



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad
(PEAD) en la ciudad de Chiclayo.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Chung Arriola, Dhana Oimy (ORCID: 0000-0001-9137-7863)

Puican Barrios, Hugo Octavio (ORCID: 0000-0001-7141-0064)

ASESOR:

Dr. Coronado Zuloeta, Omar (ORCID: 0000-0002-7757-4649)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

CHICLAYO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Jehová Dios pues me ha dado la vida y una familia por la cual agradezco todos los días. También lo dedico a mi padre porque, aunque no lo dice, sé que me ama mucho y se preocupa por mi futuro, gracias por trabajar duro para nosotras. A mi madre que es la persona más generosa que conozco, a mi hermana que me aguanta y me quiere mucho, a Juanita gracias por siempre estar disponible para todo y, por último, a mi Coco Luis, Cristina y mi Carmencita, me han inculcado el mejor camino por el cual podría andar.

Dhana Oimy Chung Arriola

Este trabajo se lo dedico a Dios y de manera especial a mi familia, que, sin su amor, apoyo y sobre todo paciencia no hubiera podido realizar y culminar este objetivo que es parte del plan de vida que nos hemos trazado. A mis hijos Amy y Liam que se han sacrificado junto a mí en este gran esfuerzo y son quienes me inspiran a mejorar.

Hugo Octavio Puican Barrios

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a mi papá por enseñarme todo lo que sé sobre la ingeniería y sobre la vida, por preocuparse siempre por mi trabajo. Agradezco mucho su crianza llena de valores y por enseñarme la mejor vida que puedo vivir. También agradezco a mi mamá por obligarme a hacer cosas que no me gustan pues ella sabe que es lo mejor para mí, gracias por preocuparte por mí y nunca juzgarme, eres la mejor madre que he podido tener.

Dhana Oimy Chung Arriola

Me gustaría agradecer a mis padres, Manuel Hugo Puican Carreño y Elena Isabel Barrios Pulgar, por siempre inculcarme el estudio, por sus sabios consejos, por su incondicional amor, por su paciencia y por nunca perder la fe en mi persona; me faltan palabras de agradecimiento para con ustedes, solo decirles que los amo. Por último, a mis profesores que durante toda mi formación profesional han aportado con conocimientos y consejos.

Hugo Octavio Puican Barrios

Índice de contenidos

Carátula.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos.....	17
3.6. Método de análisis de datos.....	26
3.7. Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN.....	47
VI. CONCLUSIONES.....	52
VII. RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS.....	55
ANEXOS.....	62

Índice de tablas

Tabla 1. Grupo experimental de muestras - Porcentaje óptimo de asfalto, 2021.	14
Tabla 2. Grupo experimental de muestras - Mezclas Modificadas con PEAD, 2021.	14
Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, según datos a recolectar, 2021.....	15
Tabla 4. Análisis Granulométrico por Tamizado de PEAD, 2021.	27
Tabla 5. Resultados de los ensayos al agregado grueso, 2021.	29
Tabla 6. Resultados de los ensayos al agregado fino, 2021.	29
Tabla 7. Resultados de estabilidad con residuos PEAD, 2021.....	31
Tabla 8. Resultados de flujo con residuos PEAD, 2021.	32
Tabla 9. Datos estadísticos de los resultados del ensayo Marshall, 2021.	34
Tabla 10. Porcentaje de confiabilidad de los resultados del ensayo Marshall, 2021.	35
Tabla 11. Coeficientes de regresión lineal de la mezcla asfáltica, 2021.	35
Tabla 12. Análisis de costos unitarios de mezcla asfáltica tradicional por m3, 2021.	39
Tabla 13. Análisis de costos unitarios de mezcla asfáltica adicionada con PEAD por m3, 2021.	40
Tabla 14. Porcentajes de agregados por clase, 2021.	42
Tabla 15. Diseño de mezcla asfáltica, 2021.	42
Tabla 16. Prueba para la estabilidad de la mezcla, 2021.	44
Tabla 17. Prueba para el flujo de la mezcla, 2021.	45

Índice de figuras

Figura 1. Diseño de investigación tipo cuasiexperimental.	12
Figura 2. Diagrama de flujo de procedimientos.	25
Figura 3. Curva granulométrica de agregados junto con partículas PEAD, 2021. 28	
Figura 4. Resultados ensayos de estabilidad Marshall, 2021.	31
Figura 5. Resultados ensayos de fluencia Marshall, 2021.	33
Figura 6. Regresión lineal de la estabilidad de la mezcla asfáltica con respecto al porcentaje de PEAD, 2021.	36
Figura 7. Regresión lineal del flujo de la mezcla asfáltica con respecto al porcentaje de PEAD, 2021.	37
Figura 8. Regresión cuadrática de la estabilidad de la mezcla asfáltica con respecto al porcentaje de asfalto, 2021.	38
Figura 9. Regresión lineal del flujo de la mezcla asfáltica con respecto al porcentaje de asfalto, 2021.	38

RESUMEN

El estudio realizado tuvo como objetivo general diseñar una mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo. Se realizó una investigación de tipo aplicada, explicativa según su profundidad y de observación cuantitativa. Se hizo uso de un diseño cuasiexperimental específicamente de tipo comparativa-correlacional. La población y la muestra estudiada la conformaron 155 briquetas de mezcla asfáltica y como resultado principal se obtuvo que, con respecto a la estabilidad y flujo de la mezcla, estos dos parámetros disminuyen en un porcentaje mínimo con la adición de PEAD. Por lo tanto, se concluyó que la granulometría de las partículas de polímeros PEAD para el diseño de la mezcla asfáltica en los porcentajes 0.25, 0.50, 0.75, 1, 1.25 y 1.50% se conformó por el 15.28% de PEAD retenido en la Malla N°4 y el 84.72% retenido en la Malla N°10, además, se encontró que los agregados se encontraban dentro del rango prescrito por el MTC, por último, el diseño de una mezcla asfáltica adicionada con PEAD es de 0.25% de PEAD, 5.73% de Asfalto, 37.80% de agregado grueso y 56.23% de agregado fino.

Palabras clave: Mezcla asfáltica, PEAD, estabilidad, flujo.

ABSTRACT

The general objective of the study was to design an asphalt mixture added with High Density Polyethylene (HDPE) in the city of Chiclayo. The research was applied, explanatory according to its depth and quantitative observation. A quasi-experimental design was used, specifically of a comparative-correlational type. The population and sample studied consisted of 155 briquettes of asphalt mixture and the main result was that, with respect to the stability and flow of the mixture, these two parameters decrease by a minimum percentage with the addition of HDPE. Therefore, it was concluded that the particle size of HDPE polymer particles for the design of the asphalt mix in the percentages 0.25, 0.50, 0.75, 1, 1.25 and 1.50% consisted of 15.28% of HDPE retained in Mesh No. 4 and 84. In addition, it was found that the aggregates were within the range prescribed by the MTC. Finally, the design of an asphalt mix added with HDPE is 0.25% HDPE, 5.73% asphalt, 37.80% coarse aggregate and 56.23% fine aggregate.

Keywords: Asphalt mix, HDPE, stability, flow.

I. INTRODUCCIÓN

La adición de PEAD a la mezcla asfáltica, el cual es un método que consiste en añadir polietileno de alta densidad al material asfáltico por medio de un proceso manual hasta que se convierten en una sola mezcla, va cobrando aceptación en estos días (Sandeep, 2019, p. 3). Una de las razones es por las notables consecuencias que conlleva el uso de plástico en el medio ambiente y en la vida misma. La descomposición de los productos hechos con plástico puede tardar hasta mil años y en el planeta se usan 5 mil millones de bolsas cada año, esto significa que 10 millones de bolsas se usan cada minuto (MINAN, 2017, p. 1). Por otro lado, otra de las razones es que, para Umar, Abdur, Ammad y Zia (2016) el potencial aumento de la población mundial conlleva el aumento del requerimiento de infraestructura, sin embargo, la construcción de pavimentos continúa teniendo impactos negativos en el medio ambiente (p. 3).

Según Treat J. y Ryan T. (2018) para el año 1950 la producción de plástico en el mundo era de 2,4 millones de toneladas, sin embargo, para el año 2016 esta había aumentado hasta llegar en 408 millones (p. 5). Geyer R. (2017) calcula que en la actualidad el 58% del plástico generado alrededor del mundo termina abandonado (p. 8). Y, a pesar de que algunos países están comenzando a agregar plástico en sus vías, aún la gran mayoría sigue usando los materiales convencionales, lo que genera un inmenso desperdicio de plástico (Sazzadul, 2018, p. 9).

Por otro lado, a nivel nacional la organización Algalita Marine Research and Education (2017), halló una isla de plástico, cercana a la costa del Perú (p. 11). Estiman que su superficie es de unos 2,7 millones de kilómetros cuadrados, casi el doble del área de Perú y, a pesar de que en este país hay una gran demanda de infraestructura vial, se continúan usando métodos antiguos y contaminantes para la construcción de carreteras (Lopez, 2017, p. 33). Vega Henry (2018) alega que por día se recogen más de 14 toneladas de plástico en la ciudad de Chiclayo (p. 2), lo que para Pérez (2019) significa el 15 % de las 240 toneladas diarias de residuos sólidos que se recogen en toda la ciudad (p. 12). Además, es evidente que la ciudad cuenta con pésimas infraestructuras viales

pues estas no solo presentan baches, grietas y fisuras, sino que también producen impactos ambientales negativos.

Para Rocha (2016) el impacto ambiental producido por los plásticos se acelerará en los próximos años por la falta de segregación de este material y la casi nula costumbre de reutilización que existe en la cultura moderna (p. 5). Chang H. (2018) señala que, si la elaboración y uso de plásticos sigue aumentando de acuerdo con el plan actual, en el 2025, las emisiones por año serán de 1,25 gigatonnes, lo que equivale a las emisiones causados por 300 centrales eléctricas de carbón de 500 megavatios, eso sin añadir los efectos malignos generados por la construcción de pavimentos a nivel mundial (p. 5).

Por lo antes señalado, se planteó la subsiguiente pregunta de investigación: ¿de qué forma afecta, la adición ,de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) a la mezcla asfáltica en la ciudad de Chiclayo? De la misma forma, la hipótesis planteada de la presente tesis fue que si se adiciona Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la mezcla asfáltica entonces se influye de forma positiva en sus propiedades de estabilidad y flujo.

La presente tesis es de vital importancia pues a nivel teórico esta permite expandir y adquirir nuevos conocimientos en el campo diseño de mezclas asfálticas. De acuerdo con Gómez (2016), analizar la adición de un polímero plástico al asfalto permite, en la mayoría de los casos, generalizar los resultados obtenidos a principios más extensos (p. 7) y tal como afirma Terrones (2018), más adelante se podrán aplicar estos aprendizajes adquiridos en el respectivo campo laboral (p. 11).

Por otro lado, con esta investigación a nivel metodológico, se pretendió diseñar una mezcla asfáltica adicionada con polímeros plásticos en la ciudad de Chiclayo por lo que se utilizaron diferentes formatos de ensayos que permitirán a otros investigadores analizar casos similares (Ñaupas, Mejía, Novoa, Villagómez, 2014, p. 78). Además, se definieron las características técnicas y propiedades físicas

relacionadas al diseño de mezclas asfálticas adicionadas con plástico, lo que significa que se realizaron una serie de estudios básicos para lograr este objetivo.

Como justificación técnica se tiene que el presente proyecto de investigación servirá como base para investigadores que deseen realizar estudios relacionados al tema de diseño de mezclas asfálticas adicionadas con PEAD, un tipo de polímero plástico que no es utilizado actualmente en la ciudad además de que supondrá una solución de reciclaje ante el creciente aumento de desechos plásticos (Azmat, Nabeel, Faisal, Devendra, Gaurav, 2017, p.3).

Asimismo, en el aspecto social esta investigación busca reducir los impactos negativos relacionados a la producción de plásticos en la ciudad, basándose en el reciclaje de plástico, ya que según Pratiksha, Yadav (2016) el usar residuos plásticos en las mezclas asfálticas contribuye considerablemente al reciclaje de estos (p. 5), lo que ayudaría a disminuir la gran contaminación que produce la mala segregación de los plásticos que existe. Esto beneficia a todos los chiclayanos pues fomenta la cultura de reciclaje en la ciudad y la reducción de desechos plásticos que hoy se producen en gran cantidad en la ciudad.

Como resultado, el objetivo general del presente trabajo de investigación fue diseñar una mezcla, asfáltica adicionada con, Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en, la, ciudad, de Chiclayo y, como objetivos específicos pretendimos determinar la granulometría de las partículas de polímeros PEAD para el diseño de la mezcla asfáltica en los porcentajes 0.25, 0.50, 0.75, 1, 1.25 y 1.50% además de definir las propiedades físicas tanto de los agregados gruesos como de los agregados finos, así como determinar la estabilidad y el flujo de la mezcla asfáltica adicionada con PEAD a través del método Marshall comparada a la mezcla convencional, analizar desde un punto de vista estadístico los resultados encontrados, evaluar los costos de elaboración de la mezcla asfáltica adicionada con PEAD en relación con los de la mezcla convencional y finalmente, determinar los porcentajes de diseño más adecuados para la mezcla asfáltica adicionada con PEAD.

II. MARCO TEÓRICO

Relacionado al modelamiento de la mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) se han realizado numerosas investigaciones relacionadas al tema. A nivel internacional se encuentra en primer lugar la tesis de la autora Benavides (2014), titulada *“Pavimentos, ecológicos: Mejoramiento, de, las propiedades, mecánicas, de una mezcla, densa en caliente, (MDC-2) , modificada con, desechos plásticos”*, realizada en Colombia. Esta investigación tuvo como objetivo analizar los beneficios y los contras de la adición de desechos sólidos de tipo plástico en las mezclas bituminosas de tipo caliente (MDC-2). Fue un estudio de tipo aplicado y experimental en el cual la investigadora realizó análisis técnicos, económicos y medioambientales. El muestreo utilizado fue no probabilístico por conveniencia y los instrumentos empleados fueron los diferentes ensayos a los agregados gruesos y finos además del adicinante mineral, a la mezcla asfáltica y a su estabilidad y flujo. Como resultado, la autora concluyó que el polímero PEAD es beneficioso como mejorador de la mezcla asfáltica pues aumenta la estabilidad en un 23% en un porcentaje de 0.5%, además indicó que adicionar este tipo de diseño a 1 kilómetro de pavimento flexible conlleva una disminución de los costos en un 21.2% a comparación con la elaboración de la mezcla adicional (p. 16).

Otro artículo científico relacionado al tema es el de los autores Nuha, Amin, Hamid, Alireza (2021) titulado *“Investigating, the, engineering, properties, of asphalt, binder, modified, with, waste, plastic, polymer”* desarrollado en Australia. Estos autores se propusieron investigar el impacto del uso de residuos locales de plástico en las mezclas asfálticas. Fue un estudio de tipo aplicado y experimental y para desarrollarlo, se evaluaron 30 briquetas con diferentes porcentajes de asfalto modificado (4, 5, 6, 7 y 8%) bajo un muestreo no probabilístico por conveniencia y los sometieron a los ensayos de cizallamiento dinámico reómetro (DSR), el Horno de Laminación de Película Fina (RTFOT) y el Recipiente de Envejecimiento a Presión (PAV). Los resultados mostraron que el contenido ideal de residuos plásticos es del 6-8% para mejorar la resistencia ante las cargas pesadas y al envejecimiento. Además, el 8% de plástico mejora la resistencia al

agrietamiento por fatiga, ya que presenta un bajo factor de fatiga. Por lo tanto, concluyeron que la aplicación de plástico obtenido localmente y usado en los pavimentos no sólo reduce los costes, sino que también aumenta sus propiedades mecánicas y mejora la sostenibilidad ambiental y lo relacionado a los recursos naturales (p.7).

