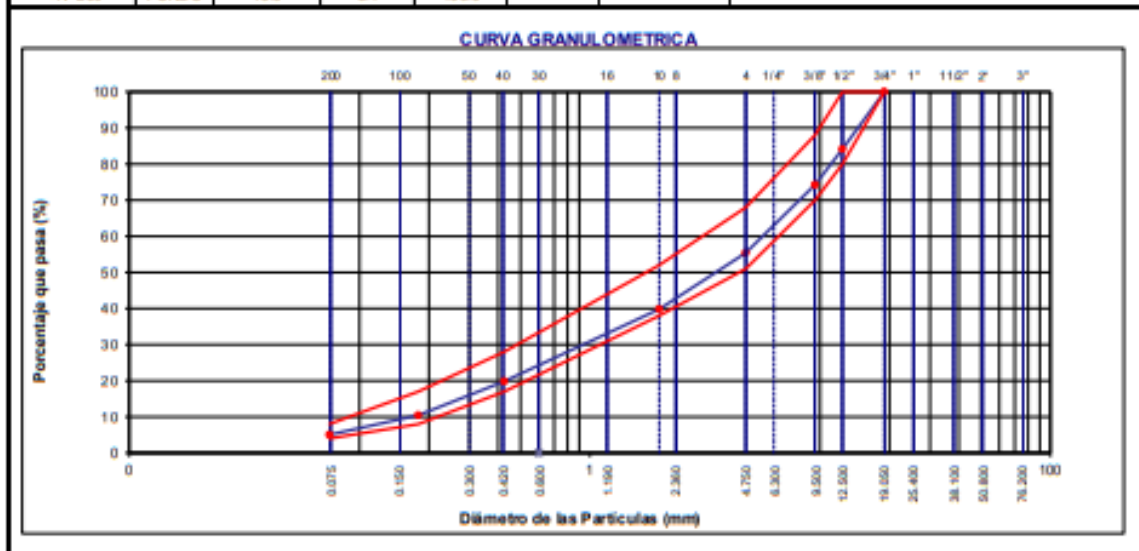
Anexo 47: Análisis granulométrico de agregados e incluido el 1.5 % de PET.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS (MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T 27)

PROYECTO	: Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca.	
DESCRIPCIÓN	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arena Jaén	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Golcocha Wilmer, Montoya Abarca Florencia Yamile	FECHA: Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0 %
Arena Chancada	29.0 %
Arena Zarandeada	29.5 %
Plástico reciclado PET	1.5 %
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO								DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
TAMZ	ASHTO - 27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION MAC - 2		
1"	25.000					100	100	TAMAÑO MÁXIMO 3/4" Peso inicial seco: 15000.0 gr Peso fracción fina: 800.0 gr Peso húmedo: 800.0 gr Peso seco: 790.0 gr Humedad: 1.27 %
3/8"	19.000				100.0	80	100	
1/2"	12.500	2378.0	15.9	15.9	84.1	70	88	
3/8"	9.500	1487.0	9.9	25.8	74.2	51	88	
Nº 4	4.750	2023.0	18.8	44.6	55.4	38	52	
Nº 10	2.000	225.1	15.6	60.2	39.8	17	28	
Nº 40	0.425	288.5	20.0	80.2	19.8	8	17	
Nº 80	0.180	135.6	9.4	89.6	10.4	4	8	
Nº 200	0.074	77.8	5.4	94.9	5.1			
< Nº 200	FONDO	73.0	5.1	100.0				



Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 48: Dosificación de concreto asfáltico con el 4.65 % de asfalto y el 1.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	48.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	29.5%
Plástico reciclado PET	1.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz																	
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200								
A Grava Triturada	44.59	42.51																		
B Arena.	55.41	52.84																		
Mezcla	100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1											
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8											

	#	1	2	3	Prom.	
1	Numero de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.65	4.65	4.65	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.51	42.51	42.51	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.84	52.84	52.84	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1198.1	1189.6	1192.3	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1210.3	1201.9	1205.8	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	668.0	664.0	666.2	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	542.3	537.9	539.6	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.209	2.212	2.210	2.210
18	Peso específico teórico máximo (Rise) (ASTM D 3041, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.469	2.469	2.469	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / [(2/5) + (3/2)(7+8) + (4/2)(9+10)]$	gr/cc	2.476	2.476	2.476	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 1/718)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	10.52	10.43	10.51	10.48
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / [(3/7) + (4/8) + (5/11)]$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / [(3/8) + (4/10) + (5/11)]$	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / [(3P - 8) + (4P - 10)]$	gr/cc	2.652	2.652	2.652	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 8 - 20 - 21 / (2 * 21)$ (ASTM D 4489, MTC E 511)	%	-0.12	-0.12	-0.12	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4) / 1721$	%	79.18	79.26	79.19	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 / 25 + 20$	%	10.30	10.32	10.31	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.82	20.74	20.81	20.79
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	4.76	4.76	4.76	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	49.49	49.73	49.52	49.58
30	Lectura del anillo	kg	145	151	130	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	613.7	638.8	590.9	
32	Factor de estabilidad		0.93	0.93	0.93	
33	Estabilidad corregida 31/32	kg	571	594	512	589
34	Lectura del Reómetro (0.01") (35 / 0.254)	psf	9	9	10	9
34	Fuerza	m.m.	2.29	2.29	2.54	2.37
35	Relación Estabilidad / Fuerza	kg/m	2497	2919	2017	2371

Observaciones:



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 49: Dosificación de concreto asfáltico con el 5.15 % de asfalto y el 1.5 % de PET.

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

PROYECTO	: Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca.	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Golcochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	48.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	29.5%
Plástico reciclado PET	1.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz													
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200				
A Grava Triturada	44.59	42.29														
B Arena	55.41	52.56														
Mezcla			100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1					
Especificaciones			100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8					

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta	#				
2	CA. en peso de la mezcla	%	5.15	5.15	5.15	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.29	42.29	42.29	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.56	52.56	52.56	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/c	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/c	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/c	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/c	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/c	2.649	2.649	2.649	2.638
11	Peso específico aparente del filler	gr/c	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.1	6.1	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1199.5	1195.5	1186.8	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1206.6	1206.4	1202.5	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	671.1	670.8	670.5	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	535.5	535.6	532.0	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/15 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/c	2.240	2.232	2.231	2.234
18	Peso específico teórico máximo (Rico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/c	2.458	2.458	2.458	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 \left[\frac{2}{G_1} + \frac{3}{G_2} + \frac{7}{G_3} + \frac{4}{G_4} + \frac{2}{G_5} + 10 \right]$	gr/c	2.457	2.457	2.457	
20	% de vacíos con aire $100 \left[\frac{1}{1 - \frac{P}{100}} \right]$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	8.87	9.19	9.24	9.10
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) \left[\frac{1}{G_1} + \frac{4}{G_2} + \frac{5}{G_3} \right]$	gr/c	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) \left[\frac{1}{G_1} + \frac{4}{G_2} + \frac{5}{G_3} \right]$	gr/c	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) \left[\frac{1}{G_1} + \frac{4}{G_2} + \frac{5}{G_3} \right]$	gr/c	2.661	2.661	2.661	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6 \left[\frac{2}{G_1} + \frac{2}{G_2} + \frac{1}{G_3} \right]$ (ASTM D 4489, MTC E 511)	%	0.01	0.01	0.01	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) \cdot 17.21$	%	79.86	79.57	79.53	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	11.27	11.23	11.23	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.14	20.43	20.47	20.35
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - \left(\frac{2 \cdot 4 \cdot 100}{3 + 4} \right)$	%	5.14	5.14	5.14	
29	Relación betun vacíos $(26/27) \cdot 100$	%	55.96	54.99	54.84	55.27
30	Lectura del aro	kg	170	182	165	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aro)	kg	718	769	697	
32	Factor de estabilidad		0.96	0.93	0.96	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	690	715	670	691
34	Lectura del fleómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil	10	10	11	10
34	Fluencia	m.m.	2.54	2.54	2.79	2.62
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2715	2815	2397	2642

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 50: Dosificación de concreto asfáltico con el 5.65 % de asfalto y el 1.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	48.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	29.5%
Plástico reciclado PET	1.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz											
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200		
A Grava Triturada	44.59	42.07												
B Arena.	55.41	52.28												
Mezcla			100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1			
Especificaciones			100	100	80-100	70-85	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8			

#	Descripción	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta				
2	C.A. en peso de la mezcla	5.65	5.65	5.65	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	42.07	42.07	42.07	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	52.28	52.28	52.28	
5	% de filer en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc 1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc 2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc 2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc 2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc 2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filer	gr/cc 0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm 6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr 1189.0	1202.2	1196.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr 1191.2	1210.5	1200.7	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr 666.5	681.0	671.2	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c 524.7	529.5	529.5	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc 2.296	2.270	2.260	2.266
18	Peso específico teórico máximo (Ries) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc 2.440	2.440	2.440	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 \cdot (2/B) \cdot (3^2/(7^2+B)) + (4^2/(9+10))$	gr/cc 2.439	2.439	2.439	
20	% de vacíos con aire $100 \cdot (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 7.14	6.96	7.39	7.16
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-21)/(3/7) + (4/9) + (5/11)$	gr/cc 2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/(3/8) + (4/10) + (5/11)$	gr/cc 2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) \cdot (3/P - 8) + (4^2/P - 10)$	gr/cc 2.662	2.662	2.662	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 \cdot (6(23-21) / (23^2 - 21^2))$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	% 0.02	0.02	0.02	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4) \cdot 17.01$	% 80.36	80.32	80.15	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 \cdot (25+20)$	% 12.50	12.52	12.46	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	% 19.64	19.48	19.85	19.66
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 \cdot (24/100) \cdot (3+4)$	% 5.63	5.63	5.63	
29	Relación betun vacíos $(26/27) \cdot 100$	% 63.64	64.27	62.79	63.56
30	Lectura del aro	Ag 21.6	21.2	22.3	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aro)	Ag 91.1	894	940	
32	Factor de estabilidad	0.96	0.96	0.96	
33	Estabilidad corregida $31 \cdot 32$	Ag 87.5	859	903	879
34	Lectura del flexómetro (0.01") $(35 / 0.254)$	pul 14	15	14	14
34	Fluencia	m.m 3.56	3.81	3.56	3.64
35	Relación Estabilidad / Fluencia	Ag/cm 2490	2254	2539	2417

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 51: Dosificación de concreto asfáltico con el 6.15 % de asfalto y el 1.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA: Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	48.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	29.5%
Plástico reciclado PET	1.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200	
A Grava Triturada	44.59	41.84											
B Arena	55.41	52.01											
Mezcla	100	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1				
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8				

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.15	6.15	6.15	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.84	41.84	41.84	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.01	52.01	52.01	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% para máx #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1193.1	1184.4	1185.5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1197.4	1190.0	1188.5	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	665.9	663.2	661.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	531.5	526.8	527.5	
17	Peso Unitario de la Probeta 13*16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.245	2.248	2.247	2.247
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.434	2.434	2.434	
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100(2.65+(3*2.7+8)+(4*2.69+10))	gr/cc	2.421	2.421	2.421	
20	% de vacíos con aire 100(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	7.76	7.62	7.65	7.68
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/(3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/(3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/(3/8+4/10+5/11))	gr/cc	2.676	2.676	2.676	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-8(2.3-21)/(2.3*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.23	0.23	0.23	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	79.18	79.31	79.28	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	13.05	13.07	13.07	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.82	20.69	20.72	20.74
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	5.94	5.94	5.94	
29	Relacion betun vacíos (26/27)*100	%	62.71	63.19	63.07	62.99
30	Lectura del aro	Ag	188	169	175	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	Ag	794	714	739	
32	Factor de estabilidad		0.96	0.96	0.96	
33	Estabilidad corregida 31*32	Ag	762	686	710	719
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	mil	16	16	17	16
34	Fluencia	mm	4.06	4.06	4.32	4.15
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Ag/cm	187.5	168.7	164.4	173.5

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 52: Dosificación de concreto asfáltico con el 6.65 % de asfalto y el 1.5 % de PET.

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

PROYECTO	: Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca.	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	29.5%
Plástico reciclado PET	1.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz									
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200
A Grava Triturada	44.59	41.62										
B Arena	55.41	51.73										
Mezcla			100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1	
Especificaciones			100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8	

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.65	6.65	6.65	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.62	41.62	41.62	
4	% de arena combinada en peso de mezcla (menor #4)	%	51.73	51.73	51.73	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 55% pesa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/oc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/oc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/oc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/oc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/oc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/oc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.1	6.1	6.1	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1181.1	1190.2	1194.5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1195.5	1198.8	1205.6	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	660.0	662.0	665.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c	535.5	536.8	540.6	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/oc	2.206	2.217	2.210	2.211
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/oc	2.426	2.426	2.426	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100[(2/5)+(3/2)(7+8)+(4/1)(9+10)]$	gr/oc	2.404	2.404	2.404	
20	% de vacíos con aire $100(1-1/1.18)$ (ASTM D 3203, MTC E 509)	%	9.07	8.59	8.90	8.85
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((37)+(49)+(5/11))$	gr/oc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/1)(9)+(5/11))$	gr/oc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/8-8)+(4/1)(9-10))$	gr/oc	2.689	2.689	2.689	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-5(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4489, MTC E 511)	%	0.41	0.41	0.41	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)/17.21$	%	77.39	77.79	77.53	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	13.55	13.62	13.57	
27	% vacíos del agregado mineral $100-25$	%	22.61	22.21	22.47	22.43
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)/13+4$	%	6.27	6.27	6.27	
29	Relación betún vacíos $(26/27)*100$	%	59.91	61.33	60.39	60.54
30	Lectura del aro	kg	15.4	1.58	1.50	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	651	668	635	
32	Factor de estabilidad		0.96	0.93	0.93	
33	Estabilidad corregida $31/32$	kg	625	621	590	612
34	Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil	18	17	17	17
34	Fluencia	mm	4.57	4.32	4.32	4.40
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/mm	1368	1439	1367	1391

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 53: Gravedad específica de mezcla bituminosa.



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

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Aberca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.65	5.15	5.65	6.15	6.65
1.- PESO DEL MATERIAL	1193.5	1193.8	1196.5	1199.8	1196.5
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3239.3	3235.3	3239.3	3239.3	3239.3
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4432.8	4431.1	4435.8	4439.1	4435.8
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3949.4	3945.8	3945.5	3946.1	3942.5
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	483.4	487.3	490.3	493.0	493.3
6.- PESO ESPECIFICO MÁXIMO	2.469	2.458	2.440	2.434	2.426
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.469	2.458	2.440	2.434	2.426

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.65	DISEÑO	

Observaciones :

César A. Díaz Sáavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

Secundino Suarez Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. COT 182978



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 54: Análisis granulométrico de agregados e incluido el 3.5 % de PET.