Como antecedente a nivel nacional se tiene la tesis de Contreras y Zuñiga (2020) denominada *“Influencia de los desperdicios plásticos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas modificadas”*. Esta tuvo como objetivo analizar la influencia que poseen los polímeros de forma plástica sobre las propiedades de tipo mecánico provenientes de las mezclas asfálticas adicionadas tales como el porcentaje de vacíos, fluidez y deformación, a partir de la recolección de información de los estudios nacionales e internacionales. Se utilizó un estudio de tipo no experimental, específicamente transversal, de investigación aplicada y con un nivel correlacional-causal y se aplicó la técnica de revisión documental. Los autores observaron un total de 20 informes de investigación, que fueron conformados por diez a nivel nacional y diez internacionales, además, realizaron 24 ensayos a través de la metodología Marshall. De igual forma, se estudiaron diferentes análisis de costos unitarios para la elaboración de los dos tipos de mezclas usadas y se analizó la estadística de los datos. Como resultados, los autores concluyeron que el polímero PET era el más usado en la elaboración de mezclas asfálticas y es el plástico que más contribuye al aumento de estabilidad, porcentaje de vacíos y fluidez, también encontraron que los resultados a nivel estadístico tenían un 90% de confiabilidad además de adicionar PEAD se producía un sobre gasto de S/ 85.16 por m³ (p. 111).

Asimismo, otra tesis que se relaciona al tema de investigación es la de Elías (2017) titulada *“Análisis de la incorporación del PET y PEAD en la flexibilidad y resistencia a la deformación en un pavimento ecológico”* en la que se planteó evaluar la estabilidad y la fluidez producidas por la adición de PET (Polietileno Tereftalato) y PEAD (Polietileno de Alta Densidad) a la mezcla asfáltica a través del método Marshall. Se utilizó la investigación No Experimental con el propósito de obtener los resultados, además de que la forma de investigación fue de tipo

Comparativa - Correlacional. Además, se consideró como la población y a la vez la muestra 84 briquetas con un muestreo no probabilístico a juicio y como instrumentos, se utilizaron métodos de control de la calidad en los que se buscó 6 evaluar el flujo y la estabilidad de la muestra. Como resultados, se encontró que, gracias a la adición de PET a la mezcla asfáltica, con referencia al diseño de la mezcla estándar, el flujo del cemento asfáltico se redujo en 1 y 5% respectivamente, en cambio, con la adición de PEAD el flujo de las muestras se convertían en cero. Elías (2017) concluyó que la adición de PET en un rango de dosificación de 3% era beneficiosa pues no solo cumplía con la normativa descrita en el MTC ensayo Marshall-504 sino también le aportaba mayor resistencia, sin embargo, al agregar PEAD en la mezcla bituminosa en los porcentajes de 1, 3 y 5%, la mezcla se convierte en un pavimento rígido lo que produce que no se encuentre dentro de los parámetros en los que debería estar un pavimento flexible, además la autora recomienda usar con respecto al PEAD, 5.5% de porcentaje de asfalto, 45% de agregado grueso y 3% de PEAD (p. 98).

A nivel local se encuentra la tesis de Rodríguez (2020) llamada *“Diseño, de mezcla, asfáltica, con, plástico, reciclado, para innovar, el proyecto, ciclovial prolongación, av. Bolognesi, hasta, carretera, Pimentel”*. Este autor tuvo como objetivo general diseñar una mezcla asfáltica con polímeros plásticos RAEE o también conocido como residuos de aparatos electrónicos y eléctricos, con el fin de lograrlo elaboró una investigación experimento específicamente del tipo experimento puro junto a un diseñamiento post-prueba y tomando en cuenta los grupos de control. La población establecida estuvo conformada por las mezclas asfálticas adicionadas con plástico RAEE que se utilizarán en el proyecto ciclovial ubicado en la prolongación av. Bolognesi hasta la carretera Pimentel y como muestras se procesaron 21 muestras con variados porcentajes de asfalto y adición de plástico. El autor utilizó como instrumentos una libreta de campo con el fin de registrar los datos obtenidos en el levantamiento topográfico, formatos de laboratorio y una ficha de registro de datos. Como resultado, encontró que el mejor porcentaje de asfalto es el de 8.65% ya que este contiene un porcentaje de asfalto apropiado en la máxima resistencia a la deformación, con las máximas densidades y contenidos de porcentajes de vacío. Se concluyó que la adición de

polímeros plásticos no disminuía de manera significativa sus propiedades mecánicas, sino que esta se encontraba dentro de los parámetros especificados en la normativa vigente (p. 37).

Del mismo modo, el autor Navarro (2017) en su tesis titulada *“Propuesta de Diseño de Mezclas Asfálticas con Adiciones de PET”* se propuso diseñar una mezcla bituminosa de tipo caliente adicionada con los polímeros plásticos PET prestando especial atención a la influencia que este material ejercía en las propiedades de estabilidad y flujo del pavimento flexible. El autor utilizó una investigación tecnológica de tipo experimental. El instrumento utilizado fue el aparato de Marshall y la población estudiada fueron las mezclas asfálticas adicionadas con PET mientras que las muestras fueron 18 probetas modificadas con un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se encontró que el agregado utilizado en la producción de la mezcla bituminosa no se encontraba en el rango especificado en la normativa emitida por el MTC además de que el PET no es adecuado para el modelamiento de la mezcla bituminosa. El autor concluyó lo siguiente: la proporción óptima de la mezcla asfáltica es la de 65% agregados finos, 35% de agregados gruesos, asfalto PEN 60 / 70 entre los intervalos de porcentaje de asfalto de 4.5 y 6.5% y el PET entre 0.3% y 0.5% de la malla N°40 (p. 163).

Es importante resaltar que una mezcla adicionada con polímeros plásticos reciclados consiste en un elemento bituminoso que combina materiales áridos con un ligante, además de ser incorporado en su composición plástico con el objetivo de aumentar sus propiedades mecánicas y físicas y de esta forma conseguir un comportamiento satisfactorio (Vaidya, Boora, 2018, p. 5). En contraste, una mezcla asfáltica tradicional es aquella composición de asfalto, agregado árido y el aire o vacíos; a partir de los que, en dependencia de las características físicas y químicas que posean, se obtiene una mezcla bituminosa poseedora de rasgos propios, buena composición y comportamiento anhelado (Alii, 2019, p. 7).

Por otro lado, según Yi, Xiao, Guo, Li (2015) la granulometría, o también llamada análisis mecánico, es definida como el conjunto de procedimientos que tienen

como fin determinar la composición granulométrica de rocas sueltas, suelos y/o materiales artificiales (p. 698). Tanto los agregados gruesos como los finos se conforman por partículas minerales y orgánicas de diferentes tamaños. Estas partículas se pueden dividir en función al tamaño en fracciones o proporciones definidas (Levoy, Garestier, Froideval, Monfort, Poullain, 2016, p. 232). La separación de los materiales de grano grande y las fracciones de arena se realiza mediante un conjunto de tamices con las aberturas adecuadas. Como resultado de la granulometría, para Santana, Brasileiro, Azeredo, Ferreira, Neves (2019) se obtiene un análisis donde se representan gráficamente o en forma de tablas numéricas los datos obtenidos de la muestra. Los gráficos más comunes son los histogramas, las curvas acumulativas y las curvas de distribución (p. 452).

Del mismo modo, se puede definir el Polietileno de Alta Densidad (PEAD) o también llamado por sus iniciales en el lenguaje americano como HDPE, como un polímero termoplástico fabricado a partir del petróleo (Marabathina, 2018, p. 495). Según Punitha, Sakthieswaran, Ganesh (2020) el PEAD pertenece a materiales plásticos más variables, por lo cual se aplica de diversas formas, como botellas de plástico, jarras de leche, botellas de champú, botellas de lejía, tablas de cortar y tuberías (p. 15). El PEAD también es conocido por su extraordinaria resistencia a la tracción y su gran relación resistencia/densidad, además de que posee una gran resistencia al impacto y un alto punto de fusión. El PEAD proviene a partir de una reacción química, que en pocas palabras consiste en la polimerización de un material llamado etileno que se somete a presiones y temperaturas relativamente bajas que cuentan con la presencia de un catalizador. Además, de acuerdo con los cambios de las condiciones de reacción de polimerización la estructura del polímero también se modificará y, de la misma forma, las propiedades del Polietileno de alta densidad que finalmente se consigue.

Las propiedades que se esperan que posea cualquier pavimento flexible son principalmente las de estabilidad y flujo (Mundhe, Dhawale, 2018, p. 3). La estabilidad se define en pocas palabras como un determinado intervalo en el cual la muestra asfáltica fallará por acción de una carga (Zumrawi, Sheikh, 2016). Esto quiere decir que la estabilidad de un asfalto es la cualidad que este posee de

manera inherente para oponerse el desplazamiento y la degradación bajo las cargas producidas por el movimiento del tráfico. Se considera que una mezcla asfáltica posee estabilidad si esta es apta de conservar su configuración y uniformidad aún ante cargas continuas, por otro lado, si el pavimento no es estable este desarrollará surcos, oscilaciones y otros signos que muestran la mala calidad de la mezcla (Menaria, Sankhla, 2015, p. 9).

Además, según Akarsh (2017) la estabilidad del pavimento flexible se relaciona estrechamente al fricciónamiento y la adherencia interna. Por un lado, el fricciónamiento interior en los agregados tanto gruesos como finos depende de las propiedades de la naturaleza de estos, a saber, su formación y consistencia de la superficie. Por el otro, la cohesión interna es definida por la capacidad de adherencia que posee el aglutinante asfáltico. Si estos dos factores, tanto la fricción como la cohesión interna, se encuentran en equilibrio y a un nivel apropiado, los elementos de la mezcla tales como los agregados no se desplazarán sobre los otros cuando se encuentren bajo cargas producidas por el tráfico. En resumidas cuentas, cuanto más angulosa sea la estructura de los agregados y más rugosa sea su consistencia de la superficie, mayor será la estabilidad del pavimento.

En cambio, el flujo se puede establecer como la capacidad de deformación que posee el pavimento antes de que falle (Marabathina, 2018, p. 497). El flujo se puede medir en milímetros el cual constituye la deformación de la muestra. Si una mezcla posee un bajo valor de fluencia, pero un alto valor de estabilidad, esta llegará a ser muy débil y dura lo que le impedirá tener una vida útil prolongada. Sin embargo, si el pavimento adquiere un gran valor de flujo, conseguirá una consistencia extremadamente plástica y no podrá resistir las cargas del tránsito por lo que terminará deformándose (Santos, Pham, Stasinopoulos, Stasinopoulos, 2020, p. 15).

Para la cuantificación de estas dos propiedades mencionadas se puede recurrir al método de Marshall el cual servirá para la medición de la resistencia a la deformación del pavimento, o también llamada estabilidad, y a la deformación

producida por una carga o fluencia (Menaria, Sankhla, 2015, p. 9). Para Anwar (2016) el ensayo Marshall usado mundialmente puesto que es relativamente sencillo, su equipamiento no muy caro y su historial confirmado por muchos expertos. Este método tiene de objetivo escoger y porcentualizar los agregados tanto gruesos como finos además del porcentaje de asfalto requerido para la elaboración de la mezcla bituminosa. Básicamente, los ensayos Marshall consisten en la determinación de agregados pétreos y el material aglutinante, la elaboración de briquetas de ensayo, los ensayos de carga para hallar la estabilidad y la fluidez de la mezcla, y los ensayos en el laboratorio de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados.

La atención del método Marshall, según Ramírez (2016), se enfoca en escoger un porcentaje óptimo de asfalto el cual proporcionará la mejor estabilidad a la mezcla asfáltica con el mínimo movimiento por las cargas de los ejes (p. 10). Los resultados hallados en las pruebas de resistencia y fluidez Marshall, las densidades y el vacío de aire en la mezcla y los agregados pétreos son utilizados para evaluar las briquetas ensayadas de la mezcla asfáltica compactada en el laboratorio.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

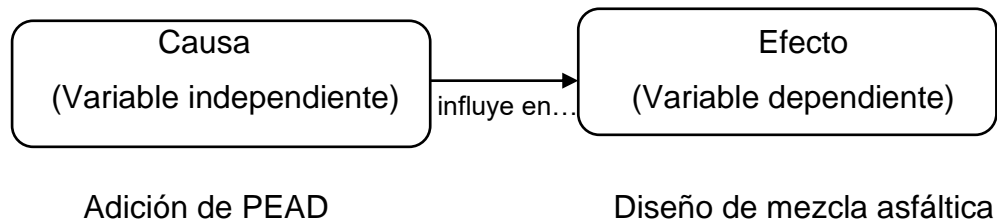
Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación empleó la investigación aplicada pues de acuerdo con Vargas (2019), este tipo de investigación se caracteriza por tener como objetivo la utilización o aplicación de los conocimientos adquiridos, al mismo tiempo que se van adquiriendo nuevos, además esta investigación implementará y sistematizará el conocimiento práctico, en otras palabras, el uso de este tipo de investigación resulta en una forma estricta, ordenada y sistemática de entender lo que nos rodea (p. 159). Por otro lado, es explicativo según su profundidad pues su propósito fue decidir las causas que originan los fenómenos que suceden (Torres, 2016, p. 7). Además, esta investigación se encuentra en una categoría de observación cuantitativa ya que buscó descubrir la razón y el motivo de un suceso además de generar conceptos operativos relacionados a los fenómenos estudiados y proporcionar un patrón más próximo a la realidad de los objetos estudiados (Kensington, 2016, p. 139).

Diseño de investigación

Se hizo uso de un diseño cuasiexperimental específicamente de tipo comparativo - correlacional puesto que, en el rigor científico, la muestra de estudio no se seleccionó de manera aleatoria además de que el estudio fue una combinación de investigación experimental y observacional, asimismo, se enfocó en reconocer la manera en la que se relaciona la variable independiente sobre la variable dependiente (Torres, 2016, p. 9). Por otro lado, es de tipo comparativo-correlacional ya que los datos encontrados provenientes de la mezcla bituminosa modificada se compararon con los de la mezcla bituminosa tradicional.

Figura 1. Diseño de investigación tipo cuasiexperimental.



Fuente: Elaboración Propia.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables

- Variable independiente

Adición de PEAD: Esta variable fue considerada como independiente debido a que al añadir Polietileno de Alta Densidad (causa) produjo un efecto en la variable dependiente modificando así su propiedad mecánica las cuales son la resistencia a la deformación y la fluidez. Esto se pudo verificar posteriormente por medio del ensayo que se realizó con el método Marshall y que se verificó de acuerdo con la normativa vigente. La adición de PEAD es una variable cuantitativa pues se pudo medir la adición de este material en la mezcla bituminosa.

- Variable dependiente

Diseño de la mezcla asfáltica: A esta variable se le ha dado un carácter dependiente ya que después de haber sido manipulada por la variable independiente, se procedió a realizar una medición del efecto que esta tuvo sobre el diseño de la mezcla asfáltica en sus respectivas dimensiones. Por el mismo motivo esta variable se identificó como cuantitativa.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Se estudió en el presente trabajo de investigación una población conformada por 155 briquetas asfálticas tradicionales y adicionadas con, polietileno ,de alta densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo.