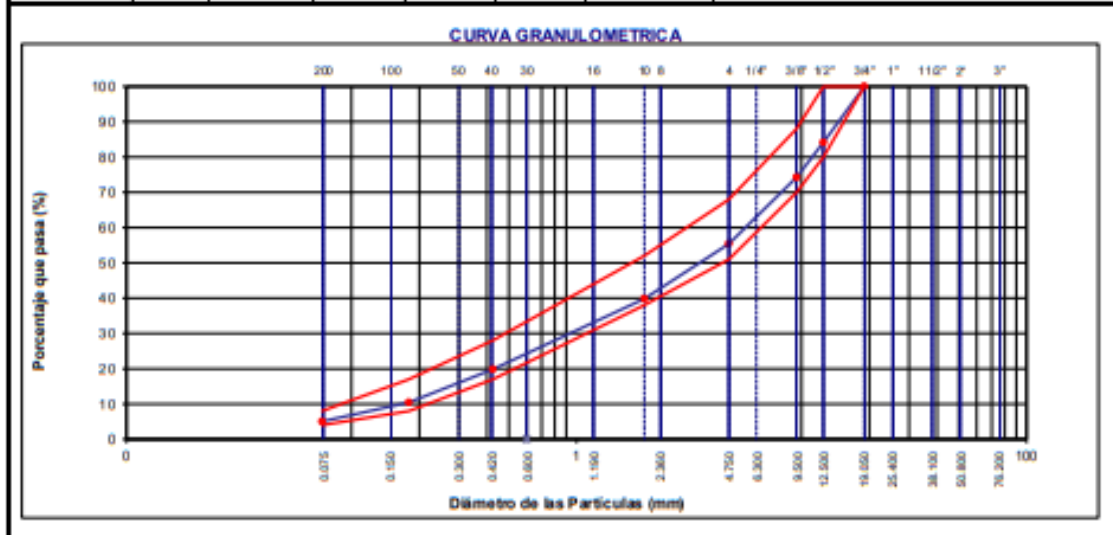
Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Carrizo (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS
 (MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T 27)

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	RESP. LAB.: S.B.F.
DESCRIPCIÓN	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB.: C.A.D.S.
CANTERA	: Arena Jaén	FECHA: Abril 2022
MATERIAL	: Combinación de agregados	
SOLICITANTE	: Lizardo Golcoches Wilmer, Montoya Abarca Ronela Yamile	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	80.0%
Arena Chancada	20.0%
Arena Zarandeada	27.5%
Plástico reciclado PET	3.5%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO								DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
TAMIZ	ASTM T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION N MAC - 2		
1"	25.000					100	100	TAMAÑO MÁXIMO 3/4" Peso inicial seco: 1500.0 gr Peso fracción fino: 800.0 gr Peso húmedo: 800.0 gr Peso seco: 790.0 gr Humedad: 1.27 %
3/4"	19.000				100.0	100	100	
1/2"	12.500	2378.0	15.9	15.9	84.1	80	100	
3/8"	9.500	1487.0	9.9	25.8	74.2	70	88	
N° 4	4.750	2182.0	15.8	41.6	55.4	51	88	
N° 10	2.000	225.1	3.3	60.2	39.8	38	52	
N° 40	0.425	288.5	20.0	80.2	19.8	17	28	
N° 80	0.180	135.6	8.4	89.6	10.4	8	17	
N° 200	0.074	77.8	5.1	94.9	5.1	4	8	
< N° 200	FONDO	73.0	5.1	100.0				



Observaciones :





Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 55: Dosificación de concreto asfáltico con el 4.65 % de asfalto y el 3.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Gicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	27.5%
Plástico reciclado PET	3.5%
PEN 60/70	

Material	% Maxila	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200	
A Grava Triturada	44.59	42.51											
B Arena	55.41	52.84											
Mezcla			100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1		
Especificaciones			100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8		

#	1	2	3	Prom.		
1	Numero de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	4.65	4.65	4.65		
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	42.51	42.51	42.51		
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	52.84	52.84	52.84		
5	% de Nler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	0.00	0.00	0.00		
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 206)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 209)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del Nler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1199.6	1195.5	1183.6	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1210.2	1206.5	1204.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25°C	gr	656.2	654.3	656.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	554.0	552.2	548.0	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.165	2.165	2.160	2.163
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.433	2.433	2.433	
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100((2/5)+(3/2)/(7+B)+(4/2)/(9+10))	gr/cc	2.476	2.476	2.476	
20	% de vacíos con aire 100((1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	11.02	11.03	11.34	11.10
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-21)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4) / ((3P- 8)+(4P-10))	gr/cc	2.609	2.609	2.609	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-B(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-0.75	-0.75	-0.75	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	77.60	77.59	77.41	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100/(25+20)	%	11.38	11.38	11.35	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	22.40	22.41	22.99	22.47
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	5.37	5.37	5.37	
29	Relación betun vacíos (26/27)*100	%	50.82	50.78	50.25	50.61
30	Lectura del aro	Ag	116	130	125	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	Ag	492.2	550.9	529.9	
32	Factor de estabilidad		0.89	0.89	0.89	
33	Estabilidad corregida 31*32	Ag	438	480	472	467
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	puf.	13	14	13	13
34	Fluencia	mm	3.30	3.56	3.30	3.39
35	Relación Estabilidad / Fluencia	Ag/cm	1327	1379	1428	1378

Observaciones:



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 56: Dosificación de concreto asfáltico con el 5.15 % de asfalto y el 3.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fioralia Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	27.5%
Plástico reciclado PET	3.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz																	
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200								
A Grava Triturada	44.59	42.29																		
B Arena.	55.41	52.56																		
Mezcla			100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1									
Especificaciones			100	100	80-100	70-83	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8									

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	CA. en peso de la mezcla	%	5.15	5.15	5.15	
3	% de grava trivada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.29	42.29	42.29	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.56	52.56	52.56	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.1	6.1	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1194.0	1194.4	1198.4	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1205.3	1205.0	1209.5	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	657.0	657.8	661.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	548.3	547.2	548.5	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.178	2.183	2.185	2.182
18	Peso específico teórico máximo (Roc) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.419	2.419	2.419	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 \times (2/B) \times (3^2 \times (7+B) + (4^2 \times (9+10)))$	gr/cc	2.457	2.457	2.457	
20	% de vacíos con aire $100 \times (1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	9.96	9.75	9.66	9.79
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2) \times (3/7) \times (4/9) + (5/11)$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-2) \times (3/8) + (4/10) + (5/11)$	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) \times (3/8) + (4/10) + (5/11)$	gr/cc	2.613	2.613	2.613	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 \times (5(23-2)) / (29 \times 21)$ (ASTM D 4489, MTC E 511)	%	-0.70	-0.70	-0.70	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4) \times 17.21$	%	77.63	77.82	77.89	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 \times (25+20)$	%	12.40	12.43	12.44	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	22.37	22.18	22.11	22.22
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (2 \times 100) \times (3+4)$	%	5.82	5.82	5.82	
29	Relación betun vacíos $(25/27) \times 100$	%	55.46	56.04	56.29	55.93
30	Lectura del aro	kg	170	151	165	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	718	639	697	
32	Factor de estabilidad		0.89	0.89	0.89	
33	Estabilidad corregida 31/32	kg	639	569	621	610
34	Lectura del flexómetro (0.01") (35/0.254)	mil	15	16	14	15
34	Fluencia	m.m.	3.81	4.06	3.56	3.81
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	1678	1399	1746	1688

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 57: Dosificación de concreto asfáltico con el 5.65 % de asfalto y el 3.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	27.5%
Plástico reciclado PET	3.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz																		
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200									
A Grava Triturada	44.59	42.07																			
B Arena.	55.41	52.28																			
Mezcla			100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1										
Especificaciones			100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8										

		#	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.65	5.65	5.65	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.07	42.07	42.07	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.28	52.28	52.28	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1199.5	1198.2	1192.4	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1215.0	1216.0	1206.5	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	669.9	671.0	666.5	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c	545.1	545.0	540.0	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.201	2.199	2.208	2.202
18	Peso específico teórico máximo (Rico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.403	2.403	2.403	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 \times (2/8 + (3/2) \times (7/8) + (4/2) \times (9/10))$	gr/cc	2.439	2.439	2.439	
20	% de vacíos con aire $100 \times (1 - 17/18)$ (ASTM D 3003, MTC E 505)	%	8.44	8.52	8.12	8.36
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) \times ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) \times ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) \times ((3/P_8) + (4/P_10))$	gr/cc	2.615	2.615	2.615	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 \times 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 513)	%	-0.66	-0.66	-0.66	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4) \times 17/21$	%	78.04	77.97	78.31	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	13.53	13.52	13.58	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	21.96	22.03	21.69	21.90
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24 \times 100) / (3+4)$	%	6.28	6.28	6.28	
29	Relación betún vacíos (26/27) * 100	%	61.59	61.34	62.58	61.84
30	Lectura del aro	kg	192	189	194	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aro)	kg	81.1	798	819	
32	Factor de estabilidad		0.93	0.93	0.93	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	75.4	742	762	753
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35/0.254)	puí	17	18	18	18
34	Fluencia	m.m	4.32	4.57	4.57	4.49
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	1.746	16.23	166.6	1678

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 58: Dosificación de concreto asfáltico con el 6.15 % de asfalto y el 3.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA: Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	27.5%
Plástico reciclado PET	3.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.59	41.84
B Arena	55.41	52.01

Mezcla	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200
Especificaciones	100	100	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1	
	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8	

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	CA. en peso de la mezcla	%	6.15	6.15	6.15	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.84	41.84	41.84	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.01	52.01	52.01	
5	% de finar en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1183.6	1199.9	1200.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1189.9	1213.0	1216.6	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	645.9	660.9	664.6	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c	544.0	552.1	552.0	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.176	2.173	2.174	2.174
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.341	2.341	2.341	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / (2.65 + (3 * 2) / (7 + 8) + (4 * 2) / (9 + 10))$	gr/cc	2.421	2.421	2.421	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17 / 18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	7.06	7.17	7.13	7.12
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 3) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P) + (4/P) + (5/P) - 10)$	gr/cc	2.558	2.558	2.558	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 8(2.3 - 2.1) / (2.3 * 2.1)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-1.54	-1.54	-1.54	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 1721$	%	76.75	76.66	76.70	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	16.19	16.17	16.18	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	23.25	23.34	23.30	23.30
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	7.60	7.60	7.60	
29	Relación betún vacíos $(29/27) * 100$	%	69.62	69.29	69.42	69.44
30	Lectura del aro	kg	1.62	1.69	1.75	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	6.85	7.14	7.39	
32	Factor de estabilidad		0.93	0.89	0.89	
33	Estabilidad corregida 31 * 32	kg	6.37	6.36	6.58	6.44
34	Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil	22	22	21	22
34	Fluencia	m/m	5.59	5.59	5.33	5.50
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	1140	1138	1234	1170

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 59: Dosificación de concreto asfáltico con el 6.65 % de asfalto y el 3.5 % de PET.

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

PROYECTO	: Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca.	RESP. LAB.:	S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB.:	C.A.D.S.
CANTERA	: Arenera Jaén	FECHA:	Abril 2022
MATERIAL	: Combinación de agregados		
SOLICITANTE	: Lozada Golicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile		

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	48.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	27.5%
Plástico reciclado PET	3.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200	
A Grava Triturada	44.59	41.62											
B Arena	55.41	51.73											
Mezcla			100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1		
Especificaciones			100	100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8		

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta	#				
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.65	6.65	6.65	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.62	41.62	41.62	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.73	51.73	51.73	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 55% para más #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 206)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 206)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.1	6.1	6.1	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1201.0	1205.0	1199.6	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1216.5	1212.1	1209.6	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	656.0	651.0	650.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	560.5	561.1	559.6	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.143	2.148	2.144	2.145
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 3041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.322	2.322	2.322	
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100[(26)+(3*2)/(7+8)+(4*2)/(9+10)]	gr/cc	2.404	2.404	2.404	
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 509)	%	7.71	7.50	7.67	7.63
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/[(37)+(49)+(51)]	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/[(3+8)+(4+10)+(5+11)]	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/[(3/8-8)+(4/10-10)]	gr/cc	2.553	2.553	2.553	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-5(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-1.61	-1.61	-1.61	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	75.18	75.35	75.21	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	17.11	17.15	17.12	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	24.82	24.65	24.79	24.75
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	8.15	8.15	8.15	
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	%	68.94	69.57	69.06	69.19
30	Lectura del aro	kg	148	160	150	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aro)	kg	62.6	67.7	63.5	
32	Factor de estabilidad		0.86	0.86	0.86	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	53.9	58.2	54.6	55.5
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35/0.254)	mil	24	24	26	25
34	Fluencia	m.m.	6.10	6.10	6.00	6.27
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/mm	88.4	9.54	8.26	88.8

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 60: Gravedad específica de mezcla bituminosa.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
 ENSAYO RICE AASHITO T - 209 ASTM D- 2041

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Floreila Yamile	FECHA : Abril 2022

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.65	5.15	5.65	6.15	6.65
1.- PESO DEL MATERIAL	1194.8	1191.4	1202.1	1201.0	1204.5
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4434.1	4430.7	4441.4	4440.3	4443.8
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3943.1	3938.1	3941.2	3927.3	3925.0
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	491.0	492.6	500.2	513.0	518.8
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.433	2.419	2.403	2.341	2.322
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.433	2.419	2.403	2.341	2.322

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.65	DISEÑO	

Observaciones :

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Blasco Fernández
 ING. CIVIL
 REG. COT 18878



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 61: Análisis granulométrico de agregados e incluido el 5.5 % de PET.



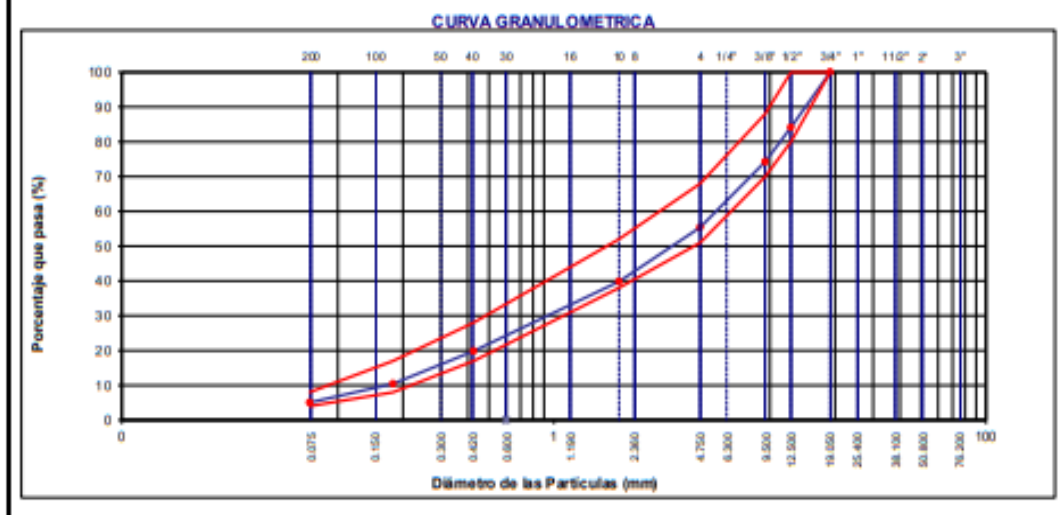
Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS
 (MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T 27)

PROYECTO	: " Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCIÓN	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arena Jaén	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Loja de Golacocha Wilmer, Montoya Abarca Flor la Yamilé	FECHA: Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	25.5%
Plástico reciclado PET	5.5%
PEN 60/70	

TAMZ	DATOS ENSAYO						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	ABRITO-ET (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION MAC - 2	
7"	25.000					100 100	TAMAÑO MÁXIMO 3/4" Peso inicial seco: 15000.0 gr Peso fracción fino: 800.0 gr Peso húmedo: 800.0 gr Peso seco: 790.0 gr Humedad: 1.27 %
3/4"	19.000				100.0	100 100	
1/2"	12.500	2378.0	15.9	15.9	84.1	80 100	
3/8"	9.500	1487.0	9.9	25.8	74.2	70 88	
Nº 4	4.750	2623.0	18.8	44.6	55.4	51 68	
Nº 10	2.000	225.1	15.6	60.2	39.8	38 52	
Nº 40	0.425	288.5	20.0	80.2	19.8	17 28	
Nº 80	0.180	135.6	9.4	89.6	10.4	8 17	
Nº 200	0.074	77.8	5.4	94.9	5.1	4 8	
< Nº 200	FONDO	73.0	5.1	100.0			



Observaciones :

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundario Eduardo Pérezvarán
 REG. CO. 00078



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 62: Dosificación de concreto asfáltico con el 4.65 % de asfalto y el 5.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Loza da Gokochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	48.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	25.5%
Plástico reciclado PET	5.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº 200	
A Grava Triturada	44.59	42.51											
B Arena	55.41	52.84											
Mezcla			100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1		
Especificaciones			100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8		

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Número de probeta	#				
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.65	4.65	4.65	
3	% de grava filtrada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.51	42.51	42.51	
4	% de arena s combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.84	52.84	52.84	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 5.5% para máx 4200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/bc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 205)	gr/bc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 205)	gr/bc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/bc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/bc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/bc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1191.4	1190.6	1193.0	
14	Peso de la probeta saturada su superficie seca	gr	1222.5	1219.7	1218.8	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	636.3	638.5	635.5	
16	Volumen de la Probeta 14-15	cc	586.2	581.2	583.3	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/15 (ASTM D 2728, MTC E 514)	gr/bc	2.032	2.049	2.045	2.042
18	Peso específico teórico máximo (Rica) (ASTM D 304, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/bc	2.380	2.380	2.380	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 \cdot (2/3) + (3 \cdot 2/7) + (8/4) \cdot (3/9) + 100$	gr/bc	2.476	2.476	2.476	
20	% de vacíos con aire $100 \cdot (1 - 7/8)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	14.61	13.95	14.07	14.20
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) \cdot (3/7) + (4/8) + (5/11)$	gr/bc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) \cdot (3/8) + (4/10) + (5/11)$	gr/bc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) \cdot (3/8) + (4/10) + 100$	gr/bc	2.545	2.545	2.545	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 25) / (23 \cdot 21)$ (ASTM D 4468, MTC E 517)	%	-1.74	-1.74	-1.74	
25	% de volumen del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) \cdot 7/21$	%	72.84	73.42	73.30	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	12.55	12.65	12.63	
27	% vacíos del agregado mineral $100 - 25$	%	27.16	26.58	26.70	26.82
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) \cdot (3 + 4)$	%	6.31	6.31	6.31	
29	Relación betún vacíos $(26/27) \cdot 100$	%	46.21	47.59	47.31	47.04
30	Lechura del aire	kg	90	101	95	
31	Estabilidad sin corrección tabla de calibración del ensayo	kg	383.3	429.4	404.3	
32	Factor de estabilidad		0.81	0.85	0.83	
33	Estabilidad corregida 31/32	kg	310	356	336	334
34	Lechura del fluimetro $(0.01) \cdot (35 / 0.25 \cdot 4)$	gr/l	15	16	16	
34	Fluencia	m.m.	3.81	4.06	4.32	4.06
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	81.5	87.7	77.7	82.3

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 63: Dosificación de concreto asfáltico con el 5.15 % de asfalto y el 5.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goloochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	25.5%
Plástico reciclado PET	5.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.59	42.29
B Arena.	55.41	52.56

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200
Mezcla	100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1	
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8	

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.15	5.15	5.15	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.29	42.29	42.29	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.56	52.56	52.56	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.1	6.1	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1200.8	1188.9	1200.1	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1219.8	1215.4	1220.4	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	647.5	639.5	648.4	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	572.3	575.9	572.0	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/15 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.098	2.064	2.098	2.087
18	Peso específico teórico máximo (Roc) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.365	2.365	2.365	
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100((2/3)+(3/2)(7+8)+(4*2/3+10))	gr/cc	2.457	2.457	2.457	
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3003, MTC E 805)	%	11.28	12.70	11.28	11.75
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/((3/P-8)+(4*P-10))	gr/cc	2.547	2.547	2.547	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4489, MTC E 511)	%	-1.71	-1.71	-1.71	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17.21	%	74.80	73.60	74.80	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	13.92	13.70	13.92	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	25.20	26.40	25.20	25.60
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24*100)/(3+4)	%	6.77	6.77	6.77	
29	Relacion betun vacíos (26/27)*100	%	55.25	51.88	55.24	54.12
30	Lectura del aro	Ag	11.5	120	1.30	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	Ag	488	509	551	
32	Factor de estabilidad		0.86	0.83	0.86	
33	Estabilidad corregida 31*32	Ag	420	422	474	439
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35/0.254)	pul	30	19	18	19
34	Fluencia	m.m	5.08	4.83	4.57	4.83
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Ag/cm	82.6	87.5	103.6	91.3

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 64: Dosificación de concreto asfáltico con el 5.65 % de asfalto y el 5.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	48.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	25.5%
Plástico reciclado PET	5.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N°200	
A Grava Triturada	44.59	42.07											
B Arena	55.41	52.28											
Mezcla			100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1		
Especificaciones			100	100	80-100	70-88	51-68	38 -52	17 - 28	8-17	4-8		

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.65	5.65	5.65	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.07	42.07	42.07	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.28	52.28	52.28	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1191.3	1197.0	1194.9	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1212.7	1218.8	1221.3	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	654.8	658.8	661.2	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	557.9	560.0	560.1	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/15 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.135	2.138	2.133	2.135
18	Peso específico teórico máximo (Rico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.381	2.381	2.381	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / (2/8 + (3/2)(7/8) + (4/2)(9/10))$	gr/cc	2.439	2.439	2.439	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	10.30	10.21	10.38	10.30
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P_8) + (4/P_10))$	gr/cc	2.587	2.587	2.587	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 2) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-1.09	-1.09	-1.09	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 17.21$	%	75.72	75.80	75.65	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	13.98	13.99	13.96	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	24.28	24.20	24.35	24.27
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)(3 + 4)$	%	6.68	6.68	6.68	
29	Relacion betun vacíos $(26/27) * 100$	%	57.57	57.81	57.35	57.58
30	Lectura del aro	Ag	155	161	148	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	Ag	656	681	626	
32	Factor de estabilidad		0.89	0.86	0.86	
33	Estabilidad corregida 31*32	Ag	583	585	539	569
34	Lectura del flexímetro (0.01") $(35 / 0.254)$	puí	21	22	22	22
34	Fluencia	m.m	5.33	5.59	5.59	5.50
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Ag/cm	1.094	1.048	0.964	1.035

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 65: Dosificación de concreto asfáltico con el 6.15 % de asfalto y el 5.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Góicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	25.5%
Plástico reciclado PET	5.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.59	41.84
B Arena	55.41	52.01

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200
Mezcla	100	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1	
Especificaciones	100	100	88-100	79-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8	

	#	1	2	3	Prom.	
1	Numero de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	1.15	6.15	6.15	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.84	41.84	41.84	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	52.01	52.01	52.01	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% para máx #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cb	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cb	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cb	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cb	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cb	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/cb	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.2	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1182.3	1201.1	1185.9	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1186.2	1207.8	1191.5	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	626.5	640.1	632.2	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	257.7	267.7	259.3	
17	Peso Unitario de la Probeta 13-16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cb	2.120	2.116	2.120	2.119
18	Peso específico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cb	2.390	2.390	2.390	
19	Máxima densidad teorica de los agregados 100((2.65+(3*2)/(7+8)+(4*2)/(9+10))	gr/cb	2.421	2.421	2.421	
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	1.78	9.96	9.76	9.83
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cb	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cb	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/((3/8*8)+(4/10*10))	gr/cb	2.599	2.599	2.599	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6((23-21)/(23*21)) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-1.37	-1.37	-1.37	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*1/21	%	74.78	74.63	74.79	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	15.44	15.41	15.44	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	25.22	25.37	25.21	25.26
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (26/100)*(3+4)	%	7.44	7.44	7.44	
29	Relación betun vacios (26/27)*100	%	61.23	60.75	61.27	61.08
30	Lectura del aro.	Ag	23	130	140	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	Ag	522	551	593	
32	Factor de estabilidad		0.89	0.86	0.89	
33	Estabilidad corregida 31*32	Ag	464	474	528	489
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pu'	25	24	25	25
34	Fluencia	mm	1.35	6.10	6.35	6.27
35	Relación Estabilidad / Fluencia	Ag/mm	731	777	831	790

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 66: Dosificación de concreto asfáltico con el 6.65 % de asfalto y el 5.5 % de PET.

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

PROYECTO	: "Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Monloya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40.0%
Arena Chancada	29.0%
Arena Zarandeada	25.5%
Plástico reciclado PET	5.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200	
A Grava Triturada	44.59	41.62											
B Arena	55.41	51.73											
Mezcla			100.0	100.0	84.1	74.2	55.4	39.8	19.8	10.4	5.1		
Especificaciones			100	100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8		

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.65	6.65	6.65	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	41.62	41.62	41.62	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	51.73	51.73	51.73	
5	% de filler en peso de mezcla(mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.682	2.682	2.682	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.704	2.704	2.704	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.621	2.621	2.621	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.635
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6.1	6.1	6.1	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1175.8	1172.5	1174.5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1184.9	1185.2	1184.6	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	620.0	621.0	619.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	564.9	564.2	565.6	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.081	2.078	2.077	2.079
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.328	2.328	2.328	
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/((2/6)+(3*2)/(7+8)+(4*2)/(9+10))	gr/cc	2.404	2.404	2.404	
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	10.60	10.75	10.81	10.72
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/8)+(5/11))	gr/cc	2.661	2.661	2.661	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4) /((3/P. 8)+(4*P.10))	gr/cc	2.562	2.562	2.562	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-1.48	-1.48	-1.48	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	73.03	72.92	72.86	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	16.36	16.34	16.33	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	26.97	27.08	27.14	27.06
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	8.03	8.03	8.03	
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	%	60.68	60.33	60.15	60.39
30	Lectura del aro	Ag	102	98	105	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	Ag	434	417	446	
32	Factor de estabilidad		0.86	0.86	0.86	
33	Estabilidad corregida 31*32	Ag	373	358	384	372
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul	27	27	26	27
34	Fluencia	m.m.	6.86	6.86	6.60	6.77
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	544	523	581	549

Observaciones :



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 67: Gravedad específica de mezcla bituminosa.

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



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

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

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D-2041

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCION	Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	Arenera Jaén	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.65	5.15	5.65	6.15	6.65	
1.- PESO DEL MATERIAL	1202.2	1195.2	1205.5	1200.0	1198.4	
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4441.5	4434.5	4444.8	4439.3	4437.7	
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3936.4	3929.1	3938.4	3928.6	3923.0	
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	505.1	505.4	506.4	510.7	514.7	
6.- PESO ESPECIFICO MÁXIMO	2.380	2.365	2.381	2.350	2.328	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.380	2.365	2.381	2.350	2.328	

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.65	DISEÑO	

Observaciones :


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


 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Bujarrán Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 18373



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 69: Granulometría piedra chancada (M-02).



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

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

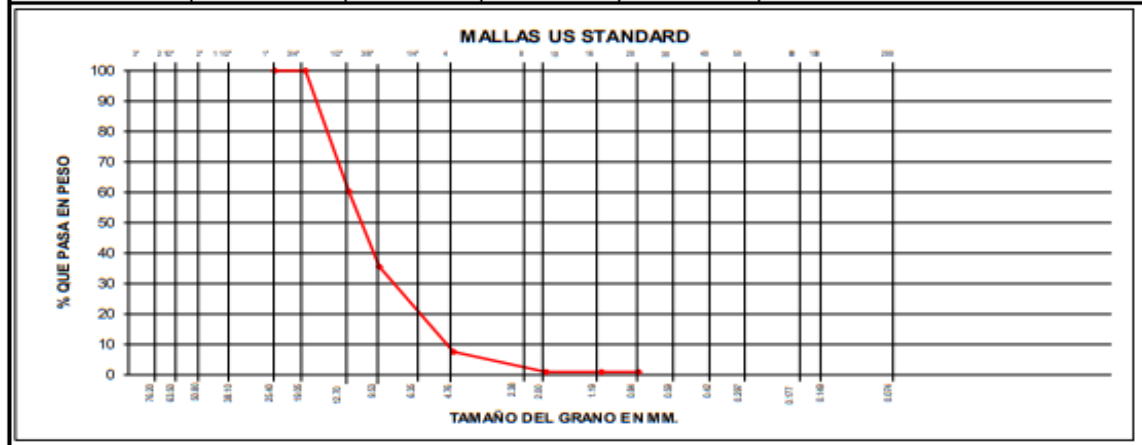
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
DESCRIPCIÓN	Cemento Asfáltico Pen 60/70		
MATERIAL	Piedra Chancada	RESP. LAB. :	S.B.F.
CANTERA	Arenera Jaén	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA :	Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-02

DATOS DEL ENSAYO						
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050				100.0	PESO TOTAL : 9369.0 gr
1/2"	12.700	3715	39.7	39.7	60.3	PESO PASADO : 5654.0
3/8"	9.525	2323	24.8	64.4	35.6	PESO SECO : 9369.0
1/4"	6.350					PESO HUMEDO : 408.8
N° 4	4.760	2623	28.0	92.4	7.6	IMPUREZAS (%) : 0.29
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	621	6.6	99.1	0.9	
N° 16	1.190	87				
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420					
N° 50	0.297					
N° 60	0.250					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074					
PAN						
TOTAL		9369				
% PERDIDA						



Observaciones :

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Buela Fernández
ING. CIVIL



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 70: Granulometría piedra chancada (M-03).

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



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

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

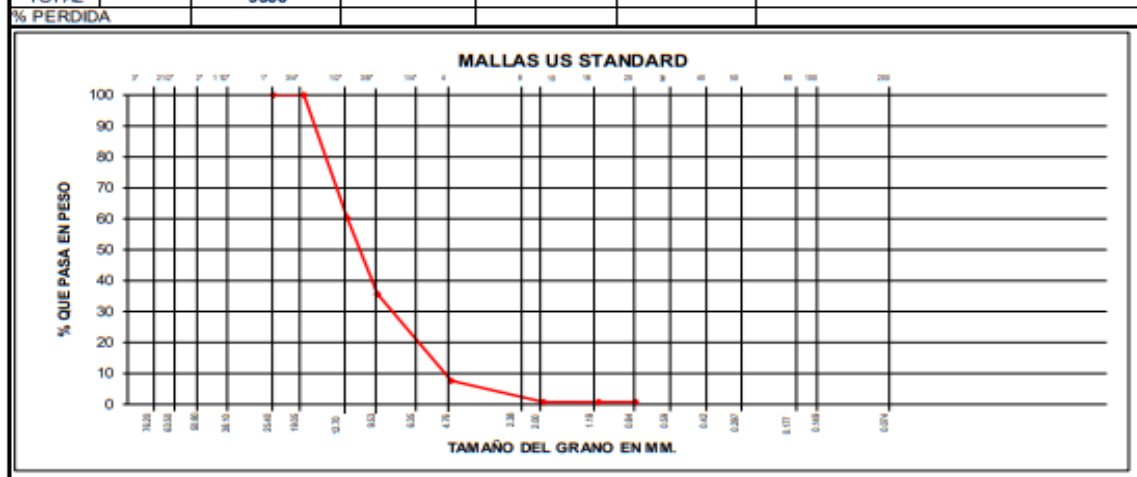
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(NORMA MTC E 204)

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
DESCRIPCIÓN	Cemento Asfáltico Pen 60/70	
MATERIAL	Piedra Chancada	RESP. LAB. : S.B.F.
CANTERA	Arenera Jaén	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-03

DATOS DEL ENSAYO						
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050				100.0	PESO TOTAL : 9366.0 gr
1/2"	12.700	3712	39.6	39.6	60.4	FRAG. LAVADO : 500.0
3/8"	9.525	2315	24.7	64.3	35.7	PESO SECO : 500.0
1/4"	6.350					PESO HUMEDO : 498.0
N° 4	4.760	2623	28.0	92.4	7.6	MOLESTAD (MTC) : 0.25
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	645	6.9	99.2	0.8	
N° 16	1.190	71				
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420					
N° 50	0.297					
N° 60	0.250					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074					
PAN						
TOTAL		9366				



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 CONSUELA DÍAZ SÁENZ
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Breaña Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 152278




Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".