- **Criterios de inclusión:** Se consideró como población de estudio a todas las 155 briquetas asfálticas tradicionales y que han sido adicionadas con polietileno de alta densidad (PEAD) además de que han sido elaboradas en la ciudad de Chiclayo.
- **Criterios de exclusión:** No se tomaron en cuenta como población de estudio mezclas asfálticas hayan sido añadidas con otro polímero plástico a parte del polietileno de alta densidad (PEAD), además se excluyeron las mezclas asfálticas elaboradas fuera de la ciudad de Chiclayo.

Muestra

Según lo normatizado por el MTC (2016) en su Manual de Ensayo de Materiales, con el fin de lograr un diseño de mezcla bituminosa ideal se deben considerar como mínimo 3 y preferiblemente 5 muestras por cada variación de contenido asfáltico, en los cuales debe haber variaciones de 0.5% con respecto a un rango de contenido de este, con el fin de tener como resultados gráficos que indiquen valores óptimos (p. 583). Por lo antes expuesto, se adoptaron como muestras, briquetas adicionadas con polietileno de alta densidad en porcentajes de 0.25, 0.50, 0.75, 1, 1.25 y 1.50% del peso total de la mezcla asfáltica, obteniendo de esta forma la muestra a estudiar. Como resultado, se elaboraron 155 briquetas.

Muestreo

No se utilizó ningún muestreo puesto que la población conformada por las 155 mezclas asfálticas tradicionales y adicionadas con polietileno de alta densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo fue tomada como muestra (Para Bernal C., 2016, p. 78).

Unidad de Análisis

Como unidad de análisis se tomó en cuenta una muestra de mezcla asfáltica adicionada con polietileno de alta densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo.

Tabla 1. Grupo experimental de muestras - Porcentaje óptimo de asfalto, 2021.

% de asfalto	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%	Total
N° de briquetas	3	3	3	3	3	15

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Grupo experimental de muestras - Mezclas Modificadas con PEAD, 2021.

% de asfalto		4.73%	5.23%	5.73%	6.23%	6.73%	Total
% de PEAD	0.00%	4	4	4	4	4	
	0.25%	4	4	4	4	4	
	0.50%	4	4	4	4	4	
	0.75%	4	4	4	4	4	
	1.00%	4	4	4	4	4	
	1.25%	4	4	4	4	4	
	1.50%	4	4	4	4	4	140

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada al realizar el procesamiento de la información la conformó todas las modalidades que se utilizaron con el fin de adquirir nuevos conocimientos relevantes al informe de investigación. De acuerdo con lo anterior, se usaron principalmente dos técnicas de estudio, la primera fue el método de la observación puesto que nos posibilitó la recolección de los datos obtenidos de los diferentes ensayos elaborados en laboratorio siguiendo los debidos protocolos y en segundo lugar se hizo uso del análisis de los contenidos para de esta forma procesar toda la información indispensable para el informe de investigación.

Asimismo, de acuerdo con las técnicas anteriormente planteadas, los instrumentos fueron aquellos medios que fueron empleados para la recolección de la información. Por lo tanto, para la presente tesis se utilizaron formatos de laboratorio estipulados en la normativa vigente como el Manual de Carreteras en la que se mencionan los requerimientos como el tamaño obligatorio que la muestra debe tener para la fabricación de las muestras asfálticas, asimismo se usaron los formatos requeridos en el EM2000 del MTC el cual explica todos los procedimientos necesarios para la elaboración del ensayo Marshall con el fin de determinar la fluencia y la estabilidad de todas las muestras.

Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, según datos a recolectar, 2021.

DATOS POR RECOLECTAR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
<p>Ensayos de Mecánica de Suelos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Límite Líquido (ASTM D-4318, MTC E 110) - Límite Plástico (ASTM D-4318, MTC E 111) - Contenido de humedad (ASTM D-2216, MTC E 108) - Sales Solubles en agregados gruesos y finos (MTC E-219) - Abrasión Los Ángeles (ASTM C-131, MTC E-207) - Partículas fracturadas del agregado grueso (ASTM D-5821, MTC E-210) - Durabilidad al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio 	Observación	Formato de laboratorio

<p>(MTC E-209)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinación del porcentaje de adherencia (NTP 400.019, MTC E-207) - Índice de durabilidad del agregado grueso y fino (MTC E-214) - Porcentaje de partículas chatas y alargadas en los agregados (NTP 400.040, MTC E-223) - Equivalente de arena (NTP 339.146, MTC E-114) - Angularidad del agregado fino (MTC E-222) - Valor de azul de metileno en agregados finos (ASSHTO TP-57) - Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos (MTC E-220) - Arcilla en terrones y partículas desmenuzables (NTP 400.015, MTC E 212) 		
<p>Ensayos de Mezcla asfáltica</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422, MTC E-107) - Absorción en agregados gruesos (MTC E-206) - Absorción en agregados finos (MTC E-205) - Ensayo Marshall (MTC E-504) 	Observación	Formato de laboratorio

Fuente: Elaboración propia.

Validez y confiabilidad

Con el fin de asegurar que los datos encontrados y los instrumentos sean válidos y confiables se requirió de la ayuda de laboratoristas de mecánica de suelos altamente experimentados; además de un ingeniero metodólogo para elaborar de manera eficaz y veraz los instrumentos usados; por último, lo anteriormente mencionado se encontró en concordancia con la normativa tanto nacional como internacional vigente teniendo en cuenta los formatos estandarizados por el NTP Y MTC.

3.5. Procedimientos

Con el fin de obtener una adecuada supervisión de la calidad de los materiales a emplearse en el presente trabajo de investigación y calcular tanto las propiedades físicas como las de nivel mecánico de la mezcla bituminosa, se realizaron ensayos dentro del laboratorio de los materiales y las mezclas de acuerdo a la normativa vigente.

3.5.1. Ensayos de Mecánica de Suelos

Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422, MTC E 107)

Se llevó a cabo este ensayo con el propósito de determinar los diferentes tamaños de las partículas utilizadas en la producción de la mezcla bituminosa, los cuales son los agregados pétreos. En este ensayo se emplearon tamices provenientes de distintas medidas, en primer lugar, dirigido a los agregados gruesos se utilizaron los tamices de 1", 3/4", 3/8" y N°4, por último, dirigido a los agregados finos usaron los tamices enumerados a continuación: N°10, N°20, N°40, N°60, N°140 y N°200.

Después de haber sido obtenida la muestra de los agregados se efectuó un cuarteo; se revolvió el material para posteriormente separarse en 4 partes de igual tamaño. Luego, se tomaron 2 partes opuestas por el vértice para luego colocarse las mallas de manera ordenada: la malla con los espacios más pequeños en la parte inferior hasta la malla con los espacios más grandes en parte superior. En el

extremo inferior se colocó un recipiente o contenedor y en el extremo superior se colocó una tapa. Se movieron cada uno de los tamices para todos los lados de una manera circunferencial para que así la muestra esté en un constante movimiento encima de la malla para posteriormente pesarse cada porcentaje retenido de cada malla y finalmente con los cálculos necesarios se elaboró la curva granulométrica (MTC, 2016, p.44).

Límite Líquido (ASTM D-4318, MTC E 110)

Este ensayo se realizó con el fin de calcular el porcentaje de humedad de tanto los agregados gruesos como los finos cuando estos se encuentran entre el límite del estado plástico y el líquido. Para realizar el ensayo se tomó una muestra que tenga un peso de entre 150 a 200 g obtenida de una porción de los agregados mezclados de una manera completa y que pasen por el tamiz N° 40. Después de inspeccionarse el aparato de Casagrande en el que se realizó el ensayo, se amasó el material con la cantidad de agua adecuada, y se dejó reposar por 2 horas. Luego se colocó en la cuchara una porción del material anteriormente amasado y se hizo un surco con la herramienta acanaladora. Se aplicaron golpes repetitivos hasta que las paredes del surco se unan en el fondo con un tamaño de 14 mm para finalmente determinarse el número de golpes y la humedad del material (MTC, 2016, p.67).

Límite Plástico (ASTM D-4318, MTC E 111)

Este ensayo fue elaborado para determinar el porcentaje de humedad en el cual los materiales ensayados se comenzaron a agrietarse cuando es amasado en barras cilíndricas de 3.2 mm de diámetro. Para el ensayo solo se utilizó material que anteriormente haya pasado por el tamiz N° 40, se mezcló este material selecto con agua hasta que se obtenga una mezcla capaz de ser moldeada. Se amasó la mezcla hasta que tenga una consistencia que le permita ser rodada por una superficie dura, se le da forma de barra cilíndrica y se introdujo el material en contenedores con el fin de calcular el valor de humedad de cada uno de ellos. Se tararon los contenedores y posteriormente se los llevó a un horno donde son secados por 24 horas para luego de nuevo tararse el material seco. Finalmente se obtuvieron el límite plástico además del índice de plasticidad (MTC, 2016, p.72).

Contenido de humedad (ASTM D-2216, MTC E 108)

Se llevó a cabo el ensayo para calcular el porcentaje de humedad proveniente del material a utilizarse en la elaboración de la mezcla asfáltica, los cuales son los agregados pétreos. Además, el propósito de este ensayo fue asegurar la calidad del material agregado para que así exista un correcto desarrollo del proyecto de investigación. Se tomaron algunas muestras de los agregados a utilizarse en la mezcla asfáltica los cuales tenían que pesar unos 900 gr y ser almacenados en un horno con una temperatura aproximada de 105 °C por un tiempo de 24 horas y por último se pesaron de nuevo para calcular el contenido de humedad (MTC, 2016, p.49).

Sales Solubles en agregados gruesos y finos (MTC E-219)

Este ensayo tiene el objetivo de calcular el nivel de cloruros y sulfatos (sales), que tienen la característica de ser solubles en el agua y que se encuentran presentes en los agregados pétreos que se emplearon en la fabricación de las mezclas bituminosas. Para realizarlo primeramente se secó la muestra seleccionada dentro de un horno a la temperatura aproximada a los 115 °C hasta que esta se convirtió en una masa constante que pese unos 0.01 gramos, luego se depositó la muestra dentro de un vaso a presión en el que se agregó agua de tipo destilada, se agitó el vaso y se dejó reposar y se determinó por separado en un tubo de ensayo la sal soluble gracias a la ayuda de un adecuado reactivo químico, finalmente, se calculó el porcentaje total de sales solubles del material (MTC, 2016, p.378).

Abrasión Los Ángeles (ASTM C-131, MTC E-207)

Este ensayo tiene la finalidad de determinar el impacto negativo que afectará a los materiales de la mezcla asfáltica debido a sus grados de alteraciones, sus resistencias estructurales, planos de debilitamiento, planos de cristalizaciones, formas de las partículas, etc. Con esta prueba se buscó calcular el desgaste causado por la suma del rozamiento e impacto en la superficie en las muestras de agregados anteriormente tamizadas. Para empezar a efectuar el ensayo se lavó y secó dentro de un horno la muestra, al calor constante de unos 110 °C y se separó cada fracción individual para después recombinarse. Posteriormente se

colocaron las muestras a ensayarse y las cargas dentro de la máquina de Los Ángeles 19 anteriormente inspeccionada y se giró a una velocidad constante. Después se descargó la muestra del equipo y se realizó un cuarteo de la muestra sobre el tamiz N° 12. Finalmente se lavó la muestra y se secó en un horno por 24 horas para así calcular su masa con el fin de obtener la pérdida por abrasión e impacto de los materiales (MTC, 2016, p.315).

Partículas fracturadas del agregado grueso (ASTM D-5821, MTC E-210)

La realización de este ensayo tiene como objetivo calcular el porcentaje de partículas fracturadas que poseen características específicas y que provienen de la muestra de agregado grueso. Para llevar a cabo el ensayo se secó la muestra, se tamizó y cuarteó, luego, se extendió la muestra de ensayo seca sobre una superficie que se encontraba aplanada, alargada y limpia para que permita una inspección minuciosa de todas las partículas. Posteriormente se calculó la masa de cada partícula anteriormente dividida y categorizada para así finalmente calcularse el porcentaje total de partículas fracturadas de la muestra (MTC, 2016, p.337).

Durabilidad al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio (MTC E-209)

Este ensayo tiene como finalidad calcular la resistencia que presentan los agregados de la muestra asfáltica a la pulverización a través de una solución saturada elaborada con sulfatos de sodio (Na) y magnesio (Mg). Para realizarlo fueron sumergidas las muestras en una solución alcalina anteriormente elaborada por un periodo de 18 horas, luego se secaron las muestras en un horno y se pesaron las muestras sin secar y después de ser secadas, finalmente se calcularon los porcentajes de pérdida de los agregados de la muestra (MTC, 2016, p.329).

Determinación del porcentaje de adherencia (NTP 400.019, MTC E-207)

En resumen, lo que se realizó fue mezclar asfalto caliente a temperatura de 150 °C con los agregados gruesos, se le añadió agua destilada y se observó el comportamiento de la mezcla recién formada. Se realizó el instrumento para

determinar la afinidad que poseen los agregados con el asfalto (MTC, 2016, p.451).

Índice de durabilidad del agregado grueso y fino (MTC E-214)

En el ensayo se buscó calcular un valor que representa la resistencia relativa de los agregados tanto gruesos como fino para que estos produzcan partículas finas dañinas que son las arcillas, al ser sometidas a los métodos que buscan degradarlas de forma mecánica (MTC, 2016, p.351).

Porcentaje de partículas chatas y alargadas en los agregados (NTP 400.040, MTC E-223)

Este ensayo brinda la manera de comprobar el cumplimiento de los requerimientos que regulan las partículas chatas y alargadas de los agregados grueso y con el fin de determinar su forma característica. El ensayo consiste básicamente en pasar los agregados gruesos de la muestra por un calibrador proporcional con el fin de calificar o separar las partículas por sus proporciones (MTC, 2016, p.392).

Equivalente de arena (NTP 339.146, MTC E-114)

El propósito de este ensayo fue calcular los porcentajes aproximados de suelos que contengan arcilla o fino plástico y polvo presentes dentro del suelo granular y el agregado fino que pasa por el tamiz N °4 (MTC, 2016, p.98).

Angularidad del agregado fino (MTC E-222)

Con este método se buscó calcular a través del cálculo del porcentaje de vacío y la angularidad que poseen el agregado fino a usarse en la mezcla asfáltica, la cual está relacionada a la resistencia al ahuellamiento (MTC, 2016, p.389).

Valor de azul de metileno en agregados finos (ASSHTO TP-57)

En este ensayo se encontró el número de la cantidad con potencial a causar daño (especialmente de arcillas y materiales orgánicos) existente en los agregados finos de los agregados a través del cálculo del Valor de Azul de Metileno.

Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos (MTC E-220)

En el paso se calculó la adhesividad del asfalto con los agregados finos. Con este fin se hizo uso del índice de adhesividad Riedel Weber, el cual clasifica las diferentes adhesividades de la mezcla asfáltica en desplazamientos nulos, parciales y totales (MTC, 2016, p.380).

Arcilla en terrones y partículas desmenuzables (NTP 400.015, MTC E 212)

El ensayo tuvo como fin la determinación de forma aproximada del contenido de terrón de arcillas y partícula desmenuzable dentro de los agregados a usarse en la mezcla asfáltica, para ellos simplemente se muestrea el material, se pesa y de forma manual se procede a desmenuzar los terrenos presentes en los agregados finos, finalmente se pesa el resultado (MTC, 2016, p.348).