Anexo 71: Granulometría Arena Chancada (M-01).

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



AV. VICENTE KUSO LOTE 1, FUNDO EL LERRITO (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

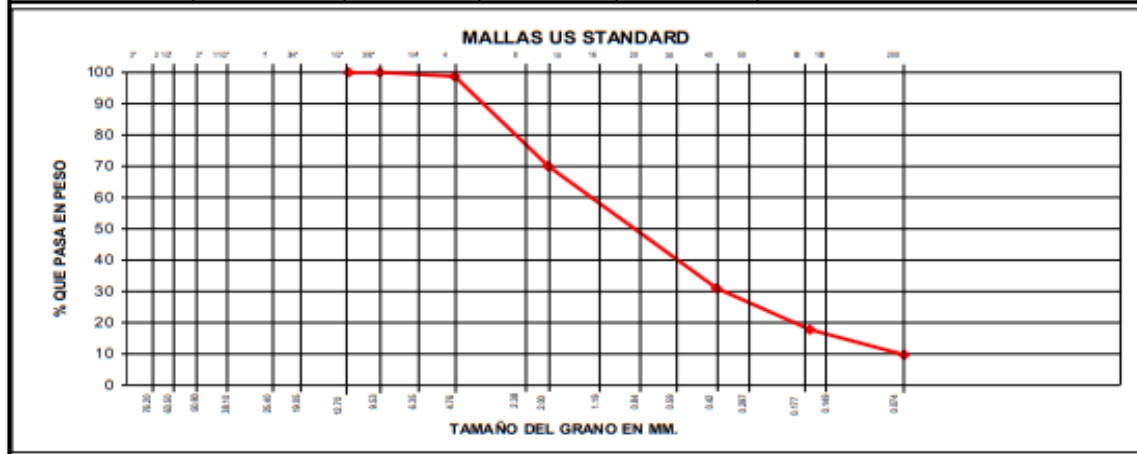
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
UBICACIÓN	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
MATERIAL	: Arena Chancada	RESP. LAB. :	S.B.F.
CANTERA	: Arenera Jaén	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA :	Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DEL ENSAYO						
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					1.3%
1"	25.400					98.7%
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	PESO TOTAL : 600.0 gr
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	7.6	1.3	1.3	98.7	PESO LIMPIO
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	172.3	28.7	30.0	70.0	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	234.3	39.1	69.0	31.0	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	78.9	13.2	82.2	17.8	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	48.6	8.1	90.3	9.7	
PAN		58.3	9.7	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						



Observaciones :


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


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



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 72: Granulometría Arena Chancada (M-02).

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



AV. VICENTE KUSO LOTE 1, FUNDO EL CERRITO (AL COSTADO DE LA QUINTA ARELLANO - PROLONGACION BOLOGNESI)

SERVICIOS DE LABORATORIOS CHICLAYO - EMP ASFALTOS

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
UBICACIÓN	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
MATERIAL	: Arena Chancada	RESP. LAB. : S.B.F.	
CANTERA	: Arenera Jaén	TEC. LAB. : C.A.D.S.	
SOLICITANTE	: Lozada Golcochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022	

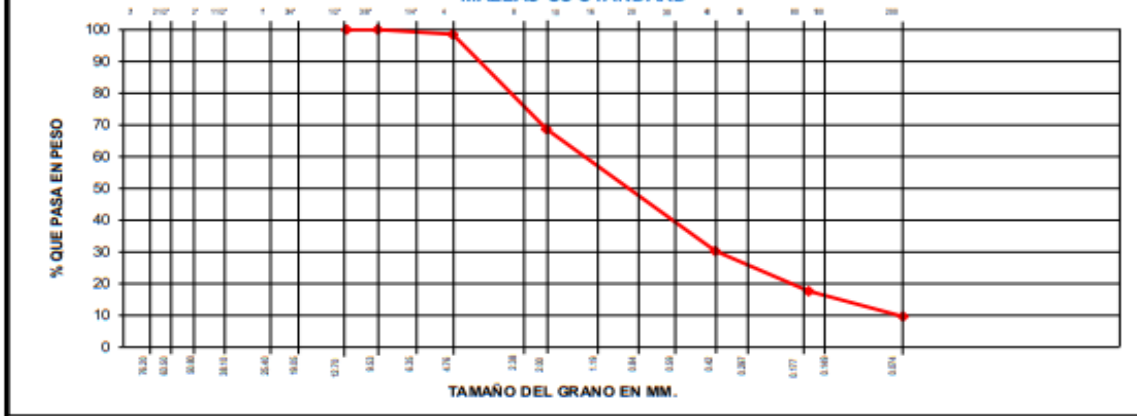
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-02
----------------	--------

DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	9.0	1.5	1.5	98.5	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	178.9	29.8	31.3	68.7	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	230.3	38.4	69.7	30.3	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	75.7	12.6	82.3	17.7	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	48.2	8.0	90.4	9.7	
PAN		57.9	9.7	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

MALLAS US STANDARD



Observaciones :


SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díez Salvedra
 TÉCNICO LABORATORISTA


SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burgos Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIV. 18278



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 73: Granulometría Arena Chancada (M-03).



AV. VICENTE KUSO LOTE 1, FUNDO EL CERRITO (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongacion Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

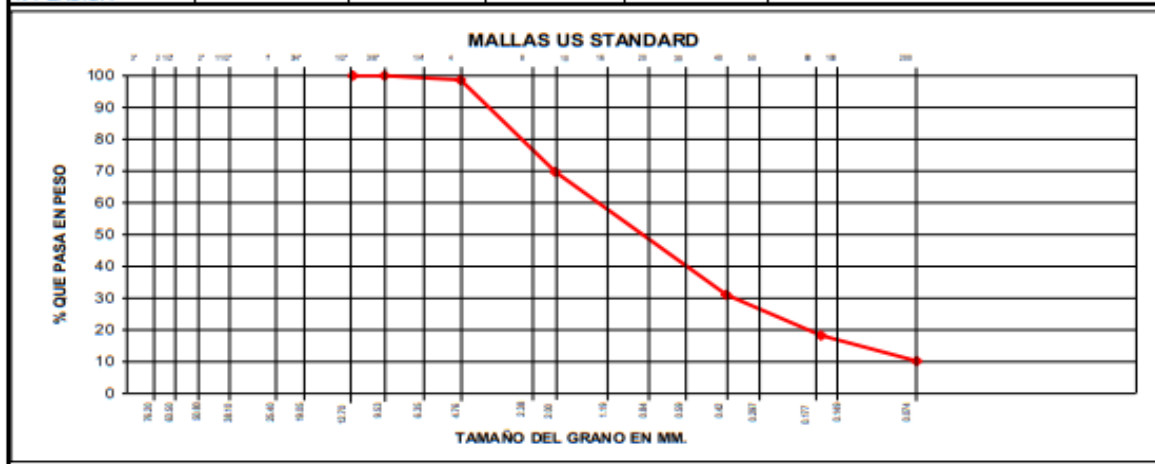
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".		
UBICACIÓN	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
MATERIAL	: Arena Chancada	RESP. LAB. :	S.B.F.
CANTERA	: Arenera Jaén	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA :	Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-03

DATOS DEL ENSAYO						
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	PESO TOTAL : 600.0 gr
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	8.2	1.4	1.4	98.6	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	173.5	28.9	30.3	69.7	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	232.1	38.7	69.0	31.0	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	76.6	12.8	81.7	18.3	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	48.3	8.1	89.8	10.2	
PAN		61.3	10.2	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						



Anexo 74: Granulometría Arena Zarandeada (M-01).

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



AV. VICENTE KUSO LOTE 1, FUNDO EL CERRITO (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Biolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
UBICACIÓN	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
MATERIAL	: Arena Zarandeada	RESP. LAB. : S.B.F.
CANTERA	: Arenera Jaén	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

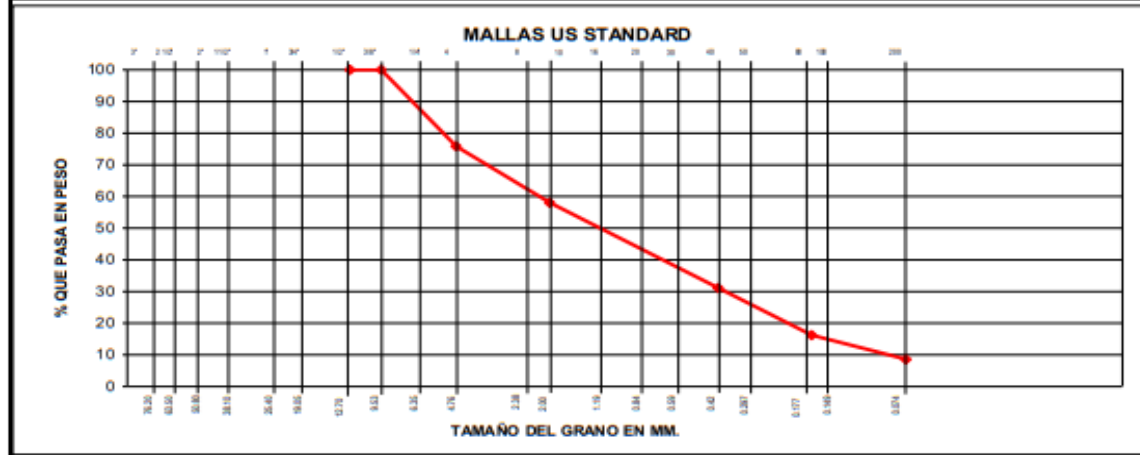
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-01
----------------	--------

DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					24.2%
1"	25.400					75.8%
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					PESO TOTAL : 600.0 gr
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.350					
Nº 4	4.760	145.0	24.2	24.2	75.8	
Nº 8	2.380					
Nº 10	2.000	106.7	17.8	42.0	58.1	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.590					
Nº 40	0.420	161.6	26.9	68.9	31.1	
Nº 50	0.297					
Nº 80	0.177	89.5	14.9	83.8	16.2	
Nº 100	0.149					
Nº 200	0.074	45.5	7.6	91.4	8.6	
PAN		51.7	8.6	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

MALLAS US STANDARD



Anexo 75: Granulometría Arena Zarandeada (M-02).



AV. VICENTE KUSO LOTE 1, FUNDO EL CERRITO (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

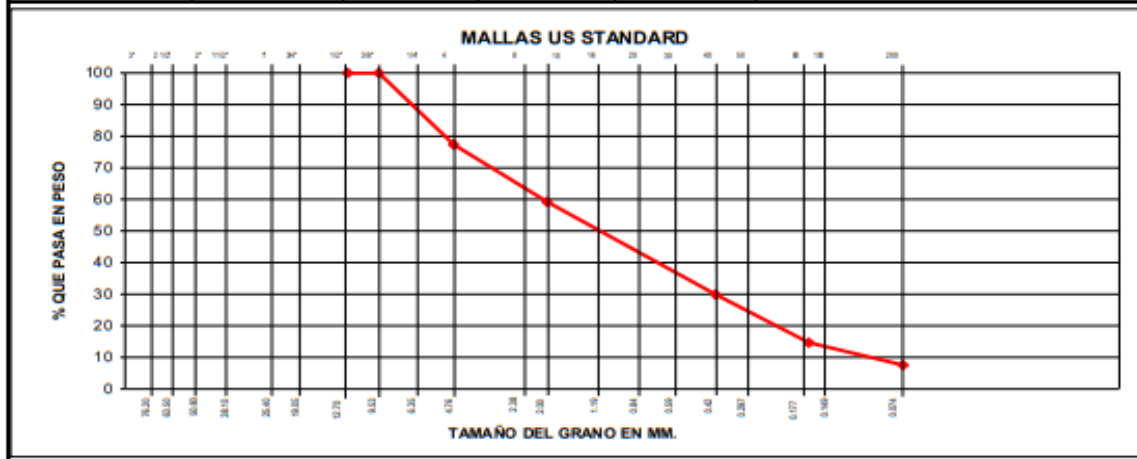
PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
UBICACIÓN	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
MATERIAL	: Arena Zarandeada	RESP. LAB. : S.B.F.
CANTERA	: Arenera Jaén	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-02
----------------	--------

DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 600.0 g
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	136.0	22.7	22.7	77.3	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	108.6	18.1	40.8	59.2	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	176.0	29.3	70.1	29.9	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	91.5	15.3	85.4	14.7	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	42.5	7.1	92.4	7.6	
PAN		45.4	7.6	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						



Observaciones :

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Burgos Fernandez
ING. CIVIL
REG. CIP. 132278



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 76: Granulometría Arena Zarandeada (M-03).



AV. VICENTE KUSO LOTE 1, FUNDO EL LERRITO (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongacion Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

PROYECTO	"Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca".	
UBICACIÓN	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
MATERIAL	: Arena Zarandeada	RESP. LAB. : S.B.F.
CANTERA	: Arenera Jaén	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Lozada Goicochea Wilmer, Montoya Abarca Fiorella Yamile	FECHA : Abril 2022

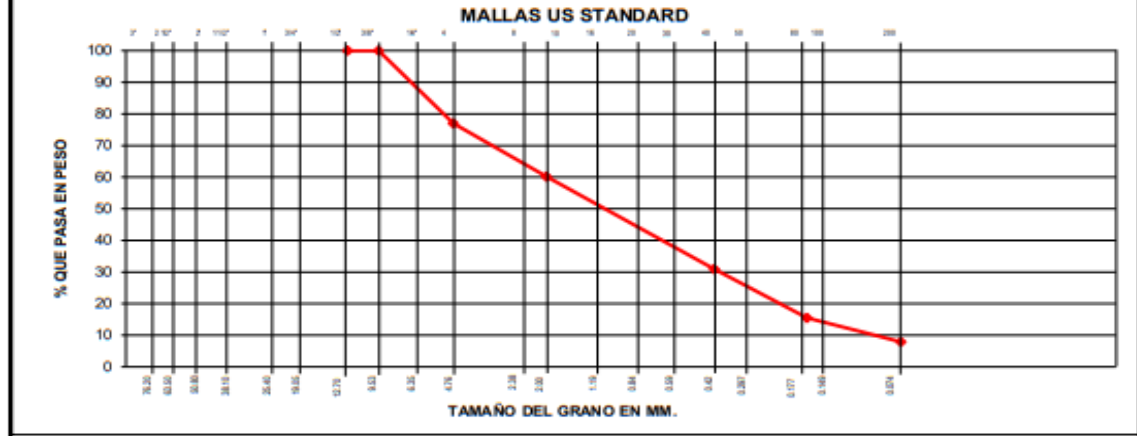
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-03
----------------	--------

DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 600.0 gr
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	138.0	23.0	23.0	77.0	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	101.1	16.9	39.9	60.2	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	175.5	29.3	69.1	30.9	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	92.5	15.4	84.5	15.5	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	45.5	7.6	92.1	7.9	
PAN		47.4	7.9	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

MALLAS US STANDARD



Observaciones :

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Bustos Fernández
 REG. CNA 182278



Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".