3.5.2. Ensayos de mezcla asfáltica

Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422, MTC E-107)

Después de cortar los residuos plásticos PEAD de manera manual en pequeños trozos, se llevó a cabo este ensayo con el propósito de determinar los diferentes tamaños de las partículas utilizadas en la elaboración de la mezcla asfáltica, los cuales son los agregados pétreos. En este ensayo se emplearon tamices provenientes de distintas medidas, en primer lugar, dirigido a los agregados gruesos se utilizaron los tamices de 1", 3/4", 3/8" y N°4, por último, dirigido a los agregados finos usaron los tamices enumerados a continuación: N°10, N°20, N°40, N°60, N°140 y N°200.

Después de haber sido obtenida la muestra de los agregados se efectuó un cuarteo; se revolvió el material para posteriormente separarse en cuatro partes iguales. Se tomaron dos partes opuestas por el vértice para luego colocarse las mallas de manera ordenada: la malla con los espacios más pequeños en la parte inferior hasta la malla con los espacios más grandes en parte superior. En el extremo inferior se colocó un recipiente o contenedor y en el extremo superior se colocó una tapa. Se movieron cada uno de los tamices para todos los lados de una manera circunferencial para que así la muestra esté en un constante

movimiento encima de la malla para posteriormente pesarse cada porcentaje retenido de cada malla y finalmente con los cálculos necesarios se elaboró la curva granulométrica (MTC, 2016, p.44).

Absorción en agregados gruesos (MTC E-206)

El método se realizó con el propósito de hallar el peso específico seco, el peso específico aparente, el peso específico saturado con superficie seca y la absorción luego de veinticuatro horas de que el agregado grueso a utilizarse en la fabricación de las mezclas bituminosas. Con el fin de llevarlo a cabo la muestra de agregado grueso anteriormente cuarteada se sumergió en agua por una duración de 24 horas para así llenar sus vacíos. Posteriormente se retiró el líquido, se secaron el líquido superficial sobre las partículas de los agregados gruesos, y se taró. La muestra se pesó por segunda vez mientras se encuentra sumergida en agua y para terminar la muestra fue secada en un horno y se pesó una última vez. Con los pesos determinados y con la ayuda de fórmulas se determinaron los 3 pesos específicos y el porcentaje de absorción del agregado grueso (MTC, 2016, p.312).

Absorción en agregados finos (MTC E-205)

El paso se realizó con el propósito de hallar el peso específico seco, el peso específico aparente, el peso específico saturado con superficie seca y el porcentaje de absorción luego de veinticuatro horas del agregado fino a utilizarse en la fabricación de las mezclas bituminosas. Con el fin de realizar este ensayo se muestreó el agregado fino y se cuarteó hasta obtener un kilogramo del material, se secó en un horno y se cubrió de agua para luego ser secado de nuevo, por último, con los pesos determinados y con la ayuda de fórmulas se determinaron los 3 pesos específicos y el porcentaje de absorción del agregado fino (MTC, 2016, p.309).

Ensayo Marshall (MTC E-504)

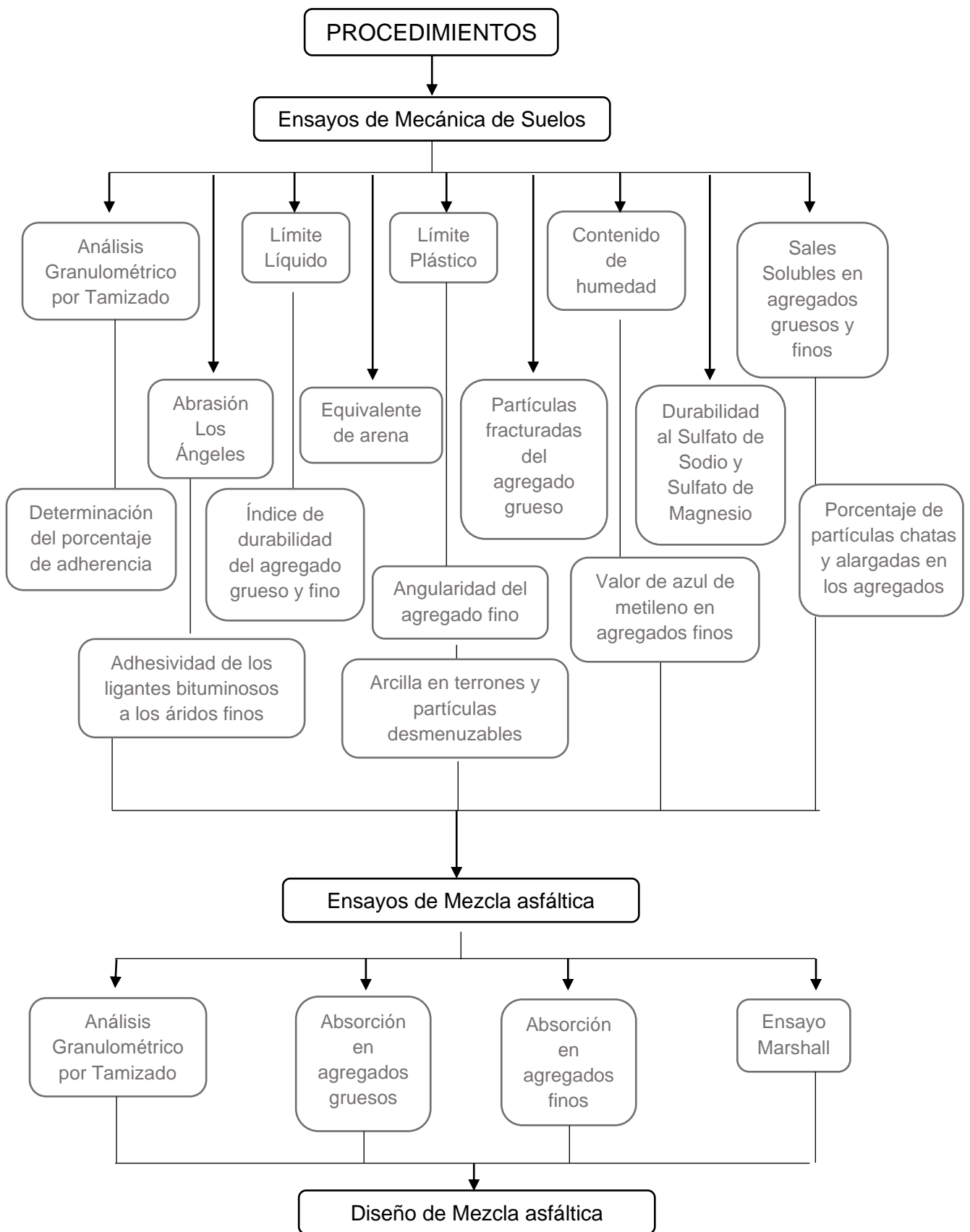
El ensayo Marshall se llevó a cabo con el propósito de calcular la estabilidad y el flujo de la mezcla asfáltica, para elaborarlo en primer lugar se confeccionaron las probetas o briquetas y se habilitó el conjunto de collar, molde y placa base, luego

la masa de compactación se calentó a una temperatura de entre 95 y 150°C. Se vertió la mezcla de la muestra totalmente procurando evitar las segregaciones en esta. Después se compactó la mezcla del molde a través de la aplicación de golpes en el perímetro de la probeta y en su interior. Antes de realizarse el ensayo, las briquetas se sumergieron en agua y luego se colocaron sobre la base de la prensa sujeta por la parte inferior de esta y se habilitó la parte superior, junto con el dispositivo que midió la deformación teniendo en cuenta que este de encontrarse ajustado a cero. Cuando la briketa se encontró asegurada se comenzó con la aplicación de la carga hasta que se evidencia el fallo de la briketa. Finalmente se calculó la estabilidad y deformación Marshall (MTC, 2016, p.583).

3.5.3. Diseño de Mezcla Asfáltica

Con el fin de hallar la dosificación de los materiales a usarse en las mezclas asfálticas se tuvieron en cuenta las propiedades mecánicas provenientes de los agregados que fueron usados, por lo tanto, gracias a la granulometría, el límite líquido, el límite plástico, porcentaje de humedad, partículas fracturadas del agregado grueso, absorción de los agregados, etc; se pudo realizar un diseño inicial de la mezcla asfáltica. Posteriormente con un sistema de ajuste y reajuste se preparó una mezcla de asfalto con unas proporciones iniciales indicadas por el estudio de las características de los agregados y se aumentó y disminuyó el porcentaje de asfalto hasta encontrar el porcentaje ideal (MTC, 2016, p.593).

Figura 2. Diagrama de flujo de procedimientos.



Fuente: Elaboración Propia.

3.6. Método de análisis de datos

Principalmente con el fin de procesar los resultados obtenidos de los distintos ensayos se utilizó el método analítico, esto debido a que con los resultados encontrados provenientes de los ensayos de mecánica de suelos y estudios a la mezcla asfáltica se analizaron los datos con respecto a la normativa nacional (MTC) e internacional (ASTM); además, por medio de un análisis comparativo, se elaboraron tablas y gráficos para hallar cómo se comportan las mezclas modificadas con PEAD comparadas con las mezclas bituminosas tradicionales en los aspectos de resistencia a la deformación y el flujo.

3.7. Aspectos éticos

Al elaborar este trabajo de investigación los tesisistas se comprometieron a presentar en todo momento la veracidad de los resultados obtenidos, además se expusieron meramente los datos proporcionados por el laboratorio en el cual se elaboraron los ensayos para el proyecto de investigación. Por otro lado, con respecto a la compilación de las diferentes fuentes bibliográficas relacionadas a la teoría, se acudió a la Norma ISO 690 con el motivo de que toda la información presentada no viole los derechos de autor establecidos. Por último, los tesisistas conservaron en todo momento de la investigación una posición objetiva que les permitió observar, procesar y plasmar de manera integral todas las teorías y datos obtenidos.

IV. RESULTADOS

Con el fin de obtener los resultados finales de la mezcla bituminosa adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo se realizaron todos los ensayos de laboratorio reglamentados por la normativa nacional para conseguir tener conocimientos previos de la clase de material que se usaría en la elaboración de briquetas de mezcla asfáltica, logrando así calcular su estabilidad y flujo. Tanto los agregados gruesos como los agregados finos utilizados en la elaboración de las briquetas de mezcla asfáltica fueron extraídos de la cantera “Tres Tomas”.

4.1. Definición de las partículas de polímeros PEAD

En la presente tesis se hizo uso de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) obtenido de la trituración manual de envases y botellas compuestos de dicho material. Tomando en cuenta las consideraciones anteriormente descritas se elaboró la granulometría de las partículas de polímeros PEAD.

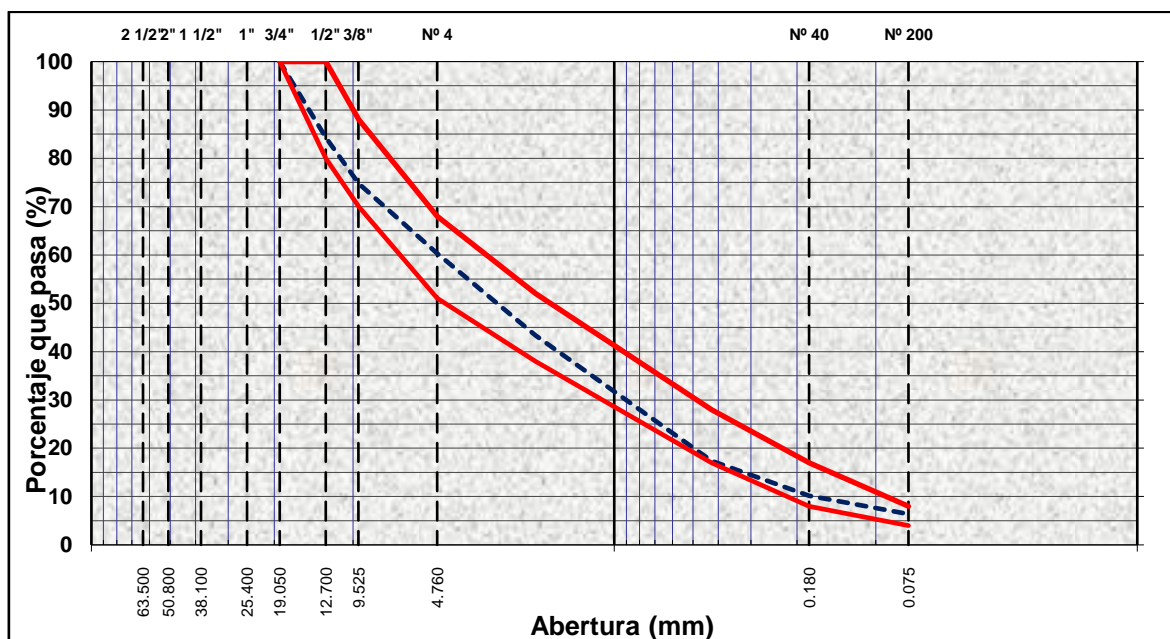
Tabla 4: Análisis Granulométrico por Tamizado de PEAD, 2021.

TAMIZ	AASHTO T- 27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO
Nº 4	4.750	152.8	15.28
Nº 10	2.000	847.2	84.72
Total		1000	100%

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 4 el mayor porcentaje retenido de partículas de polímeros PEAD se encuentra en el tamiz N°10 seguido del tamiz N°4 puesto que estas partículas han sido trituradas de manera uniforme por lo que tienen una pronunciada gradación granulométrica.

Figura 3. Curva granulométrica de agregados junto con partículas PEAD, 2021.



Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con la Figura 3 la adición de partículas PEAD no afecta la granulometría final de la mezcla de los agregados separados para elaborar la mezcla bituminosa puesto que como se observa, la curva granulométrica obtenida está dentro de los límites especificados en la norma para el MAC-2.

4.2. Análisis de las propiedades físicas de los agregados gruesos y finos

Los resultados obtenidos con respecto a los agregados gruesos y finos usados en la fabricación de la mezcla asfáltica adicionada con PEAD de la presente tesis fueron obtenidos gracias a ensayos normatizados y un análisis técnico y preciso, en los cuales se detallan los datos porcentuales que miden escalarmente las propiedades físicas y mecánicas de los agregados. Estos ensayos se realizaron con el fin de que los materiales a usar en la mezcla asfáltica se encuentren en el rango especificado en la norma para asegurar así su óptimo desempeño y calidad.

4.2.1. Agregado Grueso

A continuación, se indican los resultados obtenidos con respecto a las propiedades físicas del agregado grueso.

Tabla 5. Resultados de los ensayos al agregado grueso, 2021.

Ensayo	Norma	Requerimiento	Resultado
Durabilidad (al sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	7.12%
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	21.7%
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de durabilidad	MTC E 214	35% mín.	54%
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	6.60%
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	100/100
Sales solubles totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.03%
Absorción	MTC E 206	1.0% máx.	0.58%

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a lo mostrado dentro de la Tabla 5 todos los datos obtenidos relacionados a los ensayos del agregado grueso se encuentran en concordancia con los rangos mínimos y máximos especificados dentro de la normativa.

4.2.2. Agregado Fino

A continuación, se indican los resultados obtenidos con respecto a las propiedades físicas de los agregados finos.

Tabla 6. Resultados de los ensayos al agregado fino, 2021.

Ensayo	Norma	Requerimiento	Resultado
--------	-------	---------------	-----------

Equivalente de arena	MTC E 114	60% mín.	62%
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30% mín.	50.40%
Azul de metileno	AASHTO TP 57	8 máx.	1.58
Durabilidad (al sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	7.12%
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	57.6
Índice de Plasticidad (malla N.º200)	MTC E 111	4 máx.	2.20%
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.06%
Absorción	MTC E 205	0.5% máx.	0.45%
Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos (procedimiento Riedel - Weber)	MTC E 220	-	Parcial: 6 Total: 10
Arcilla en terrones y partículas desmenuzables	MTC E 212	-	0.02%

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, en la Tabla 6 todos los resultados obtenidos con respecto a los rangos del agregado fino se encuentran en concordancia con los valores mínimos y máximos especificados en la normativa. Cabe resaltar que los agregados utilizados para la fabricación de las briquetas de mezcla bituminosa fueron obtenidos desde la cantera Tres Tomas.

4.3. Resultados de la Estabilidad de la mezcla asfáltica adicionada con PEAD

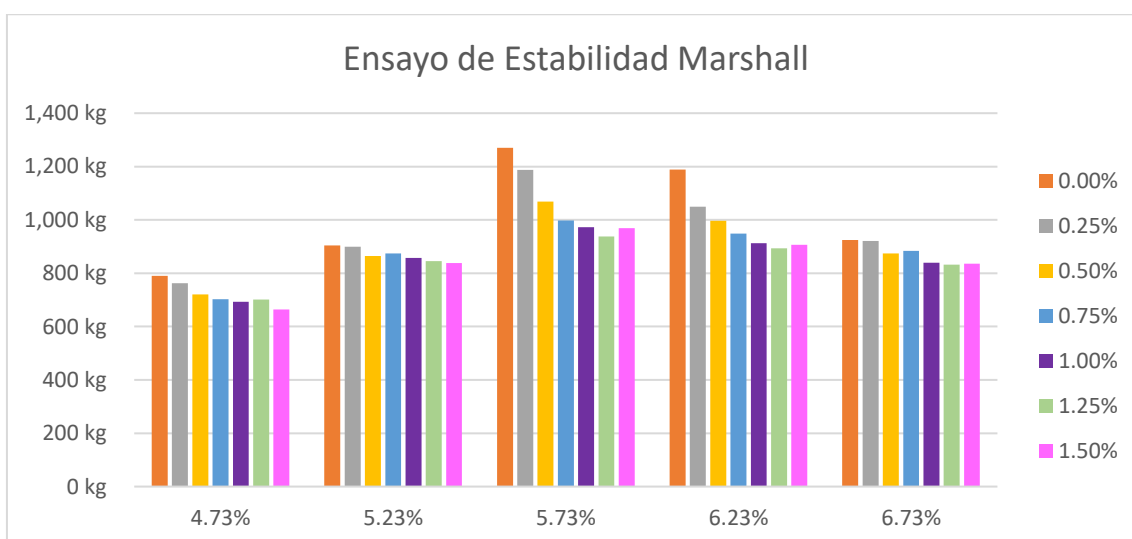
A continuación, se detallan los resultados obtenidos a través del ensayo Marshall a la mezcla bituminosa con respecto a su estabilidad.

Tabla 7. Resultados de estabilidad con residuos PEAD, 2021.

%ASFALTO	4.73%	5.23%	5.73%	6.23%	6.73%
%PEAD					
0.00%	790 kg	904 kg	1,270 kg	1,189 kg	924 kg
0.25%	762 kg	899 kg	1,187 kg	1,049 kg	921 kg
0.50%	720 kg	865 kg	1,069 kg	997 kg	874 kg
0.75%	702 kg	874 kg	998 kg	949 kg	884 kg
1.00%	693 kg	857 kg	972 kg	912 kg	839 kg
1.25%	701 kg	845 kg	938 kg	893 kg	832 kg
1.50%	664 kg	838 kg	969 kg	907 kg	836 kg

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Resultados ensayos de estabilidad Marshall, 2021.



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico anteriormente mostrado se detallan los resultados encontrados del ensayo Marshall aplicados a las mezclas bituminosas adicionadas con Polietileno de Alta Densidad (PEAD). Los porcentajes de asfalto usados en las briquetas fueron de 4.73%, 5.23%, 5.73%, 6.23% y 6.73%, mientras que el porcentaje de

PEAD utilizado fue de 0.25%, 0.50%, 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50%. Se puede observar que los porcentajes más bajos de estabilidad se registraron en el porcentaje de asfalto 4.73% siendo el menor 664 kg puesto que, al ser este valor menor al porcentaje requerido, el asfalto no llega a cubrir toda la superficie del agregado, sumado a esto, el agregar PEAD en la mezcla bituminosa produce que el alcance del asfalto se reduzca aún más y que no se adhiera completamente a los agregados, por lo que se reduce la estabilidad de la mezcla. En cambio, en promedio los valores más altos de estabilidad de las mezclas asfálticas adicionadas con PEAD se encuentran con un porcentaje de asfalto de 5.73% pues este es el porcentaje de asfalto ideal calculado con anterioridad lo que produce que el asfalto se adhiera a los agregados de manera satisfactoria, logrando así que la adición de PEAD no altere su estabilidad de gran manera, sino que esta sea estable. Además, con la sustitución de un 0.25% de PEAD a la mezcla asfáltica y con un 5.73% de asfalto se produce una estabilidad máxima de la mezcla adicionada con PEAD de 1187 kg.

Cabe resaltar que de todos los promedios de estabilidad obtenidos del ensayo Marshall, la mayoría de ellos son mayores que lo mínimo exigido por el Manual de Carreteras para un tráfico pesado, que son 831,07 kg, siendo el 4.73% el porcentaje de asfalto con los más bajos resultados de estabilidad.

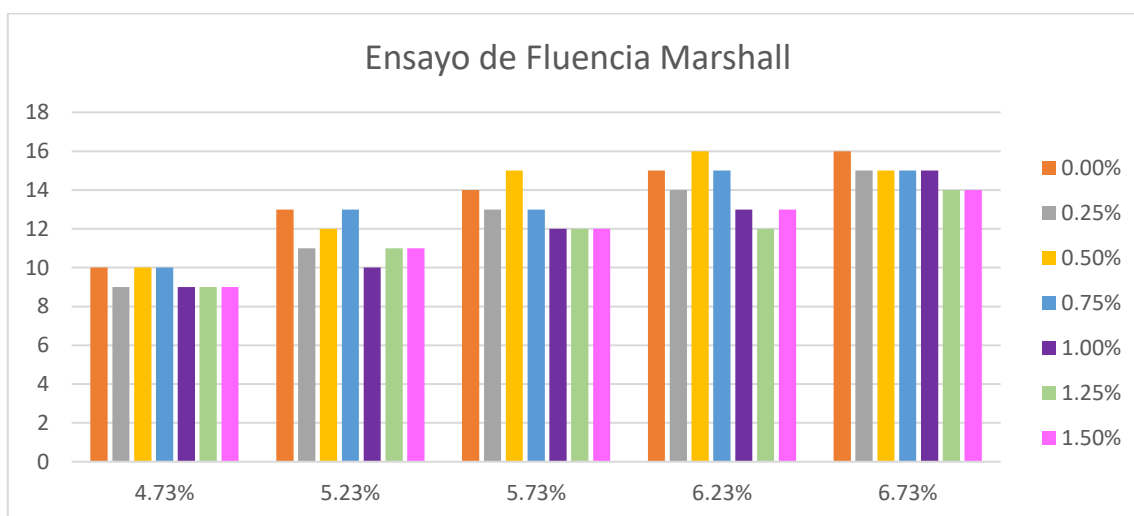
4.4. Resultados del Flujo de la mezcla asfáltica adicionada con PEAD

Tabla 8. Resultados de flujo con residuos PEAD, 2021.

%ASFALTO	4.73%	5.23%	5.73%	6.23%	6.73%
%PEAD					
0.00%	11	13	13	14	16
0.25%	10	11	14	14	15
0.50%	11	13	15	16	16
0.75%	10	14	14	14	15
1.00%	10	11	13	13	15
1.25%	9	11	12	13	15
1.50%	9	12	13	15	14

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Resultados ensayos de fluencia Marshall, 2021.



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico anteriormente mostrado se detallan los datos encontrados gracias al ensayo Marshall aplicados a las mezclas bituminosas adicionadas con Polietileno de Alta Densidad (PEAD). Como se puede observar, con respecto a la fluidez de la mezcla bituminosa adicionada con PEAD, los resultados más bajos se encuentran en el porcentaje de asfalto 4.73% ya que existe una deficiencia en el porcentaje de asfalto lo cual produce en la mezcla asfáltica y los agregados no estén totalmente recubiertos lo que afecta al adecuado funcionamiento de toda la mezcla. Los valores promedio y más estables de flujo se encuentran en el porcentaje de asfalto 5.73% ya que, como se mencionó anteriormente, este porcentaje es contenido ideal calculado con anterioridad lo que produce que los agregados se encuentren correctamente adheridos al asfalto.

También se observa que, al aumentarse la cantidad de asfalto, la fluidez de la mezcla bituminosa va aumentando ya que mientras más asfalto exista en la mezcla, la fricción interna entre los agregados disminuye lo que produce que el flujo sea alto. Asimismo, se aprecia que añadir PEAD a la mezcla bituminosa aumenta en una pequeña proporción la fluidez de la mezcla bituminosa sin modificar lo que significa que las propiedades físicas de este polímero plástico no son perjudiciales en el aspecto del flujo de la mezcla asfáltica. Es adecuado

mencionar que, para un tráfico pesado, la mayoría de los flujos promedio se encuentran dentro del rango especificado por la normativa nacional, que es de 8 a 14 (0.25 mm).

4.5. Análisis estadístico de resultados

Los datos encontrados provenientes de los ensayos Marshall a la mezcla bituminosa adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en las propiedades de estabilidad y flujo fueron trasladados al programa informático estadístico SPSS o también conocido por Statistical Package for the Social Sciences, el cual analizó y sintetizó la información a continuación presentada.

Tabla 9. Datos estadísticos de los resultados del ensayo Marshall, 2021.

	Estabilidad de la mezcla (kg)	Flujo de la mezcla (0.25 mm)
Media	900.26	12.56
Mediana	891.5	13
Moda	903	13
Desviación estándar	141.65	2.11
Varianza	20063.76	4.44
Coefficiente de Variación Muestral	0.16	0.35
Asimetría	0.729	-0.295
Curtosis	0.714	-0.780
Rango	700	8
Mínimo	605	8
Máximo	1305	16
Correlación	-0.611	-0.528

Fuente: Programa SPSS.

Tal como se observa en la Tabla 9, el promedio de los datos analizados con respecto a la estabilidad es 900.26 kg, mientras que el flujo promedio es de 12.56 (0.25 mm). La desviación estándar, es decir la dispersión de los datos en relación

con el promedio, respecto a su estabilidad es de 141.65, lo que indica que los datos encontrados por el método Marshall son muy precisos. Algo similar es el de la fluidez de la mezcla bituminosa pues su desviación estándar es de solo 2.11, lo que significa que los resultados no tienen un gran rango de variación. Además, la asimetría de la estabilidad resulta ser positiva, lo cual indica que la mayoría de los valores son mayores que el promedio, en cambio, el flujo tiene una asimetría negativa, por lo que los valores de fluidez son menores que la media. Por último, con respecto a la curtosis, la estabilidad presenta una curva leptocúrtica lo que se puede interpretar como existe una gran concentración de valores alrededor de la media, mientras que el flujo presenta una curva platicúrtica, o sea que presenta una baja concentración de valores alrededor del promedio.

Tabla 10. Porcentaje de confiabilidad de los resultados del ensayo Marshall, 2021.

Alfa de Cronbach	N° de variables analizadas
0.881	2

Fuente: Programa SPSS.

Se procedió a analizar la confiabilidad de los datos encontrados gracias al ensayo Marshall, se tomaron como variables de análisis la estabilidad y el flujo provenientes de la mezcla bituminosa. Se encontró que el Alfa de Cronbach de los datos procesados fue de 0.881, este número indica el grado de certeza en que la aplicación repetida de los ensayos realizados a la misma mezcla asfáltica resulte similares datos. Este Alfa de Cronbach se encuentra en el rango de bueno lo que significa que la correlación entre las variables es confiable.

Asimismo, se generó un modelo de regresión lineal donde las variables dependientes eran la estabilidad y el flujo respectivamente, mientras que las variables predictoras las conformaron el Porcentaje de PEAD y el Porcentaje de asfalto.

Tabla 11. Coeficientes de regresión lineal de la mezcla asfáltica, 2021.

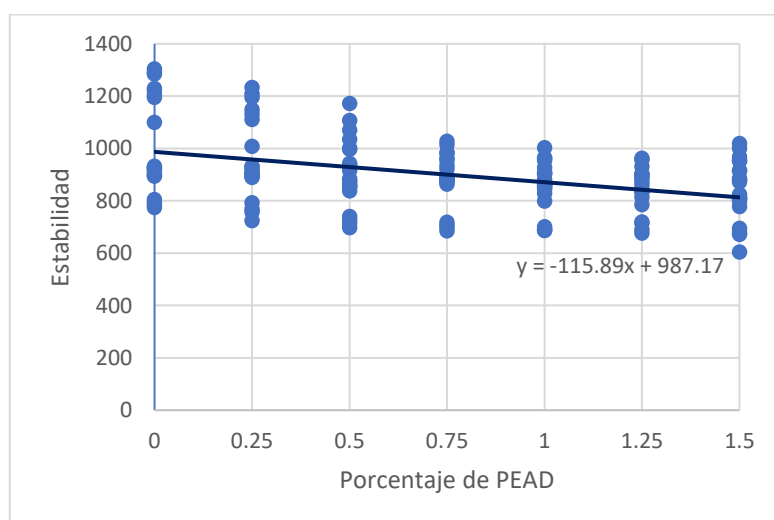
Modelo	Coeficientes Estabilidad	Coeficientes Flujo
Constante	500.858	-1.305
Porcentaje de asfalto	84.871	2.521
Porcentaje de PEAD	-115.886	-0.771

Fuente: Programa SPSS.

Los datos sirven para describir de manera estadística el comportamiento de la estabilidad y el flujo con respecto a los porcentajes de asfalto y de PEAD. Se puede decir que si se desea conocer el valor de la estabilidad con un porcentaje de asfalto “x” y un porcentaje de PEAD “y” entonces se puede recurrir a la fórmula “ $z=500.858+84.871x-115.886y$ ”, donde z es la estabilidad de la mezcla bituminosa, de la misma forma la ecuación para predecir el flujo sería “ $z=-1.305+2.521x-0.771y$ ” donde z es el flujo de la mezcla asfáltica.

Por otro lado, se generaron modelos de regresión que permitieron describir la relación lineal que existe entre las variables dependientes de la estabilidad y flujo relacionadas con la variable independiente que es el porcentaje de PEAD.