Anexo 77: Granulometría Plástico PET.

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

Av. Vicente Hualde Lote 1, Fundo El Cemento (al Costado de la Quinta Asfáltica - Protagónica Biológica)

Servicios de Laboratorios Chilayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 994 131 476 - 998 926 250
Email: servicios_lab@hotmail.com

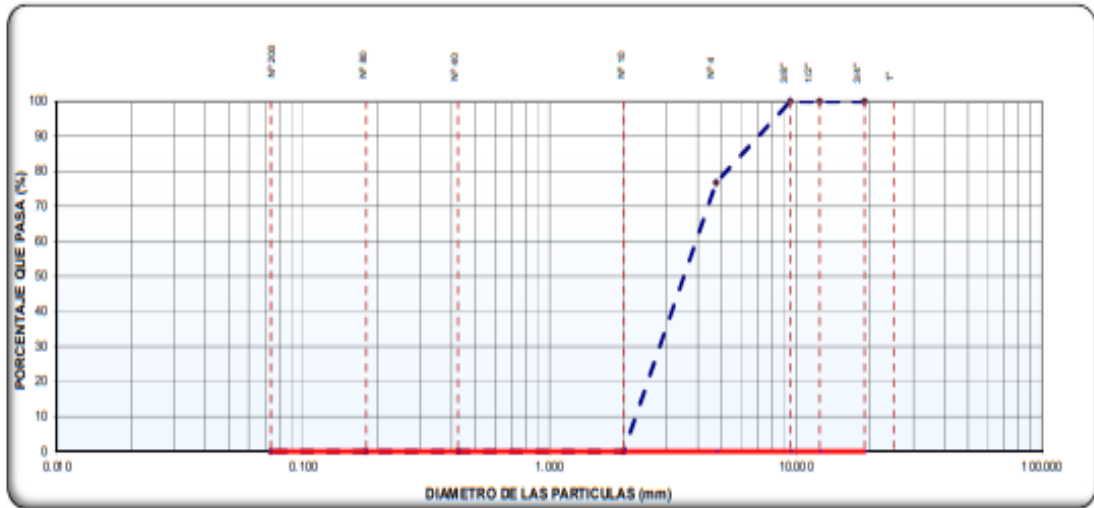
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PORTAMUZADO (NTC E 107)



PROYECTO	: Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jelen, Cajamarca.	
DESCRIPCIÓN	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	RESP. LAB.: S.B.F. TEC. LAB.: C.A.D.S. FECHA: Ab-22
CANTERA	: Arena de jalen	
MATERIAL	: PET	
SOLICITANTE	: Manóya Abarca Florella Yamile-Loranda Góicochea Winer	

DATOS ENSAYO							DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA		
1"	25.000						
3/4"	19.000				100.0		TAMAÑO MÁXIMO: 3/4"
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0		Peso inicial seco: 200 g
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0		
Nº 4	4.750	46.4	23.2	23.2	76.8		
Nº 10	2.000	153.6	76.8	100.0	0.0		
Nº 40	0.425	0.0	0.0	100.0	0.0		
Nº 80	0.180	0.0	0.0	100.0	0.0		
Nº 200	0.074	0.0	0.0	100.0	0.0		
<Nº 200	FONDO	0.0	0.0	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:


César A. Díaz Sáavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA




Secundino Bana Fernández
 ING. CIVIL
 REG. 04 154276

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 78: Certificado de calibración de balanza de 620g.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

N° de Certificado	: 1223-MPES-C-2021	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición".
N° de Orden de trabajo	: 0471	
1. SOLICITANTE	: SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
Dirección	: Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA	PESATEC PERU S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Marca	: OHAUS	
Modelo	: SPX822	
Número de Serie	: B613289787	
Alcance de Indicación	: 620 g	
División de escala real (d)	: 0,01 g	
División de escala de verificación (e)	: 0,01 g	
Procedencia	: CHINA	
Identificación	: BAL-16 (*)	
Tipo de indicación	: Electrónica	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2021-11-04	
3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN	Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según: Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM-INDECCPI, 4ta edición abril 2010).	
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN	Vicente Russo, Chiclayo 14011	

Sello

Fecha de Emisión

Autorizado por



2021-11-09

Sandra Jurupe Melgarejo
Gerente Técnico

RT08-F09 - Rev.06

Elaborado: JCFA

Revisado: JMSE

Aprobado: HGJC

Av. Condevilla 1269 Urb. EL OLVAR - Callao | Telef: 4848092 - 4847633 - 7444303 - 7444306 | Celular: 994080329 - 97525151

Email: ventas@pesatec.com | Website: www.pesatec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PESATEC PERU SAC

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos."

Anexo 78: Certificado de calibración de balanza de 620g.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO
N°LC 020



Registro N°LC - 080

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1223-MPES-C-2021

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	24,8 °C	24,9 °C
Humedad Relativa	60 %	60 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesas (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 264 - 2021

7. OBSERVACIONES

Para 500 g la balanza indicó 499,97 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".

(*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	24,8 °C			24,7 °C		
	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	lg)	ΔL(mg)	E(mg)	lg)	ΔL(mg)	E(mg)
1	300,01	5	10	600,02	4	21
2	300,00	2	3	600,01	3	12
3	300,01	7	8	600,01	5	10
4	300,01	7	8	600,01	5	10
5	300,01	7	8	600,01	4	11
6	300,01	6	9	600,01	5	10
7	300,01	7	8	600,01	4	11
8	300,01	7	8	600,02	6	19
9	300,01	6	9	600,02	5	20
10	300,01	6	9	600,01	5	10
Diferencia Máxima			7			
Error máximo permitido ±			30 mg	± 30 mg		

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos."

Anexo 78: Certificado de calibración de balanza de 620g.



Registro N° LC - 020

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1223-MPES-C-2021

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga máxima (g)	h(g)	ΔL(mg)	E ₀ (mg)	Carga (g)	h(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)
1	0,10	0,10	7	-2	200,00	200,00	5	0	2
2		0,10	8	-3		200,01	5	10	13
3		0,10	8	-3		200,00	3	2	5
4		0,10	7	-2		200,00	5	0	2
5		0,10	9	-4		200,01	7	8	12

Temp. (°C) Inicial: 24,7 °C Final: 25,1 °C

[*] valor entre 0 y 10 μ

Error máximo permitido: ± 20 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp ^(*) (mg)
	h(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E ₀ (mg)	h(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E ₀ (mg)	
0,10	0,10	7	-2						
0,20	0,20	9	-4	-2	0,21	8	7	9	10
1,00	1,00	9	-4	-2	1,01	7	8	10	10
10,00	10,00	9	-4	-2	10,01	7	8	10	10
50,00	50,00	8	-3	-1	50,01	8	7	9	10
100,00	100,00	7	-2	0	100,02	7	18	20	20
150,00	150,00	7	-2	0	150,02	9	16	18	20
200,00	200,00	6	-1	1	200,02	8	17	19	20
400,00	400,01	2	13	15	400,03	8	27	29	30
600,00	600,02	5	20	22	600,03	8	27	29	30
620,00	620,03	7	28	30	620,03	7	28	30	30

Temp. (°C) Inicial: 25,1 °C Final: 24,9 °C

[**] error máximo permitido.

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000028 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,000072 \text{ g}^2 + 0,0000000064 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error escurtido E₀: Error en cero E_c: Error corregido

Fin del certificado de calibración

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos".

Anexo 79: Certificado de calibración de balanza de 30000 g.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO
N°LC 020



Registro N°LC - 020

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

N° de Certificado : **1224-MPES-C-2021**
N° de Orden de trabajo : 0471

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

Dirección : Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**

Marca : OHAUS
Modelo : R31P30
Número de Serie : 8338020109
Alcance de Indicación : 30000 g
División de escala real (d) : 1 g

División de escala de verificación (e) : 1 g
Procedencia : CHINA
Identificación : BAL-57 (*)
Tipo de indicación : Electrónica
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2021-11-04

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición".

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PESATEC PERU S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:
Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición abril 2010).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Vicente Russo, Chiclayo 14011

Sello

Fecha de Emisión

Autorizado por



2021-11-09

Sandra Jurupe Melgarejo
Gerente Técnico

08-F09 - Rev.06

Elaborado: JCFA

Revisado: JMSE

Aprobado: NGJC

Av. Condevilla 1269 Urb. EL OLIVAR - Callao | Telef: 4848092 - 4847833 - 7444303 - 7444306 | Celular: 994080329 - 975525151
Email: ventas@pesatec.com | Web: www.pesatec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PESATEC PERU SAC

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos."

Anexo 79: Certificado de calibración de balanza de 30000 g.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO
N°LC 020



Registro N°LC - 020

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1224-MPES-C-2021

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₂				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	h(g)	ΔL(mg)	E(mg)	Carga (g)	h(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)
1	10	10	800	-300	10 000	10 000	800	-300	0
2		10	700	-200		9 999	300	-800	-600
3		10	700	-200		10 000	700	-200	0
4		10	700	-200		10 001	500	1 000	1 200
5		10	800	-300		10 000	700	-300	100

Temp. (°C) Inicial: 25,1 °C Final: 25,3 °C

[*] valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 2 000 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) z(mg)
	h(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	h(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	
10	10	800	-300						
50	50	700	-200	100	50	300	200	500	1 000
200	200	800	-300	0	200	300	200	500	1 000
1 000	1 000	800	-300	0	1 000	300	200	500	1 000
5 000	5 000	800	-100	200	5 000	400	100	400	1 000
10 000	10 000	900	-400	-100	10 000	500	0	300	2 000
15 000	15 000	500	0	300	15 001	800	700	1 000	2 000
20 000	20 000	400	100	400	20 000	200	300	600	2 000
25 000	25 001	700	800	1 100	25 001	800	700	1 000	3 000
28 000	28 001	800	700	1 000	28 001	700	800	1 100	3 000
30 000	30 001	700	800	1 100	30 001	700	800	1 100	3 000

Temp. (°C) Inicial: 25,3 °C Final: 25,5 °C

[**] error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000023 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,45 \text{ g}^2 + 0,000000017 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error encorizado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

Fin del certificado de calibración

Anexo 80: Certificado de calibración de balanza de 8100 g.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO
N°LC 020



Registro N°LC - 020

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

N° de Certificado : **1225-MPES-C-2021**
 N° de Orden de trabajo : 0471
1. SOLICITANTE : **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**
 Dirección : Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**
 Marca : AND
 Modelo : GF-8000
 Número de Serie : T0323226
 Alcance de indicación : 8100 g
 División de escala real (d) : 0,1 g
 División de escala de verificación (e) : 1 g
 Procedencia : JAPON
 Identificación : BAL-27 (*)
 Tipo de indicación : Electrónica
 Ubicación : LABORATORIO
 Fecha de Calibración : 2021-11-04

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición".

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PESATEC PERU S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:
 Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición abril 2010).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Vicente Russo, Chiclayo 14011

Sello

Fecha de Emisión

Autorizado por



2021-11-09

Sandra Jurupe Melgarejo
Gerente Técnico

T08-F09_Rev.06

Elaborado: JCFA

Revisado: JMSE

Aprobado: HJGC

Av. Condevilla 1269 Urb. EL OLNAR - Callao | Telef: 4848092 - 4847833 - 7444303 - 7444306 | Celular: 994080329 - 975525151

Email: ventas@pesatec.com | Website: www.pesatec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PESATEC PERU SAC

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos."

Anexo 80: Certificado de calibración de balanza de 8100 g.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO
N°LC 020



Registro N°LC - 020

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1225-MPES-C-2021

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	24,7 °C	24,5 °C
Humedad Relativa	59 %	59 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesas (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 284 - 2021
		MP-07	LM-C-299-2021

7. OBSERVACIONES

Para 7000 g la balanza indicó 6999,7 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009, Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO". (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 24,7 °C			Final 24,4 °C		
	Carga L1 ^o 4 000,0 g			Carga L2 ^o 8 000,0 g		
	f(g)	ΔL(mg)	E(mg)	f(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	3 999,9	90	-140	8 000,0	70	-20
2	3 999,8	70	-220	8 000,0	60	-10
3	3 999,8	50	-200	8 000,0	60	-10
4	3 999,9	90	-140	8 000,0	60	-10
5	3 999,9	80	-130	8 000,0	50	0
6	3 999,8	80	-230	8 000,0	50	0
7	3 999,9	80	-130	8 000,0	50	0
8	3 999,9	90	-140	8 000,0	60	-10
9	3 999,9	90	-140	8 000,0	50	0
10	3 999,8	80	-230	8 000,0	50	0
Diferencia Máxima			100	20		
Error máximo permitido ±		1 000 mg		±		2 000 mg

Anexo 80: Certificado de calibración de balanza de 8100 g.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO
N°LC 020



Registro N°LC - 020

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1225-MPES-C-2021

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Carga mínima (g)	Determinación de E ₀			Determinación del Error corregido				
		m(g)	ΔL(mg)	E ₀ (mg)	Carga (g)	m(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)
1	2,0	2,0	60	-10	2 500,0	2 499,9	40	-90	-80
2		2,0	40	10		2 500,0	90	-40	-50
3		2,0	50	0		2 500,0	70	-20	-20
4		2,0	50	0		2 499,8	90	-240	-240
5		2,0	60	-10		2 499,7	90	-340	-300

Temp. (°C) Inicial: 24,4 °C Final: 24,6 °C

Error máximo permitido: ± 1 000 mg

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				exp(*) e(mg)
	m(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	m(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	
2,0	2,0	50	0						
5,0	5,0	60	-10	-10	5,0	60	-10	-10	1 000
20,0	20,0	60	-10	-10	20,0	50	0	0	1 000
500,0	500,0	90	-40	-40	500,0	70	-20	-20	1 000
1 000,0	999,9	30	-80	-80	1 000,0	80	-30	-30	1 000
5 000,0	4 999,8	20	-170	-170	4 999,9	60	-110	-110	1 000
6 000,0	5 999,8	20	-170	-170	5 999,9	60	-110	-110	2 000
7 000,0	6 999,9	40	-90	-90	7 000,0	80	-30	-30	2 000
7 500,0	7 500,0	60	-30	-30	7 500,0	50	0	0	2 000
8 000,0	8 000,0	50	0	0	8 000,1	90	60	60	2 000
8 100,0	8 100,1	90	60	60	8 100,1	90	60	60	2 000

Temp. (°C) Inicial: 24,6 °C Final: 24,5 °C

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,000012 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,0039 \text{ g}^2 + 0,000000011 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error encontrado E_c: Errores cero E_c: Error corregido

Fin del certificado de calibración

Anexo 81: Certificado de mantenimiento de bomba de vacíos.