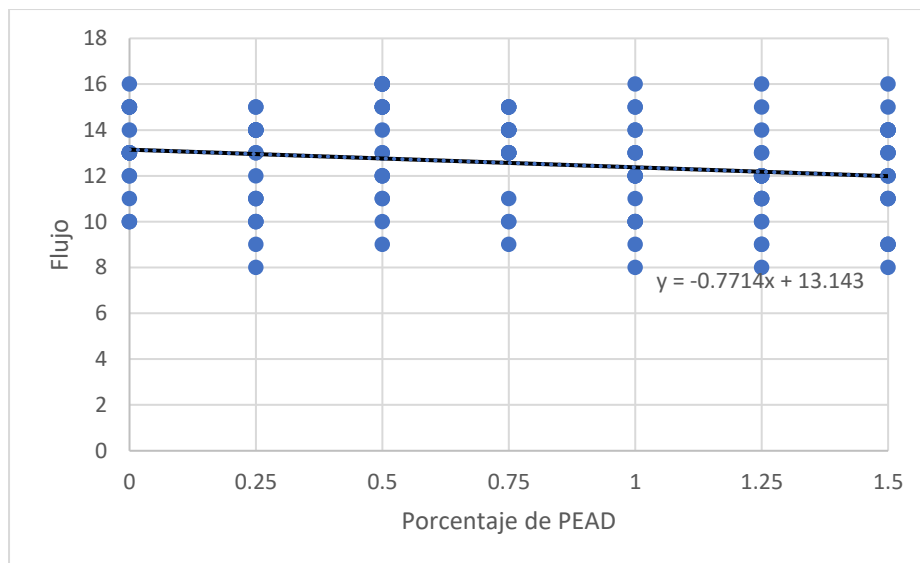
Figura 6. Regresión lineal de la estabilidad de la mezcla asfáltica con respecto al porcentaje de PEAD, 2021.



Fuente: Elaboración propia.

La variable independiente viene a ser “x” la cual se ha definido como el porcentaje de PEAD mientras que la variable dependiente es denotada como “y”, la cual representa la estabilidad de la mezcla asfáltica. Este análisis busca predecir el comportamiento que tiene la estabilidad con respecto al porcentaje de PEAD añadido a la mezcla asfáltica. La fórmula de relación es: “ $y = -115.89x + 987.17$ ”

Figura 7. Regresión lineal del flujo de la mezcla asfáltica con respecto al porcentaje de PEAD, 2021.

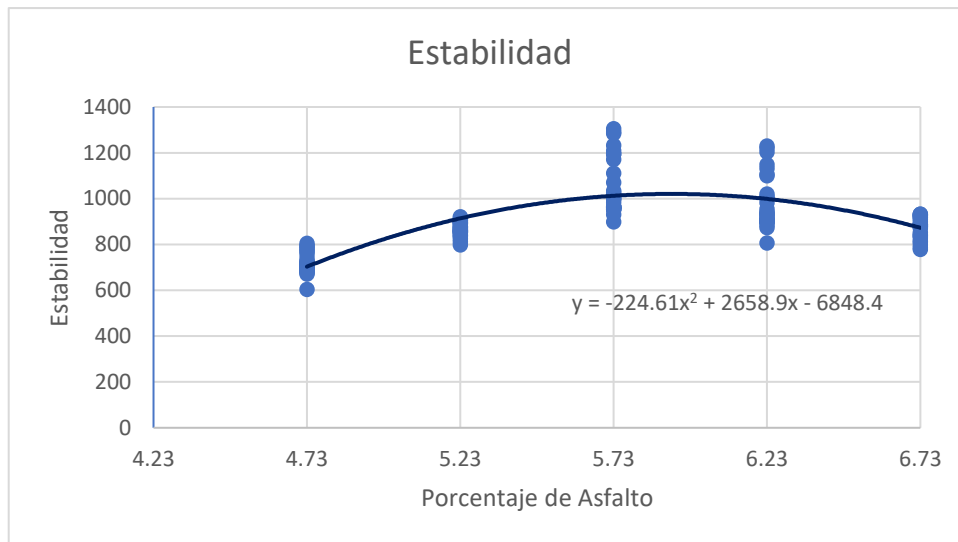


Fuente: Elaboración propia.

La variable independiente llega a ser “x” la cual se ha definido como el porcentaje de PEAD mientras que la variable dependiente es denotada como “y”, la cual representa el flujo de la mezcla asfáltica. Este análisis busca predecir el comportamiento que tiene el flujo con respecto al porcentaje de PEAD añadido a la mezcla asfáltica. La fórmula de relación es: “ $y = -0.7114x + 13.143$ ”

Del mismo modo, se generaron modelos de regresión que permitieron describir la relación cuadrática y lineal que existe entre las variables dependientes de la estabilidad y flujo relacionadas con la variable independiente que es el porcentaje de asfalto.

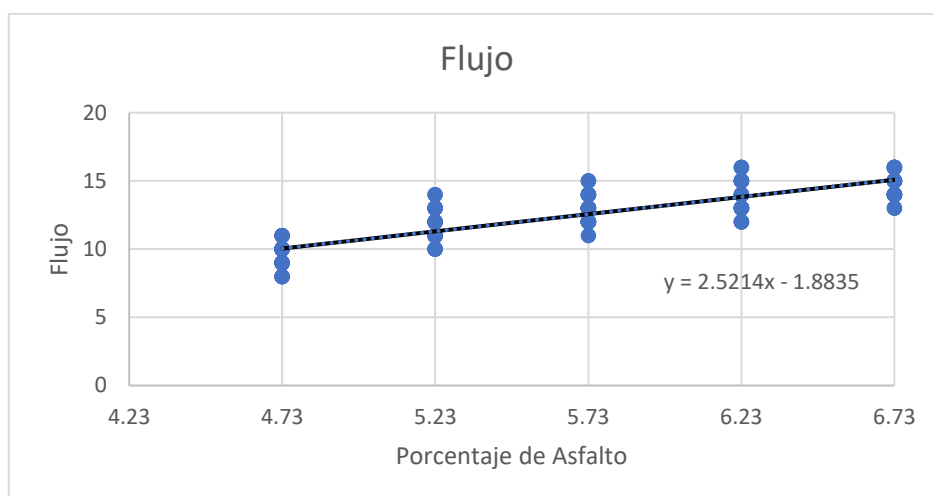
Figura 8. Regresión cuadrática de la estabilidad de la mezcla asfáltica con respecto al porcentaje de asfalto, 2021.



Fuente: Elaboración propia.

La variable independiente llega a ser “x” la cual se ha definido como el porcentaje de asfalto mientras que la variable dependiente es denotada como “y”, la cual representa la estabilidad de la mezcla asfáltica. Este análisis busca predecir el comportamiento que tiene la estabilidad con respecto al porcentaje de asfalto añadido a la mezcla asfáltica. La fórmula de relación es: “ $y = -224.61x^2 + 2658.9x - 6848.4$ ”

Figura 9. Regresión lineal del flujo de la mezcla asfáltica con respecto al porcentaje de asfalto, 2021.



Fuente: Elaboración propia.

La variable independiente llega a ser “x” la cual se ha definido como el porcentaje de asfalto mientras que la variable dependiente es denotada como “y”, la cual representa el flujo de la mezcla asfáltica. Este análisis busca predecir el comportamiento que tiene el flujo con respecto al porcentaje de asfalto añadido a la mezcla asfáltica. La fórmula de relación es: “ $y=2.5214x-1.8835$ ”

4.6. Evaluación de costos de producción de mezcla asfáltica

Se procedió a elaborar un análisis de costos unitarios de la producción de una mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD), y se comparó con los costos de fabricación de una mezcla bituminosa tradicional.

Tabla 12. Análisis de costos unitarios de mezcla asfáltica tradicional por m3, 2021.

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO							
PARTIDA: MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PEN 60/70					Unidad: m3		
ESPECIFICACIÓN: Con óptimo contenido de Asfalto de 5.73%							
					Rendimiento	400	m3/día
Descripción	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	PU	Parcial	Total	%
MANO DE OBRA							
Operador de Planta Asfáltica	2.00	HH	0.040	25.32	1.01		
Operador de Equipo Pesado	1.00	HH	0.020	25.28	0.51		
Peón	1.00	HH	0.020	17.28	0.35		
Costo de Mano de Obra						S/ 1.87	0.43%
MATERIALES							
Cemento Asfáltico Pen 60/70		GAL	36.719	9.78	359.11		
Piedra Chancada 1/2"		M3	0.367	37.84	13.89		
Arena Chancada		M3	0.277	45.00	12.47		
Arena Zarandeada		M3	0.296	30.17	8.94		
Petróleo Diesel B5		GAL	0.151	13.47	2.04		
Costo de Materiales						S/ 396.45	92.08%
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS							

Planta de Asfalto en Caliente 205 Ton/hr	1.00	HM	0.020	654.50	13.09			
Grupo Electrógeno 116 Hp 75 Kw	1.00	HM	0.020	179.02	3.58			
Grupo Electrógeno 230 Hp 150 Kw	1.00	HM	0.020	220.98	4.42			
Cargador Frontal S/Llantas 160-195 Hp 3.75 Yd3	1.00	HM	0.020	276.40	5.53			
Herramientas Manuales		%MO	3.00	1.87	5.61			
						Costo de Equipos y Herramientas	S/ 32.23	7.49%
						PRECIO POR M3	S/ 430.55	

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior tabla propuesta se observa el cálculo de los costos unitarios de la producción de una mezcla bituminosa tradicional, el precio total de fabricación en un m3 de asfalto tradicional resultó ser la suma de S/ 430,55.

Tabla 13. Análisis de costos unitarios de mezcla asfáltica adicionada con PEAD por m3, 2021.

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO								
PARTIDA:		MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PEN 60/70 ADICIONADA CON PEAD				Unidad: m3		
ESPECIFICACIÓN: Con óptimo contenido de Asfalto de 5.73%, incluye Polietileno de Alta Densidad en 0.25%								
						Rendimiento	400 m3/día	
Descripción	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	PU	Parcial	Total	%	
MANO DE OBRA								
Operador de Planta Asfáltica	2.00	HH	0.040	25.32	1.01			
Operador de Equipo Pesado	2.00	HH	0.040	25.28	1.01			
Peón	2.00	HH	0.040	17.28	0.69			
						Costo de Mano de Obra	S/ 2.71	0.57%
MATERIALES								
Cemento Asfáltico Pen 60/70		GAL	36.719	9.78	359.11			
Piedra Chancada 1/2"		M3	0.366	37.84	13.86			

Arena Chancada		M3	0.276	45.00	12.44	
Arena Zarandeada		M3	0.295	30.17	8.91	
Polietileno de Alta Densidad		KG	6.533	5.85	38.22	
Petróleo Diesel B5		GAL	0.151	13.47	2.04	
				Costo de Materiales	S/ 434.58	91.44%
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Planta de Asfalto en Caliente 205 Ton/hr	1.00	HM	0.020	654.50	13.09	
Grupo Electrónico 116 Hp 75 Kw	1.00	HM	0.020	179.02	3.58	
Grupo Electrónico 230 Hp 150 Kw	1.00	HM	0.020	220.98	4.42	
Cargador Frontal S/Llantas 160-195 Hp 3.75 Yd3	1.00	HM	0.020	276.40	5.53	
Minicargador 70 Hp, 0.5Yd3	1.00	HM	0.020	115.38	2.31	
Triturador de PEAD 40 Hp 30 KW	1.00	HM	0.020	45.89	0.92	
Herramientas Manuales		%MO	3.00	2.71	8.13	
				Costo de Equipos y Herramientas	S/ 37.98	7.99%
				PRECIO POR M3	S/ 475.27	

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior tabla propuesta se observa el cálculo de los costos unitarios de la producción de una mezcla bituminosa añadida con PEAD, el precio total de fabricación en un m3 de asfalto tradicional resultó ser la suma de S/ 475,27. Esto significa que el gasto por m3 al usar una mezcla asfáltica adicionada con PEAD es de S/ 44,72; es decir, que hay un sobre gasto de un 10.39%. Además, se calculó que en un m3 de asfalto modificado se estarían reutilizando aproximadamente 230 botellas de plástico PEAD.

4.7. Diseño de mezcla asfáltica

4.7.1. Dosificación de agregados:

Tabla 14. Porcentajes de agregados por clase, 2021.

AGREGADOS	CANTIDAD EN PORCENTAJE
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandeada	31%

Fuente: Elaboración propia.

4.7.2. Dosificación de mezcla asfáltica:

Tabla 15. Diseño de mezcla asfáltica, 2021.

Especificaciones de Gradación	MAC – 2
Tipo de Asfalto	PEN 60/70
Porcentaje Óptimo de C:A	5.73
Porcentaje Óptimo de PEAD	0.25

Fuente: Elaboración propia.

4.8. Contratación de Hipótesis

4.8.1. Contratación Hipótesis general

a) Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo.

Ho: El diseño de una mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo consiste en los porcentajes de 5.5% de asfalto, 45% de agregado grueso, 52% de agregado fino y 3% de PEAD.

Ha: El diseño de una mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo consiste en los porcentajes de 5.73% de asfalto, 37.80% de agregado grueso, 56.23% de agregado fino y 0.25% de PEAD.

Luego de la aplicación de los ensayos normatizados a los materiales pétreos y a la mezcla bituminosa, se determinó que los porcentajes óptimos para la elaboración del pavimento flexible es de 5.73% de cemento asfáltico, 37.80% de agregado grueso, 56.23% de agregado fino y 0.25% de PEAD, de acuerdo con esto, rechazamos la hipótesis nula mientras que se aceptamos la alternativa.

4.8.2. Contrastación Hipótesis específicas

a) Granulometría de las partículas de polímeros PEAD.

Ho: La granulometría de las partículas de polímeros PEAD para el diseño de la mezcla bituminosa para los porcentajes 0.25, 0.50, 0.75, 1, 1.25 y 1.50% consiste en partículas de tamaño máximo nominal a 5mm.

Ha: La granulometría de las partículas de polímeros PEAD para el diseño de la mezcla bituminosa para los porcentajes 0.25, 0.50, 0.75, 1, 1.25 y 1.50% no consiste en partículas de tamaño máximo nominal a 5mm.

Gracias al ensayo de granulometría a las partículas de polímeros PEAD se determinó que el 15.28% del peso total del plástico era retenido en la malla N° 4, mientras que el 84.72% lo era en la malla N°10, además el tamaño máximo nominal de una partícula de PEAD encontrado fue de 5mm. Así que, la hipótesis nula es aceptada mientras que la hipótesis alternativa es rechazada.

b) Propiedades físicas de los agregados gruesos y finos.

Ho: Las propiedades físicas del agregado grueso y fino no se encuentran dentro del rango especificado por la normativa nacional.

Ha: Las propiedades físicas del agregado grueso y fino se encuentran dentro del rango especificado por la normativa nacional.

Se realizaron diferentes ensayos tanto al agregado grueso como el fino con el fin de elaborar la mezcla bituminosa los cuales fueron: peso específico, porcentaje de absorción de los agregados, durabilidad al sulfato de magnesio, el ensayo de abrasión, determinación del porcentaje de adherencia, índice de durabilidad, porcentaje de partículas chatas y alargadas en los agregados, partículas fracturadas, porcentaje de sales solubles en el suelo, equivalente de arena, angularidad de los agregados finos, valor del azul de metileno, límites de consistencia, arcilla en terrones y partículas desmenuzables. Estos ensayos demostraron que los agregados gruesos y finos utilizados para la mezcla asfáltica se encuentran adentro de los valores mínimos y máximos indicados en la normativa nacional, entonces, rechazamos la hipótesis nula mientras que se aceptamos la alternativa.

c) Estabilidad de la mezcla asfáltica.

Ho: La adición de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) a la mezcla asfáltica aumenta su estabilidad en comparación con la mezcla asfáltica tradicional.

Ha: La adición de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) a la mezcla asfáltica no aumenta su estabilidad en comparación con la mezcla asfáltica tradicional.

Tabla 16. Prueba para la estabilidad de la mezcla, 2021.

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 1240					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	99% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Estabilidad de la mezcla asfáltica	- 31.9 96	119	.000	-358.87500	-381.0842	-336.6658

Fuente: Programa SPSS.

Relacionado a el análisis estadístico de los datos obtenidos con respecto a la estabilidad de la mezcla asfáltica, la significancia bilateral de los datos resulta 0.000, la cual es menor al margen de error que es 0.01, lo que significa que la estabilidad de las briquetas adicionadas con PEAD no son mayores que la de la mezcla asfáltica tradicional, por lo que rechazamos la hipótesis nula mientras que se aceptamos la alternativa.

d) *Flujo de la mezcla asfáltica.*

Ho: La adición de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) a la mezcla asfáltica no aumenta su flujo en comparación con la mezcla asfáltica tradicional.

Ha: La adición de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) a la mezcla asfáltica aumenta su flujo en comparación con la mezcla asfáltica tradicional.

Tabla 17. Prueba para el flujo de la mezcla, 2021.

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 13					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	99% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Flujo de la mezcla asfáltic a	- 2.63 8	119	.009	-.51667	-.9045	-.1288

Fuente: Programa SPSS.

Relacionado a el análisis estadístico de los datos obtenidos con respecto al flujo de la mezcla asfáltica, la significancia bilateral de los datos resulta 0.009, la cual es menor al margen de error que es 0.01, lo que significa que el flujo de las briquetas adicionadas con PEAD no son mayores que la de la mezcla asfáltica tradicional, así que, la hipótesis nula es aceptada mientras que la hipótesis alternativa es rechazada.

e) Análisis estadístico de los resultados encontrados.

Ho: Los datos encontrados con respecto a la estabilidad y el flujo de la mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) son precisos y confiables.

Ha: Los datos encontrados con respecto a la estabilidad y el flujo de la mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) no son precisos ni confiables.

Gracias al programa estadístico SPSS se encontró que el coeficiente de variación muestral de la estabilidad y flujo eran 0.16 y 0.35 respectivamente, además de que el Alfa de Cronbach era 0.881, estos datos nos indican que los números encontrados son precisos y confiables. Por lo antes expuesto, la hipótesis nula es aceptada mientras que la hipótesis alternativa es rechazada.

f) Costos de producción de la mezcla asfáltica.

Ho: Los costos de producción de la mezcla asfáltica adicionada con PEAD no son menores que los de la mezcla asfáltica convencional.

Ha: Los costos de producción de la mezcla asfáltica adicionada con PEAD son menores que los de la mezcla asfáltica convencional.

Se elaboró un cálculo de los costos unitarios sobre la elaboración de una mezcla bituminosa adicionada con PEAD y una tradicional, resultando que el costo total de la mezcla adicionada es de S/ 475,27 por m³ mientras que la de la tradicional es de S/ 430,55, lo que significa que existe un aumento por m³ al usar una mezcla asfáltica adicionada con PEAD de S/ 44,72, es decir, el precio disminuye en un 10%. Por consiguiente, la hipótesis nula es aceptada mientras que la hipótesis alternativa es rechazada.

V. DISCUSIÓN

El tamaño máximo nominal del Polietileno de Alta Densidad (PEAD) utilizado en la presente tesis fue de 5 mm que fueron atrapados en la Malla N° 4, mientras que la mayor cantidad de elementos de polímeros plásticos fue retenida en la Malla N°10. Se escogieron estos tamaños ya que, según los autores Nuha, Amin, Hamid, Alireza (2021) mientras menos sea el tamaño del PEAD, este se incorporará mejor a la mezcla, además, indican que la mejor forma de añadir plástico a la mezcla no es como un aditivo o ligante complementario al asfalto, sino más bien como si fuera un agregado. Los autores afirmaron que si las partículas de PEAD poseían un tamaño máximo mayor a 10mm se corría el riesgo de que el plástico se solidificara y adquiriera una apariencia marrón oscura y que se encontrara en un estado gelatinoso (p. 55). Se siguieron estas recomendaciones por lo que no se observaron grandes aglomeraciones en la mezcla asfáltica, en cambio, al combinar las partículas PEAD junto con los agregados gruesos y finos se observó que su granulometría se encontraba dentro de los límites fijados para un MAC-2.

Con respecto a las propiedades físicas provenientes del agregado a utilizarse para la elaboración de la mezcla bituminosa en la ciudad de Chiclayo, el autor Navarro (2017) concluye que tanto los agregados gruesos como los finos obtenidos de la Cantera Tres Tomas se encuentran fuera del rango prescrito en las especificaciones técnicas planteadas por el MTC, sin embargo, los resultados obtenidos en la presente tesis son contrarios a esta afirmación pues a partir de los distintos ensayos normatizados que se llevaron a cabo hacia los agregados también obtenidos de la misma cantera, se encontró que estos se hallaban dentro de lo establecido por la normativa nacional. Asimismo, Navarro (2017) observó a través de un análisis granulométrico que los agregados presentaban una composición uniforme ya que su curva granulométrica era continua y se encontraba en el rango establecido por la normativa, en contraste, con respecto a las otras características mecánicas del agregado como la del porcentaje de adherencia del agregado fino y el porcentaje de partícula chata y alargada, el autor menciona que los agregados no cumplen con las especificaciones (p. 151). De acuerdo con los resultados obtenidos en laboratorio se puede concordar con el

autor en el primer punto puesto que sí se encontró que el material obtenido de la Cantera Tres Tomas tenía una gradación de tamaños apropiada para la mezcla asfáltica y que su curva granulométrica era continua, empero, con respecto a sus características mecánicas, los ensayos hacia el agregado mostraron que estas propiedades sí se encontraban dentro del rango establecido por el MTC.

Por otro lado, con respecto a la estabilidad o resistencia a la deformación de la mezcla bituminosa adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD), Elías (2017) concluyó que, si se aumentaba el porcentaje de polímeros plásticos PEAD, entonces la estabilidad aumentaría de gran manera, ya que mientras más sea el porcentaje de plástico que se le añada a la mezcla asfáltica, el pavimento se encontrará cerca de convertirse en uno rígido lo que se expresa en una alta cantidad de estabilidad (p. 81). De la misma forma, la autora Benavides (2014) encontró que la adición de PEAD produce un aumento en la estabilidad sobre todo en los porcentajes de 0.50% y 1.50% pues incrementa la estabilidad en un 23.28% y 16.43% respectivamente con respecto a la mezcla bituminosa tradicional (p. 5). De acuerdo con los datos encontrados, no se concuerda con las autoras anteriormente citadas ya que la adición de PEAD produjo una disminución de la estabilidad de las briquetas en comparación con la mezcla asfáltica tradicional. Al porcentaje de 0.25% de PEAD ocurrió la menor disminución pues fue de un 6.53% con un porcentaje de asfalto de 5.23%, mientras que en los mayores porcentajes de PEAD la estabilidad se fue reduciendo aún más, el máximo porcentaje de disminución se encuentra con el mismo porcentaje de asfalto junto un 1.25% de PEAD ya que su estabilidad pasó de 1270 kg en la mezcla asfáltica tradicional a 969 kg en la mezcla adicionada, lo que significa que su estabilidad se redujo en un 23.7%.

Esto sucedió pues como indica Benavides (2014) cuando se utilizan altos porcentajes de plástico con respecto al peso total de la mezcla asfáltica, esto puede generar problemas de adherencia en la mezcla asfáltica ya que se forman acumulaciones de PEAD que tienden a formar pequeñas conglomeraciones en el interior de la mezcla lo que dificulta la correcta adhesión de los agregados. Esto se debe a que el punto de fusión del PEAD se encuentra entre la temperatura de

121 °C y 135 °C mientras que la preparación de la mezcla bituminosa de forma caliente se realiza aproximadamente en los 140 °C, lo que indica que el PEAD llega en polímeros plásticos que tienden a condensarse rápidamente, lo que produce pequeñas aglomeraciones en el interior de la mezcla asfáltica. Por ese motivo es que los resultados mostraron que a mayor porcentaje de PEAD, la estabilidad fue disminuyendo.

De la misma forma, en relación con el flujo o la fluidez de la mezcla bituminosa adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) la autora Elías (2017) concluyó que agregar este polímero plástico a la mezcla bituminosa disminuye de manera considerable su flujo ya que mientras aumenta el porcentaje de PEAD como en los porcentajes de 1, 3 y 5%, el pavimento pierde su flexibilidad lo que hace que ya no posea capacidad de deformación así que su flujo es nulo (p. 82). Asimismo, Benavides (2014) observó que la adición de PEAD producía una disminución en pocos porcentajes del flujo de la mezcla asfáltica (p. 5). Se concuerda con la última afirmación ya que según los resultados obtenidos el flujo disminuye en algunos porcentajes de asfalto (4.73%, 5.23% y 6.73%) unos milímetros comparados a la mezcla bituminosa tradicional, en cambio, a diferencia de Elías (2017), no se encontró que el pavimento perdiera su flexibilidad a tal punto que su fluidez sea nula. El flujo máximo fue de 16 (0.25 mm) y se encontró en el porcentaje de asfalto 6.23% y 6.73% junto con un 0.50%, en contraste, los flujos mínimos se observaron en el menor porcentaje de asfalto, 4.73%, junto con 1.25% y 1.50% de PEAD. Esto significa que a mayores cantidades de asfalto la fluidez aumentará mientras que a más porcentaje de PEAD se añada, el flujo de la mezcla disminuirá.

Es importante resaltar que una de las razones por las que la adición de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) ayuda a disminuir el flujo de la mezcla asfáltica es que este material es uno de los plásticos con mayor resistencia a la deformación y, cuando este material llega a su punto de fusión al entrar en calor, como se mencionó anteriormente forma pequeñas aglomeraciones que hacen que el pavimento se vuelva más rígido por lo que su fluidez disminuye. Esto se debe principalmente a que la temperatura de enfriamiento del PEAD es mucho más alta

que el de los agregados y el asfalto, lo que quiere decir que cuando se termina la cocción de la mezcla asfáltica a una temperatura de 140 °C y se lleva la briqueta a una temperatura menor, el PEAD velozmente se recristalizará y se adherirá mucho más rápido con los elementos pétreos de la mezcla que con el propio asfalto.

Con respecto al análisis a nivel estadístico de los datos encontrados, se hizo uso del programa estadístico SPSS con el fin de recopilar e interpretar los resultados obtenidos al realizar los diferentes procesos en laboratorio hacia las briquetas de asfalto a través del método Marshall, así se pudo en primer lugar obtener una descripción completa de la naturaleza de los resultados encontrados sobre las características de la mezcla bituminosa que fueron su estabilidad y flujo. Se empezó hallando las medidas de posición tales como la media, moda y mediana, además de sus medidas de dispersión, en las que se consideró la desviación estándar, varianza y el rango. Del mismo modo se halló el porcentaje de confiabilidad de los datos encontrados gracias al método Marshall tomando como variables el flujo y la estabilidad y, por último, se generaron modelos de regresión lineal que describen el comportamiento de los datos obtenidos. Gracias a los resultados encontrados se pudo observar que, respecto a la resistencia a la deformación de la mezcla bituminosa, su coeficiente de variación muestral era menor que 1, lo que indica que los datos encontrados por el método Marshall no se encuentran dispersos por lo que son precisos, del mismo modo, con respecto a la fluidez de la mezcla, su coeficiente de variación resultó ser 0.45, lo que significa que los resultados no tienen un gran rango de variación por lo que son más precisos. El Alfa de Cronbach de los datos procesados fue de 0.881, varias bibliografías indican que un instrumento es confiable si es muy buena su Alfa de Cronbach la cual debe ser mayor a 0.8, lo que demuestra que el porcentaje de confiabilidad de la muestra se encuentra en un rango aceptable por lo que la correlación entre las variables es confiable. Esto datos están en concordancia con lo expuesto por los autores Contreras y Zuñiga (2020), los cuales encontraron que su índice de confiabilidad fue de un 90%, mientras que la desviación estándar de la estabilidad era de 26.53 (p. 7). Asimismo, se hallaron las ecuaciones y gráficos de regresión lineal de las variables dependientes estabilidad y flujo, las cuales se

relacionaron con el porcentaje de PEAD adicionado a la mezcla asfáltica, en ambos casos se notó una pendiente negativa en los gráficos, lo que significa que mientras más sea el aumento de PEAD en la mezcla asfáltica, este disminuirá cada vez sus valores de estabilidad y flujo.

Es importante recalcar que, de los resultados encontrados, con respecto a la resistencia a la deformación y la fluidez de la mezcla asfáltica adicionada con PEAD, algunas briquetas no presentan una tendencia definida para estas variables. Esto según Rodríguez (2020) se puede deber a que al ser el PEAD proveniente de distintos tipos de botellas plásticas y otros envases, la fabricación de estos varía según su marca y procedencia, lo que genera distintos cambios en la resistencia a la deformación y la fluidez de la mezcla bituminosa y a su vez eso incide en un aumento de la dispersión de los resultados y la disminución de la confiabilidad de la muestra estudiada.

Por otro lado, se evaluaron el costo de elaboración de la mezcla bituminosa adicionada con PEAD comparado con el de la mezcla convencional, del análisis fue encontrado que el costo de la producción de un m³ de mezcla asfáltica tradicional era de S/ 430,55 mientras que el de una mezcla asfáltica adicionada con PEAD era de S/ 475,27; lo que indica un sobre costo del 10.39 % del costo base. Lo encontrado está en concordancia con lo concluido por Contreras y Zuñiga (2020) ya que los autores hallaron que adicionar PEAD a la mezcla asfáltica producía un aumento en sus costos de producción de unos S/ 85,16 lo que significa que acrecienta los costos en un 21% (p. 9).

Asimismo, de acuerdo con el último objetivo de la presente tesis se determinaron los porcentajes de diseño más adecuados para la mezcla asfáltica, estos fueron 0.25% de PEAD, 5.73% de Asfalto, 37.80% de agregado grueso y 56.23% de agregado fino, estos difieren con los encontrados por la autora Elías (2017) pues ella recomendó usar 5.5% de porcentaje de asfalto, 45% de agregados gruesos, 52% de agregados finos y 3% de PEAD (p. 44).

VI. CONCLUSIONES

La granulometría de las partículas de polímeros PEAD en el diseño de la mezcla bituminosa en los porcentajes 0.25, 0.50, 0.75, 1, 1.25 y 1.50% se conformó por el 15.28% de PEAD siendo retenido en la Malla N°4 y el 84.72% retenido en la Malla N°10.

Se definieron las propiedades físicas del agregado grueso y fino a través de los distintos ensayos normatizados, encontrándose así que los agregados se encontraban dentro del rango prescrito en las especificaciones técnicas planteadas por el MTC.

Se calculó que añadir Polietileno de Alta Densidad (PEAD) a la mezcla bituminosa disminuye las propiedades de estabilidad del pavimento en un porcentaje mínimo, sin embargo, aun así, los valores de estabilidad en el porcentaje de 5.73% son mayores al mínimo exigido por la normativa nacional.

Se determinó que la adición de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) a la mezcla asfáltica disminuye las propiedades de flujo del pavimento en un porcentaje mínimo, además de que, los valores de fluidez se mantienen dentro del rango exigido por la normativa nacional.

Se analizó desde un punto de vista estadístico los resultados obtenidos a través del ensayo Marshall encontrándose que los datos hallados son precisos y confiables.