METROTEC

INFORME DE MANTENIMIENTO IM-MP-166-2021



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

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

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



DATOS TÉCNICOS:

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

MARCA: VALUE **SERIE:** PR201605

MODELO: VEIGON



CONDICIONES EN LAS QUE SE ENCONTRO EL EQUIPO:

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



DETALLES DEL SERVICIO REALIZADO:

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



CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN:

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



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

Código: FO-TEC-01
Versión: 00
Fecha de aprobación:

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERU
Tel: (+511) 540 0642 Cel: (+511) 971 439 272 / 971 439 282
E-mail: metrologia@metrologiatecnicas.com / ventas@metrologiatecnicas.com

PI

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos."

Anexo 82: Certificado de calibración de Prensa Marshall.

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 195 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

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

Fecha de Emisión

2021-09-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

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

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Tel: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos."

Anexo 82: Certificado de calibración de Prensa Marshall.

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

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

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

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

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

8. Condiciones Ambientales

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

9. Patrones de referencia

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

10. Observaciones

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

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos."

Anexo 82: Certificado de calibración de Prensa Marshall.

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

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

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

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

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

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

12. Incertidumbre

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

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

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos."

Anexo 83: Certificado de calibración de Vacuómetro De Deformación Elástica.

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LP - 128 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

Página 1 de 3

1. Expediente	210475	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.	
3. Dirección	Av. Vicente Ruso lote 1 Fundo El Cerrito - Chidayo - LAMBAYEQUE	
4. Instrumento de Medición	VACUÓMETRO DE DEFORMACIÓN ELASTICA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Alcance de indicación	-30 inHg a 0 inHg	
División de Escala / Resolución	0,5 inHg	
Marca	WEIZZ	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	L-111 (*)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Tipo	ANALOGICO	
Clase	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2021-09-23	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-09-23



Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.09.23 12:01:40
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Tel: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos."

Anexo 83: Certificado de calibración de Vacuómetro De Deformación Elástica.

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LP - 128 - 2021

*Área de Metrología**Laboratorio de Presión*

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del manómetro de deformación elástica y el manómetro patrón tomando como referencia el método descrito en el INV E 738 de Colombia y el documento INDECOPI/SNM PC - 004: 2012 "Procedimiento de calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuumetros de deformación elástica".

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Av. San Diego de Alcalá Mz. F 1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,5 °C	20,4 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de Referencia

Se utilizaron patrones trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Presión del Servicio Nacional de Metrología SNM - INDECOPI en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones trazables a los patrones de referencia de DM - INACAL LFP - 034 - 2020	Manóvacuumetro con Clase de Exactitud 0,05 % FS	IMN - 398 - 2021

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido en el instrumento.

Anexo 83: Certificado de calibración de Vacuómetro De Deformación Elástica.

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LP - 128 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Presión*

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación Manómetro (inHg)	Lectura del Patrón		Error		
	Ascendente (inHg)	Descendente (inHg)	Ascendente (inHg)	Descendente (inHg)	Histéresis (inHg)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-5	-4,87	-4,92	0,13	0,08	-0,05
-8	-7,43	-7,46	0,07	0,04	-0,03
-10	-9,80	-9,80	0,20	0,20	0,00
-15	-14,78	-14,78	0,22	0,22	0,00
-20	-19,72	-19,72	0,28	0,28	0,00
-25	-24,71	-24,71	0,29	0,29	0,00
-30	-29,72	-29,72	0,28	0,28	0,00

Máximo Error Absoluto de Indicación	0,29 inHg
Máximo Error Absoluto de Histéresis	-0,05 inHg
Máxima Incertidumbre encontrada U(k=2)	0,12 inHg

12. Incertidumbre

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

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

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz. FI lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos."

Anexo 84: Certificado de calibración de Baño a María.

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 176 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

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

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

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

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

5. Fecha de Calibración 2021-09-10

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-09-16

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



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Tel: (511) 540-0642
Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos."

Anexo 84: Certificado de calibración de Baño a María.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 176 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

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

7. Lugar de calibración

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

8. Condiciones Ambientales

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

9. Patrones de referencia

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

10. Observaciones

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

Anexo 84: Certificado de calibración de Baño a María.

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LT - 176 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

PARA LA TEMPERATURA DE 60 °C

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

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Tel: (511) 540-0642

Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos."

Anexo 84: Certificado de calibración de Baño a María.

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 176 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

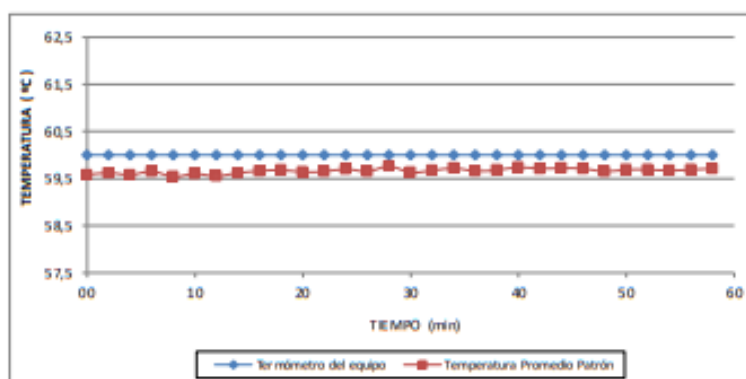
Página 4 de 5

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

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

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

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



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

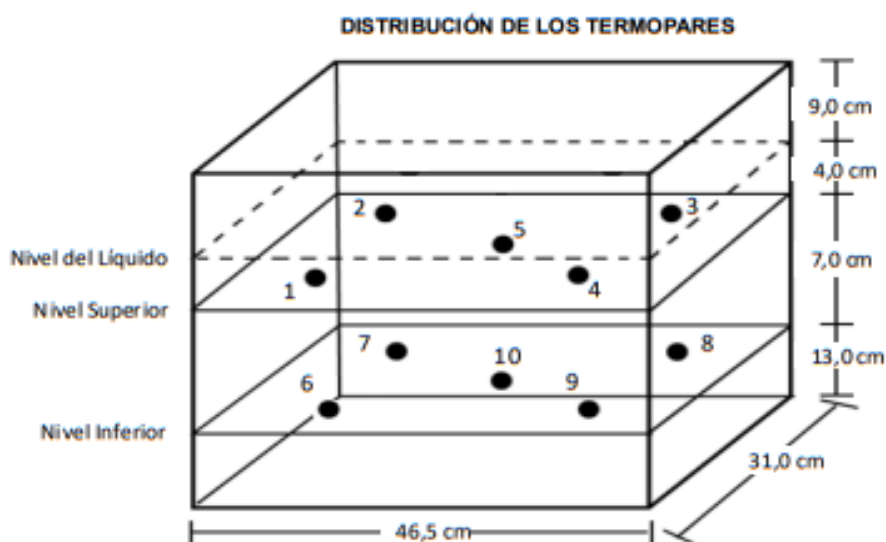
Fuente: Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos "EMP Asfaltos."

Anexo 84: Certificado de calibración de Baño a María.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 176 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 6 cm de las paredes laterales y a 4 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

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

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

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

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

12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento

Anexo 85: Resultados del Análisis estadístico descriptivo de los datos del ensayo Marshall, 2022.

DESCRIPTIVES VARIABLES=Estabilidad Flujo PorcentajeVacios
/STATISTICS=MEAN STDDEV VARIANCE RANGE MIN MAX KURTOSIS SKEWNESS.

Descriptivos

Estadísticos descriptivos

	N Estadístico	Rango Estadístico	Mínimo Estadístico	Máximo Estadístico	Media Estadístico
Estabilidad de la mezcla (kg)	75	934.00	310.00	1244.00	730.8800
Flujo de la mezcla (0.01")	75	18.00	9.00	27.00	16.1467
Porcentaje de Vacíos de Aire (%)	75	12.01	2.60	14.61	7.8808
N válido (por lista)	75				

Estadísticos descriptivos

	Desv. Desviación Estadístico	Varianza Estadístico	Asimetría		Curtosis Estadístico
			Estadístico	Desv. Error	
Estabilidad de la mezcla (kg)	235.07923	55262.242	.206	.277	-.799
Flujo de la mezcla (0.01")	4.70679	22.154	.689	.277	-.267
Porcentaje de Vacíos de Aire (%)	2.91390	8.491	-.027	.277	-.606
N válido (por lista)					

Estadísticos descriptivos

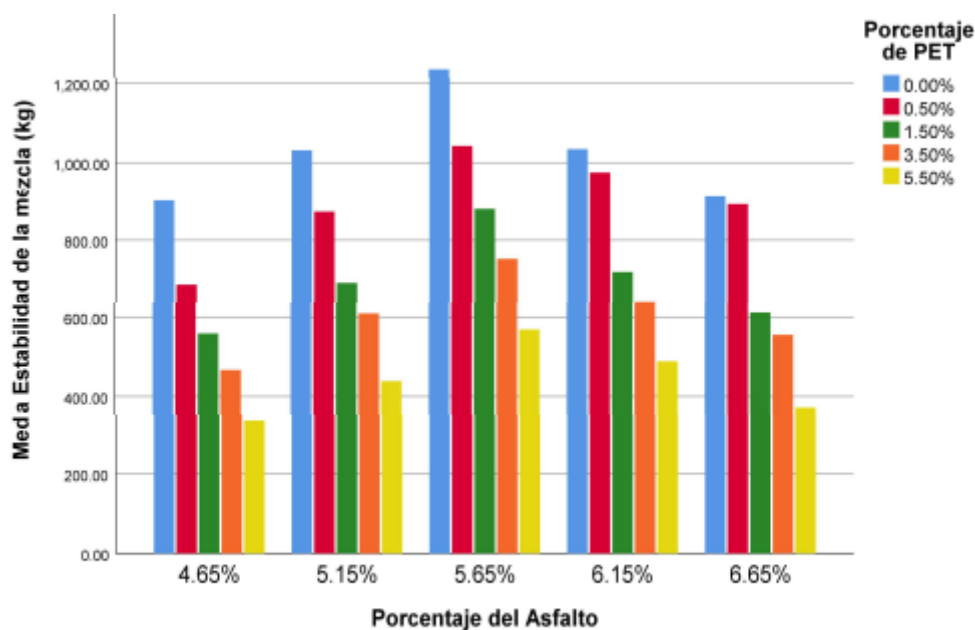
	Curtosis Desv. Error
Estabilidad de la mezcla (kg)	.548
Flujo de la mezcla (0.01")	.548
Porcentaje de Vacíos de Aire (%)	.548
N válido (por lista)	

Fuente: Programa SPSS.

En las tablas se puede observar que respecto a la estabilidad su promedio (media) de acuerdo con todos sus datos que se analizo es 730.88 kg., en el Flujo se obtuvo un promedio de 16.147 (0.25 mm.) y en el porcentaje de vacíos de aire 7.881. En la desviación estándar nos indica que al darnos un resultado de 235.079, correspondiente a los datos de estabilidad respecto a la media, nos indica el

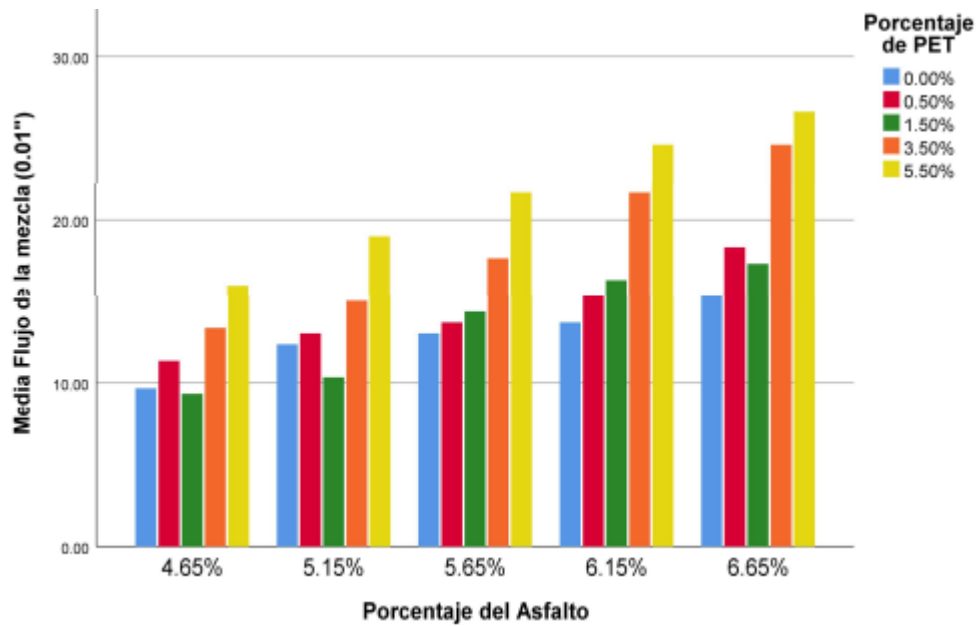
promedio de los valores medidos de manera individual y que se encuentran dispersos de acuerdo a la cantidad de muestras analizadas tanto como para el Flujo con un promedio de 4.707 mostrándonos que el resultado no mantiene una gran variación correspondiente al rango y de acuerdo al porcentaje de vacíos con 2.91% que indica que es el menor promedio de dispersión. También podemos observar que la asimetría de la estabilidad y flujo nos da un valor positivo, demostrando que la gran mayoría de los datos son mayores que su promedio, y correspondiente al porcentaje de vacíos la asimetría es negativa, indicándonos que los datos de fluidez son menores a la media. Verificando de acuerdo con la curtosis, podemos observar que los resultados tanto de estabilidad y flujo presenta el tipo de curva leptocúrtica al indicarnos que al alrededor de la media se agrupa gran parte de valores, y respecto al porcentaje de vacíos de aire al darnos un resultado negativo le correspondería el tipo de curva platicúrtica, donde nos quiere decir que existe una baja concentración de sus valores alrededor del promedio.

Anexo 86: *Barras agrupadas media de estabilidad de la mezcla asfáltica (kg) por porcentaje del Asfalto y porcentaje de PET, 2022.*



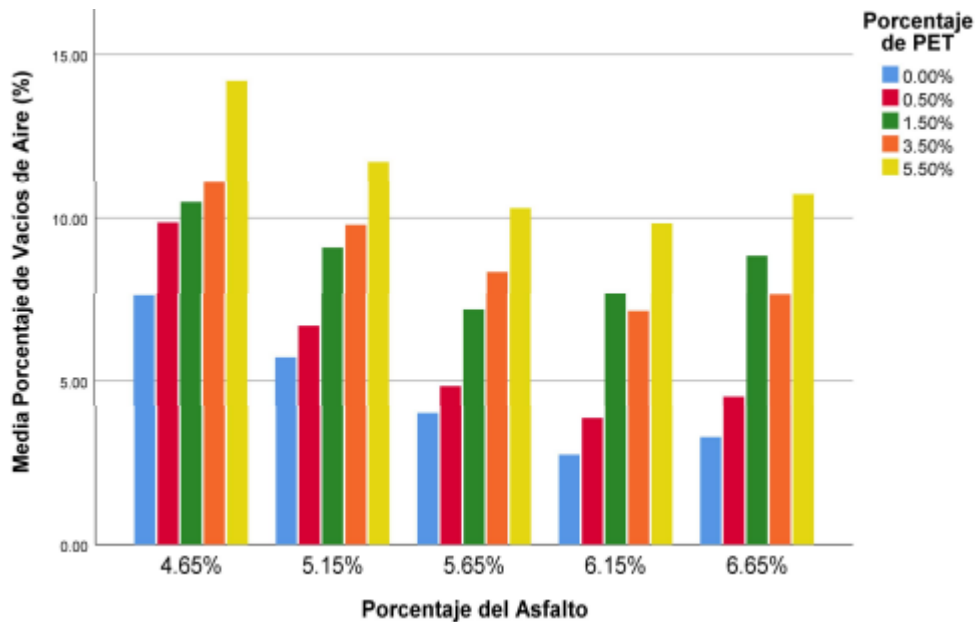
Fuente: Programa SPSS.

Anexo 87: Barras agrupadas media de Flujo de la mezcla asfáltica (0.0.1”) por porcentaje del Asfalto y porcentaje de PET, 2022.



Fuente: Programa SPSS.

Anexo 88: Barras agrupadas media de Vacíos de aire (%) de la mezcla asfáltica por porcentaje del Asfalto y porcentaje de PET, 2022.



Fuente: Programa SPSS.

Anexo 89: Resultado estadístico de confiabilidad Alfa de Cronbach, 2022.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.771	2

Fuente: Programa SPSS.

Anexo 90: Resultado del análisis estadístico de regresión lineal de estabilidad Marshall respecto al porcentaje de asfalto y al plástico reciclado PET, 2022.

Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	Porcentaje de PET, Porcentaje del Asfalto ^b	.	Introducir

a. Variable dependiente: Estabilidad de la mezcla (kg)

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	.888 ^a	.788	.782	109.64887

a. Predictores: (Constante), Porcentaje de PET, Porcentaje del Asfalto

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	3223758.987	2	1611879.493	134.068	.000 ^b
	Residuo	865646.933	72	12022.874		
	Total	4089405.920	74			

a. Variable dependiente: Estabilidad de la mezcla (kg)

b. Predictores: (Constante), Porcentaje de PET, Porcentaje del Asfalto

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t
		B	Desv. Error	Beta	
1	(Constante)	1106.160	40.038		27.628
	Porcentaje del Asfalto	20.120	8.953	.122	2.247
	Porcentaje de PET	-145.213	8.953	-.879	-16.220

Fuente: Programa SPSS.

Anexo 91: Resultado del análisis estadístico de regresión lineal del Flujo Marshall respecto al porcentaje de asfalto y al plástico reciclado PET, 2022.

Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	Porcentaje de PET, Porcentaje del Asfalto ^b	.	Introducir

a. Variable dependiente: Flujo de la mezcla (0.01")

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	.924 ^a	.854	.850	1.82442

a. Predictores: (Constante), Porcentaje de PET, Porcentaje del Asfalto

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1399.733	2	699.867	210.264	.000 ^b
	Residuo	239.653	72	3.329		
	Total	1639.387	74			

a. Variable dependiente: Flujo de la mezcla (0.01")

b. Predictores: (Constante), Porcentaje de PET, Porcentaje del Asfalto

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t
		B	Desv. Error	Beta	
1	(Constante)	3.187	.666		4.783
	Porcentaje del Asfalto	2.147	.149	.649	14.411
	Porcentaje de PET	2.173	.149	.657	14.590

Fuente: Programa SPSS.

Anexo 92: Resultado del análisis estadístico de regresión lineal del porcentaje de vacíos con aire respecto al porcentaje de asfalto y al plástico reciclado PET, 2022.

Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	Porcentaje de PET, Porcentaje del Asfalto ^b	.	Introducir

a. Variable dependiente: Porcentaje de Vacíos de Aire (%)

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	.926 ^a	.857	.854	1.11530

a. Predictores: (Constante), Porcentaje de PET, Porcentaje del Asfalto

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	538.760	2	269.380	216.561	.000 ^b
	Residuo	89.561	72	1.244		
	Total	628.321	74			

a. Variable dependiente: Porcentaje de Vacíos de Aire (%)

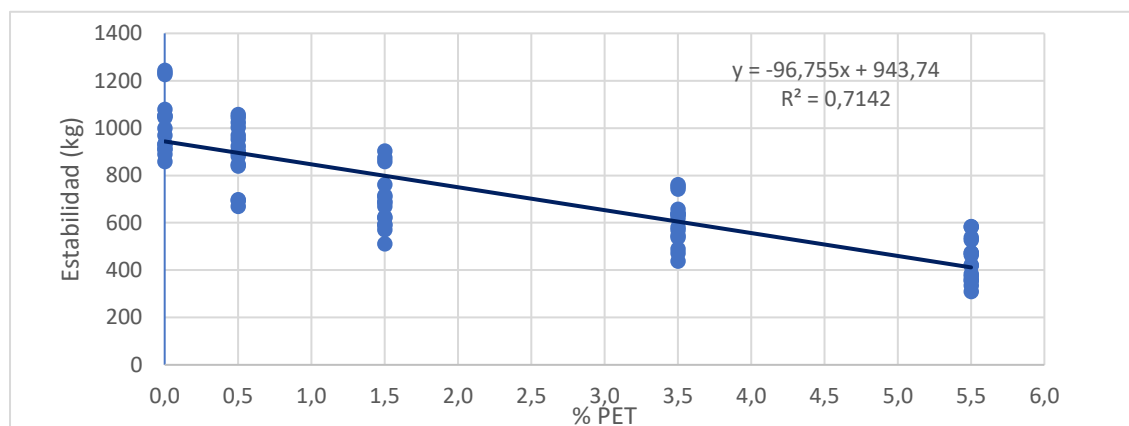
b. Predictores: (Constante), Porcentaje de PET, Porcentaje del Asfalto

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	
		B	Desv. Error	Beta	t
1	(Constante)	5.902	.407		14.491
	Porcentaje del Asfalto	-.969	.091	-.473	-10.641
	Porcentaje de PET	1.629	.091	.796	17.886

Fuente: Programa SPSS.

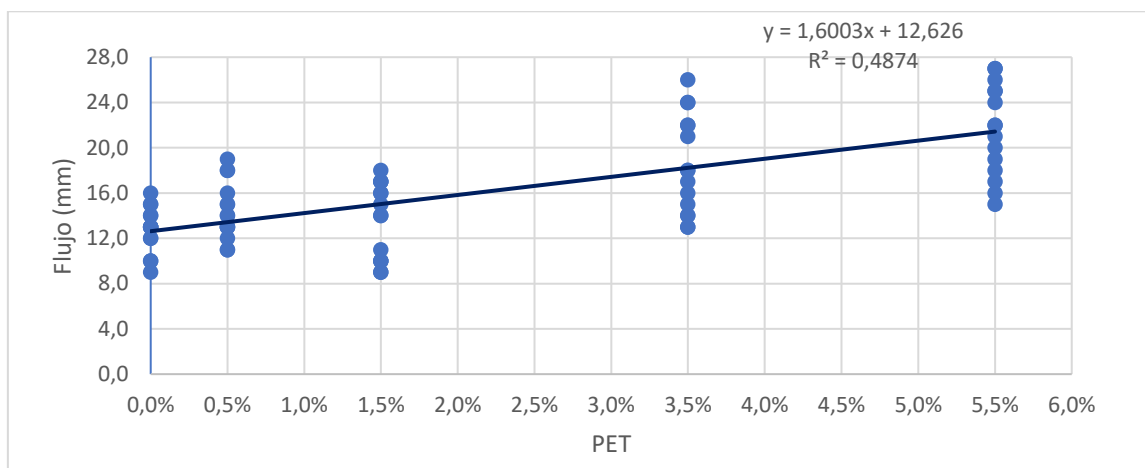
Anexo 93: Regresión lineal de la estabilidad Marshall en relación al porcentaje de PET, 2022.



Fuente: Elaboración propia.

Se detalla, variable independiente (x= Porcentaje de plástico PET), Variable dependiente (Y= Estabilidad), donde la formula a establecer es: $y = -96.755x + 943.74$, la cual nos va a permitir pronosticar la actuación que tiene la estabilidad en la relación al porcentaje de PET que se añadió a la mezcla asfáltica en caliente.

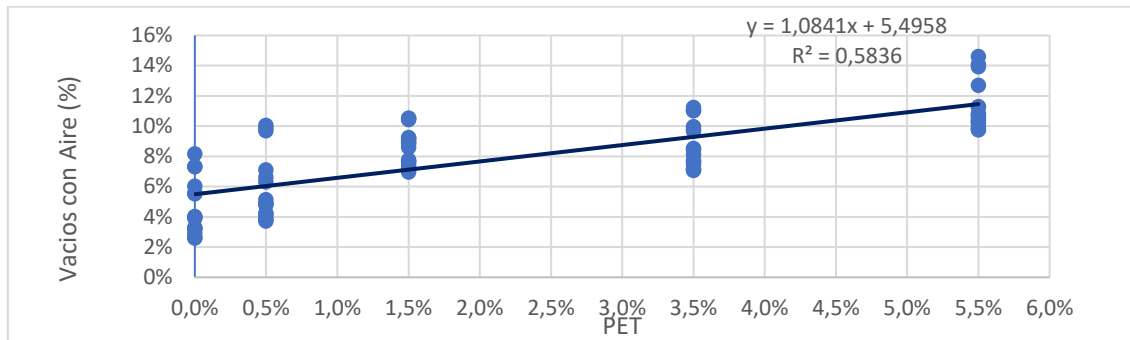
Anexo 94: Regresión lineal del flujo en relación al porcentaje de PET, 2022.



Fuente: Elaboración propia.

Se detalla, variable independiente (x= Porcentaje de plástico PET), Variable dependiente (Y= Flujo), donde la formula a establecer es: $y = 1.6003x + 12.626$ la cual nos va a permitir pronosticar la actuación que tiene el flujo en la relación al porcentaje de PET que se añadió a la mezcla asfáltica en caliente.

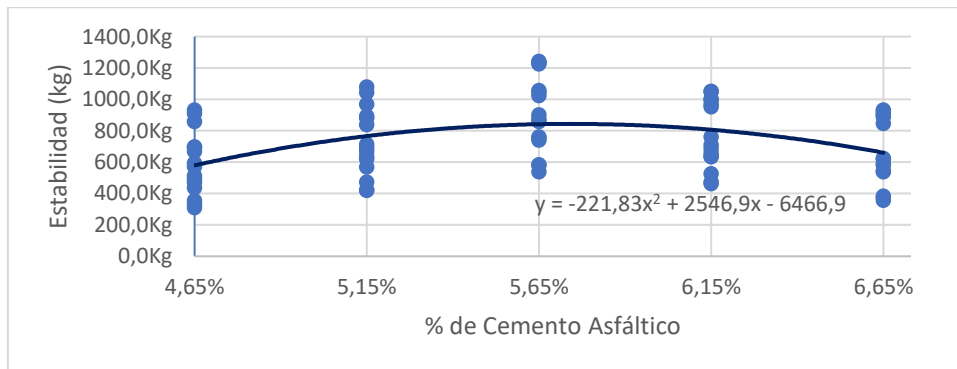
Anexo 95: Regresión lineal del porcentaje de vacíos con aire en relación al porcentaje de PET, 2022.



Fuente: Elaboración propia.

De mismo modo se detalla la variable independiente (x= Porcentaje de plástico PET), Variable dependiente (Y= Porcentaje de vacíos con aire), donde la formula a establecer es: $y = 1,0841x + 5,4958$, la cual nos va a permitir pronosticar la actuación que tiene el porcentaje de vacíos con aire en la relación al porcentaje de PET que se añadió a la mezcla asfáltica en caliente.

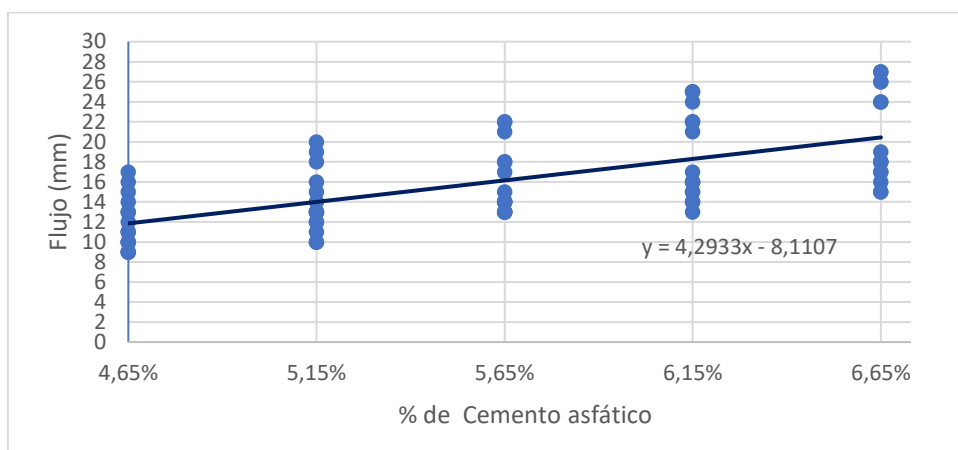
Anexo 96: Regresión cuadrática de la estabilidad en relación al porcentaje de asfalto, 2022.



Fuente: Pr Elaboración propia.

Se detalla, variable independiente (x= Porcentaje de plástico PET), Variable dependiente (Y= Estabilidad), donde la formula a establecer es: $y = -221,83x^2 + 2546,9x - 6466,9$, la cual nos va a permitir pronosticar la actuación que tiene la estabilidad en relación al porcentaje de asfalto que se añadió a la mezcla asfáltica en caliente.

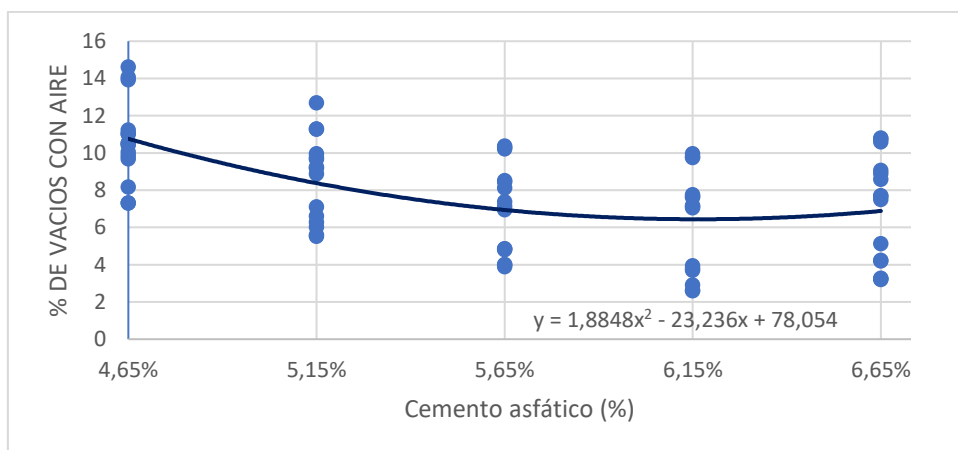
Anexo 97: Regresión lineal del flujo en relación al porcentaje de asfalto, 2022.



Fuente: Elaboración propia.

Se detalla, variable independiente (x= Porcentaje de plástico PET), Variable dependiente (Y= Flujo), donde la formula a establecer es: $y=4.2933x-8.1107$ la cual nos va a permitir pronosticar la actuación que tiene el flujo en la relación al porcentaje de asfalto que se añadió a la mezcla asfáltica en caliente.

Anexo 98: Regresión cuadrática de los vacíos con aire en relación al porcentaje de asfalto, 2022



Fuente: Elaboración propia.

De mismo modo se detalla la variable independiente (x= Porcentaje de plástico PET), Variable dependiente (Y= Porcentaje de vacíos con aire), donde la formula a establecer es: $y= 1.8848x^2-23.236x+78.054$, la cual nos va a permitir pronosticar la actuación que tiene el porcentaje de vacíos con aire en relación al porcentaje de asfalto que se añadió a la mezcla asfáltica en caliente.

Anexo 99: Panel fotográfico.

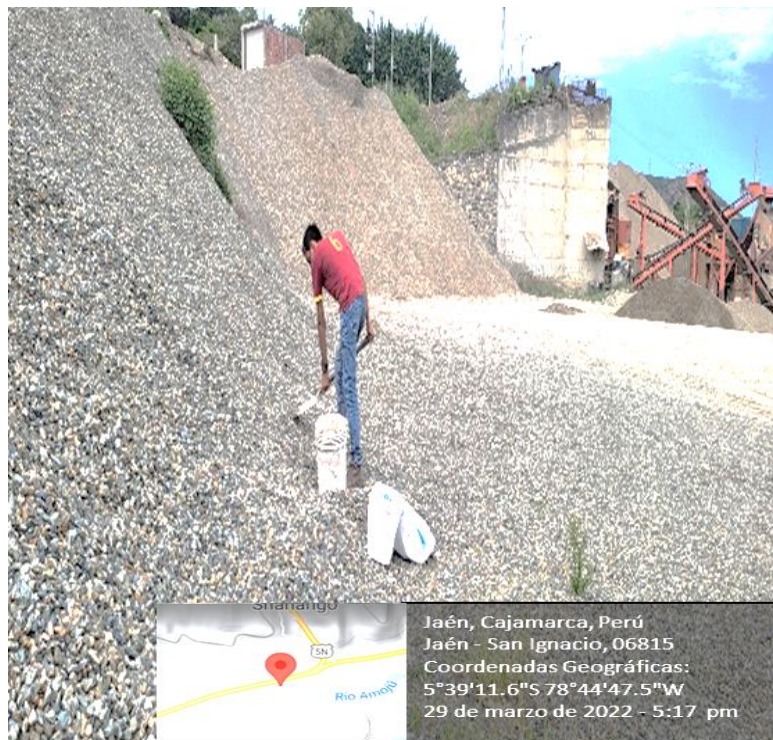


Foto N° 1: Recolección de agregado grueso.

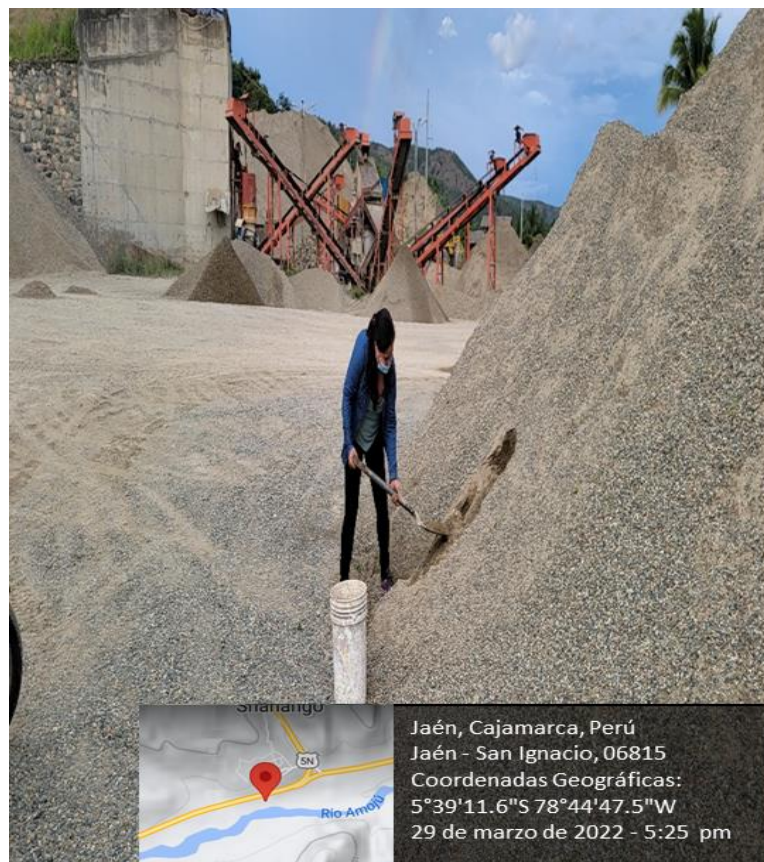


Foto N° 2: Recolección de agregado fino.

Anexo 99: Panel fotográfico



Foto N° 3: Análisis granulometría.

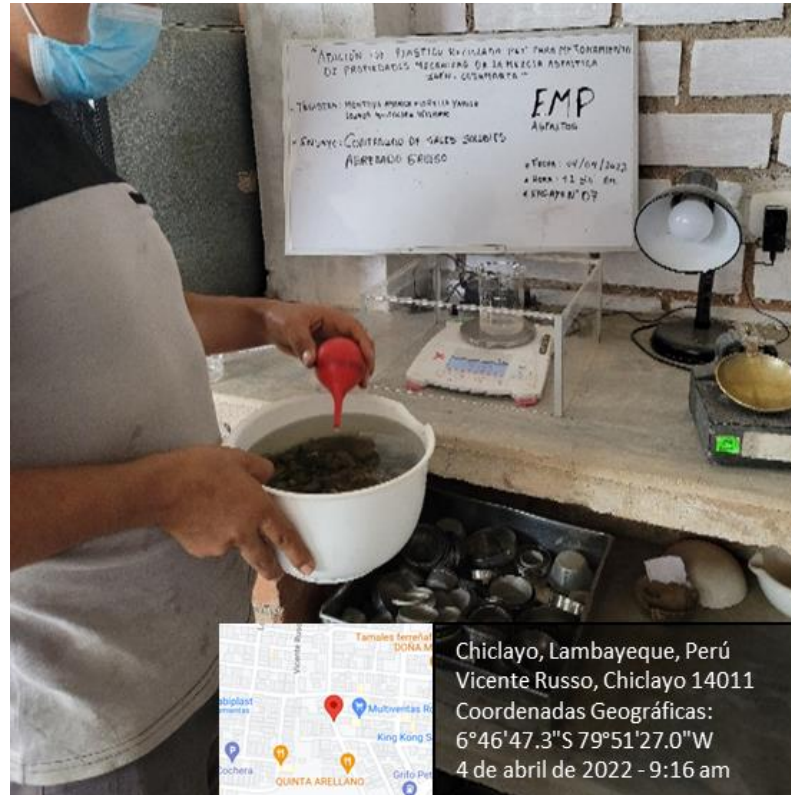


Foto N° 4: Contenido de sales solubles, agregado grueso.

Anexo 99: Panel fotográfico



Foto N° 5: Equivalente de arena.



Foto N° 6: Angularidad del agregado fino.

Anexo 99: Panel fotográfico.



Foto N° 7: Ensayo de abrasión (Maquina de los ángeles).



Foto N° 8: Partículas fracturadas en el agregado grueso.

Anexo 99: Panel fotográfico.



Foto N° 9: Porcentaje de partículas chatas y alargadas.

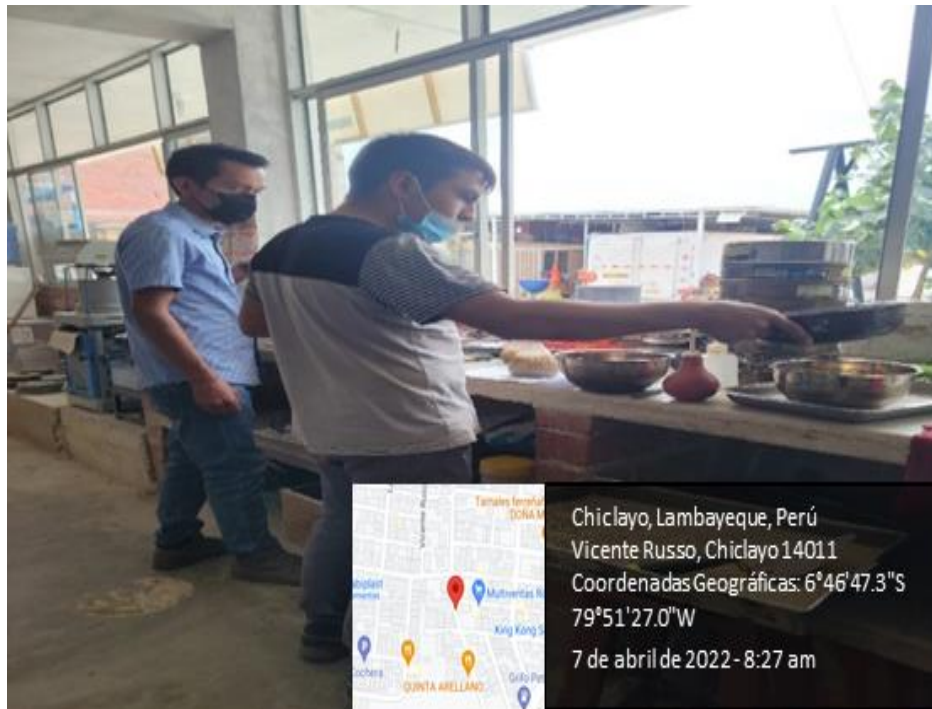


Foto N° 10: Peso específico y absorción de los agregados.

Anexo 99: Panel fotográfico.



Foto N° 11: Peso específico y absorción de los agregados.

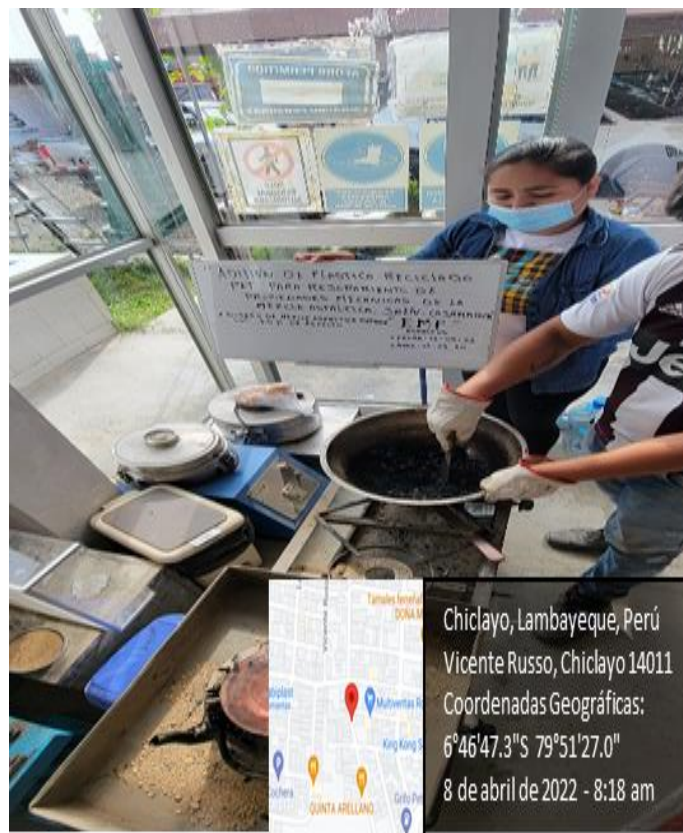


Foto N° 12: Mezcla asfáltica convencional.

Anexo 99: Panel fotográfico.



Foto N° 13: Ensayo rice.



Foto N° 14: Peso de agregados para mezcla asfáltica convencional.

Anexo 99: Panel fotográfico.



Foto N° 15: Ruptura de briquetas en la prensa Marshall.



Foto N° 16: Peso de agregados para mezcla asfáltica modificada con el 0.5% plástico reciclado PET.

Anexo 99: Panel fotográfico.



Foto N° 17: Ensayo rice de mezcla modificada con PET.



Foto N° 18: Peso de agregados para mezcla asfáltica modificada con el 1.5% plástico reciclado PET.

Anexo 99: Panel fotográfico.



Foto N° 19: Briquetas con el 1.5% de pet.



Foto N° 20: Peso de agregados para mezcla asfáltica modificada con el 3.5% plástico reciclado PET.

Anexo 99: Panel fotográfico.

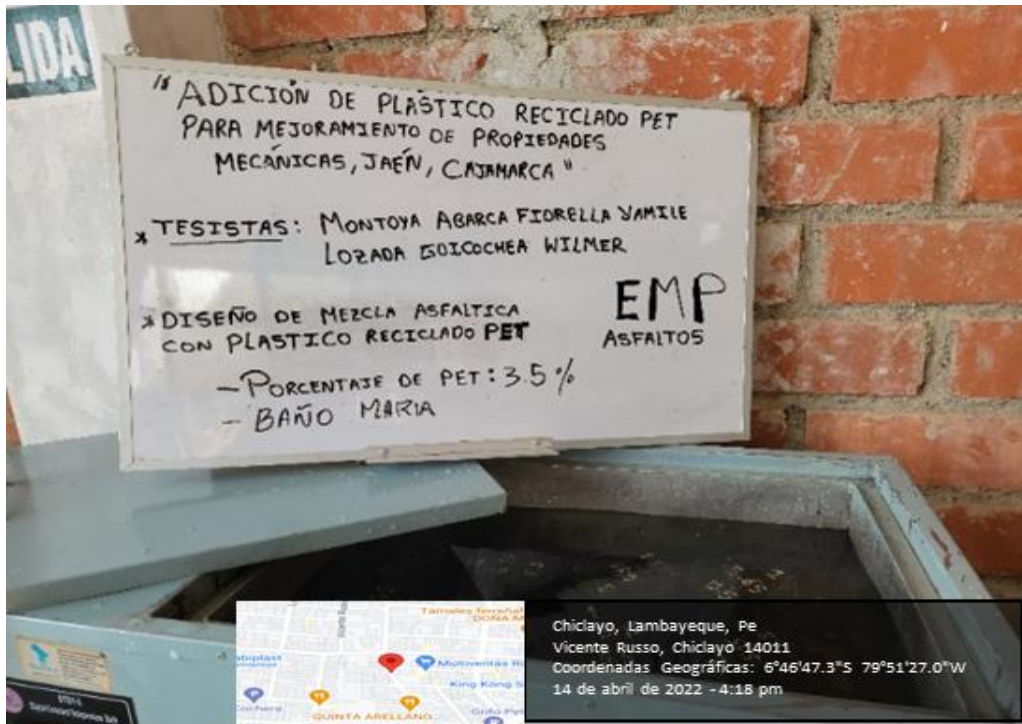


Foto N° 21: Baño maria.



Foto N° 22: Combinación de agregados para mezcla asfáltica con el 5.5% de Pet.

Anexo 99: Panel fotográfico.



Foto N° 23: Peso unitario de briqueta.



Foto N° 24: Baño maría de briquetas con el 5.5% de Pet.

Anexo 99: Panel fotográfico.



Foto N° 25: Ensayo de briquetas modificada con el 5.5% de Pet en la prensa Marshall.