Se evaluó que el costo de elaboración de la mezcla bituminosa adicionada con PEAD es mayor en un 10.39% en comparación con los de la mezcla convencional.

Se determinó que el diseño más recomendable de mezcla bituminosa adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo es el de 0.25% de PEAD, 5.73% de Asfalto, 37.80% de agregado grueso y 56.23% de agregado fino.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda usar partículas de polímeros PEAD con un tamaño máximo nominal de 5 mm en las futuras investigaciones concernientes al tema ya que tamaños menores de plástico asegura que haya una correcta adherencia entre los agregados y el asfalto.

Es beneficioso utilizar tanto los agregados gruesos como finos de la Cantera Tres Tomas puesto que estos han demostrado encontrarse dentro de los valores indicados en la normativa nacional vigente.

Es recomendable adicionar Polietileno de Alta Densidad a la mezcla asfáltica pues, aunque disminuye en pocos porcentajes la estabilidad de la mezcla, esta aún es superior al mínimo exigido por la normativa nacional vigente.

Se puede adicionar Polietileno de Alta Densidad a la mezcla asfáltica pues con respecto a su fluidez, aunque disminuye en pocos porcentajes la fluidez de la mezcla, esta aún se encuentra en los valores normatizados en el Perú.

Desde un punto de vista estadístico, es recomendable usar Polietileno de Alta Densidad ya que los resultados de su adición a la mezcla asfáltica son precisos y confiables, además, para futuras investigaciones se recomienda usar la fórmula “ $z=500.858+84.871x-115.886y$ ” y “ $z=-1.305+2.521x-0.771y$ ” para conocer la resistencia a la deformación y la fluidez de la mezcla con respecto al contenido de asfalto y PEAD respectivamente.

Se sugiere tener en cuenta los costos al usar PEAD en la elaboración de pavimentos flexibles ya que su uso aumenta el costo de elaboración de la mezcla bituminosa en un 10,39% por m³ además de que se pueden reciclar hasta 230 botellas de plástico PEAD.

Se recomienda utilizar el diseño de mezcla 0.25% de PEAD, 5.73% de Asfalto, 37.80% de agregado grueso y 56.23% de agregado fino ya que a 53 través de los

diferentes ensayos estos porcentajes han demostrado tener el mejor rendimiento tanto por su estabilidad como por su flujo.

REFERENCIAS

AKARSH, KV. Plastic-Papercrete Roads. REVISTA INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA EN INGENIERÍA (IJERT) [en línea]. Abril 2020, n.º5. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.ijert.org/plastic-papercrete-roads> ISSN: 2278-0181

ALGALITA MARINE RESEARCH AND EDUCATION. How much plastic is in the ocean? You tell me [en línea]. 1.a ed. Estados Unidos: AMRE, 2017. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/269724527_How_much_plastic_is_in_the_ocean_You_tell_me. ISBN: 9780510145372.

ALI, Shaban. Performance of asphalt mixture with nanoparticles. Nanotechnology in Eco-efficient Construction [en línea]. Enero 2019, n.º10. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/330670997_Performance_of_asphalt_mixture_with_nanoparticles ISBN: 9780081026410

ANWAR, S.K.W. Experimental investigations on Marshall and Modified Marshall specimens by using Neat bitumen. International Journal of Civil Engineering and Technology [en línea]. Enero 2016, n.º7. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/317027386_Experimental_investigations_on_Marshall_and_Modified_Marshall_specimens_by_using_Neat_bitumen. ISSN: 409-419.

AZMAT, Shaikh, NABEEL, Khan, FAISAL, Shah, DEVENDRA, Shukla, GAURAV, Kale. Use of Plastic Waste in Road Construction. International Journal of Advance Research and Development [en línea]. Mayo 2017, n.º2. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.ijarnd.com/manuscripts/v2i5/V2I5-1146.pdf> ISSN: 1568-5145

BERNAL, C. Metodología de la Investigación [en línea]. 3.a ed. Perú: Editorial Casa Andina, 2016. Fecha de consulta: [23 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/EI-proyecto-de->

investigaci%c3%b3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf. ISBN: 1878769147510.

BENAVIDES, Karina. Pavimentos ecológicos: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de una mezcla densa en caliente (MDC-2) modificada con desechos plásticos. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Colombia: Universidad de Cartagena, 2014. 16 pp.

CHANG, H. Consequences and projections of plastic in the world [en línea]. 1.a ed. Estados Unidos: Greenway Magazine, 2018. Fecha de consulta: [23 de abril de 2021]. Disponible en: <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>. ISBN: 4751365147691.

ELÍAS, Zubeida. Análisis de la incorporación del PET y PEAD en la flexibilidad y resistencia a la deformación en un pavimento ecológico. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2017. 25 pp.

GEYER Robert. Lito's Last Chance. Tesis (Doctor en Ingeniería Ambiental). Estados Unidos: University of Liverpool, 2017. 8 pp.

GÓMEZ, Carolina. Importancia de la investigación en la Ingeniería Civil. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Panamá: Universidad Tecnológica de Panamá, 2016. 7 pp.

KENSINGTON, L. Methodology of investigation [en línea]. 4.a ed. Canadá: Julliard Paper, 2016. Fecha de consulta: [23 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pca.1268>. ISBN: 7193736514227.

LEVOY, Franck, GARESTIER, Franck, FROIDEVAL, Laurent, MONFORT, Olivier, POUILLAIN, Emilie. Contributions of Airborne Topographic LiDAR to the Study of Coastal Systems. Land Surface Remote Sensing in Urban and Coastal Areas [en línea]. Diciembre 2016, n.º13. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021].

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/308603250_Contributions_of_Airborne_Topographic_LiDAR_to_the_Study_of_Coastal_Systems. ISSN: 5647-3218

LOPEZ, Fernando. Uso de plástico en las carreteras de Lima. Tesis (Bachiller en

Ingeniería Civil). Perú: Universidad de Lima, 2017. 33 pp.

MARABATHINA, Maheshwara Rao. Investigation on Properties of PET and HDPE Waste Plastic Concrete. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology [en línea]. Marzo 2018, n.º6. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/325785819_Investigation_on_Properties_of_PET_and_HDPE_Waste_Plastic_Concrete. ISSN: 2321-9653

MASHAAN, Nuha & CHEGENIZADEH, Amin, NIKRAZ, H., REZAGHOLILOU, Alireza. Investigating the engineering properties of asphalt binder modified with waste plastic polymer. Ain Shams Engineering Journal [en línea]. Enero 2021, n.º. 4. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/348619365_Investigating_the_engineering_properties_of_asphalt_binder_modified_with_waste_plastic_polymer

MENARIA, Yash y SANKHLA, Rupal. (2015). Use of Waste Plastic in Flexible Pavements-Green Roads. Open Journal of Civil Engineering [en línea]. Enero 2015, n.º5. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/282962310_Use_of_Waste_Plastic_in_Flexible_Pavements-Green_Roads ISSN:299-311

MILENA, D., HEREDIA, M., MAURICIO, D. and OROZCO, C., (2009).

DESARROLLO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA UTILIZANDO RESIDUOS PLÁSTICOS. [en línea]. S.I.: Disponible en:

https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/343/DianaMilena_MetauteHeredia_2009.pdf.

MINAM. Cifras del mundo y el Perú [en línea]. GNP. 15 de diciembre de 2017.

[Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en:

<https://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/#:~:text=Aproximadamente%2099%25%20de%20aves%20habr%C3%A1n,encntrar%C3%A1n%20en%20peligro%20de%20extinci%C3%B3n>.

MTC. Manual de Ensayos de Materiales [en línea]. GNP. 15 de diciembre de 2016. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

MUNDHE, Ms, DHAWALE, Arun. An Overview of Use of Waste Plastic In Road Construction. Journal of Advances and Scholarly Researches in Allied Education [en línea]. Abril 2018, n.º2. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2016.11.001> ISSN 2230-7540

NAVARRO, José. Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Señor de Sipán, 2017. 9 pp.

ÑAUPAS, Humberto, MEJÍA, Elías, NOVOA, Eliana, VILLAGÓMEZ, Alberto. Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. Ediciones de la U [en línea]. Abril 2014, n° 4. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/03/Metodologia-de-la-investigacion-Naupas-Humberto.pdf> ISBN: 978-958-762-188-4 ISSN: 1727-6546

PÉREZ, Jorge. ¿Cómo se viene dando el reciclaje de residuos en Chiclayo?, 2019. (Bachiller en Economía). Perú: Universidad de Chiclayo, 2019. 12 pp.

PRATIKSHA, Singh, YADAV, R. K. Use of Plastic Waste in Bituminous Road Construction. IJSTE - International Journal of Science Technology & Engineering [en línea]. Abril 2016, n° 10. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://www.ijste.org/articles/IJSTEV2I10131.pdf> ISSN: 2349-784X

PUNITHA, V., SAKTHIESWARAN, N., GANESH, Babu. Experimental investigation of concrete incorporating HDPE plastic waste and metakaolin. Materials Today: Proceedings [en línea]. Mayo 2021, n.º2. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.288>. ISSN 2214-7853

RAMÍREZ, Marco. Evaluación de compatibilidad de mezclas asfálticas, utilizando agregados de la cantera San Martín con cemento asfáltico PEN 60/70 y emulsión asfáltica CSS-1HP. Pueblo Continente [en línea]. Febrero 2016, n.º2. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en:

<http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/696>. ISSN: 3546-6466

ROCHA, Yula. From Plastic to Pavement. Standford Social Innovation Review [en línea]. Verano 2020, n.º4. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: https://ssir.org/articles/entry/from_plastic_to_pavement ISSN: 5287-1854

RODRÍGUEZ, Emanuel. Diseño de mezcla asfáltica con plástico reciclado para innovar el proyecto ciclovial prolongación av. Bolognesi hasta carretera Pimentel. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2020. 10 pp.

SANDEEP, Singh. Experimental Study on Use of Waste Hdpe, Ldpe and Chloroprene Rubber in Bituminous Concrete. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) [en línea]. Junio 2019, n.º1. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en:

<https://www.researchgate.net/publication/337918903> ISSN: 2278-3075

SANTANA, G., BRASILEIRO, C., AZAREDO, G., FERREIRA, Heber, NEVES, Gelmires, SIVINI, Heber. A comparative study of particle size distribution using analysis of variance for sedimentation and laser diffraction methods. Cerâmica [en línea]. Setiembre 2019, n.º17. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021].

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/335535920_A_comparative_study_of_particle_size_distribution_using_analysis_of_variance_for_sedimentation_and_laser_diffraction_methods. ISSN: 2418-1657

SANTOS, João, PHAM, A., STASINOPOULOS, P., GIUSTOZZI, Filippo. Recycling waste plastics in roads: A life-cycle assessment study using primary data [en línea]. Agosto 2020, n.º. 2. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021].

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/343789799_Recycling_waste_plastics_in

_roads_A_life-cycle_assessment_study_using_primary_data ISSN: 6547-5953

SAZZADUL, Haque. Sustainable use of plastic brick from waste PET plastic bottle as building block in Rohingya refugee camp: a review. Environmental Science and Pollution Research [en línea]. Diciembre 2019, n.º1. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/337547542_Sustainable_use_of_plastic_brick_from_waste_PET_plastic_bottle_as_building_block_in_Rohingya_refugee_camp_a_review ISSN: 36163-36183

TERRONES, César. La investigación científica en la ingeniería civil. (Magíster en Psicología). Perú: Universidad Señor de Sipán, 2018. 11 pp.

TORRES, Paul. Acerca de los enfoques cuantitativo y cualitativo en la investigación educativa cubana actual. Atenas [en línea]. Marzo 2019, n.º34. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en:

<http://atenas.umcc.cu/index.php/atenas/article/view/194> ISSN: 1657-9977

TREAT Jason Williams y RYAN T. The history of plastic and his immeasurable use. (Bachiller en Ingeniería Ambiental). Estados Unidos: University of California, 2018. 5 pp.

UMAR, Hayat, ABDUR, Rahim, AMMAD, Hassan y ZIA UR, Rehman. Use of plastic wastes and reclaimed asphalt for sustainable development. THE BALTIC JOURNAL OF ROAD AND BRIDGE ENGINEERING [en línea]. Febrero 2020, n.º1. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en:

<https://pdfs.semanticscholar.org/4de3/ef4100563ad035e60fe6a74d63c1ce6f6545.pdf> ISSN: 182-196

VAIDYA, Unique, BOORA, Amardeep. Effect of waste materials on properties of bitumen mix: A Review Study. Proceedings of National Conference: Advanced Structures, Materials and Methodology in Civil Engineering [en línea]. Noviembre 2018, n.º1. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/331197246_Effect_of_waste_materials_on_properties_of_bitumen_mix_A_Review_Study ISSN: 5465-3216

VARGAS, Zoila. LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA CIENTÍFICA. Revista Educación [en línea]. Diciembre 2018, n.º1. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/download/538/589/0>. ISSN: 0379-7082

VEGA, Henry. Segregación de residuos sólidos en la región de Lambayeque. (Bachiller en Ingeniería Ambiental). Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2018. 9 pp.

YI, Liu, XIAOLEI, Guo, HAIFENG, Lu, XIN, Gong. An Investigation of the Effect of Particle Size on the Flow Behavior of Pulverized Coal. Procedia Engineering [en línea]. Febrero 2015, n.º2. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187770581500171X>. ISSN: 1877-7058

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables, según tipo de variable, 2021.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Diseño de mezcla asfáltica (Variable dependiente)	El diseño de una mezcla asfáltica según Ali (2019) es un cálculo que se realiza tanto a nivel de gabinete como de laboratorio con el fin de encontrar los porcentajes adecuados de los componentes presentes en un pavimento flexible, los cuales son los agregados pétreos y el ligante hidrocarburo para que de este modo se obtenga como resultado una mezcla asfáltica que cumpla con la normatividad	Para la medición de la variable Diseño de mezcla asfáltica se emplearon un conjunto de ensayos por el método Marshall donde se buscó obtener sus propiedades mecánicas tales como su estabilidad y flujo además de sus propiedades físicas.	Propiedades mecánicas	Estabilidad	Razón
				Flujo	Razón
			Propiedades físicas	Análisis Granulométrico por Tamizado.	Razón
				Límite Líquido.	
				Límite Plástico.	
Contenido de humedad.					

vigente (p. 9).

Sales Solubles en
agregados gruesos y
finos.

Abrasión Los
Ángeles.

Partículas
fracturadas del
agregado grueso.

Durabilidad al
Sulfato de Sodio y
Sulfato de Magnesio.

Absorción en
agregados gruesos.

Absorción en
agregados finos.

<p>Adición de PEAD (Variable independiente)</p>	<p>La adición de PEAD es una acción que consiste en añadir polietileno de alta densidad al material asfáltico por medio de un proceso manual hasta que se convierten en una sola mezcla con el propósito de aumentar tanto sus propiedades mecánicas como las físicas y de esta forma conseguir que esta tenga un comportamiento satisfactorio (Stoikes, 2017, p. 3).</p>	<p>La variable Adición de PEAD se midió de acuerdo con la granulometría de sus partículas de polímeros en los porcentajes 0.25, 0.50, 0.75, 1, 1.25 y 1.50%</p>	<p>Propiedades físicas</p>	<p>Granulometría</p>	<p>Intervalo</p>
---	---	---	----------------------------	----------------------	------------------

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, según datos a recolectar.

DATOS POR RECOLECTAR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
<p>Ensayos de Mecánica de Suelos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Límite Líquido (ASTM D-4318, MTC E 110) - Límite Plástico (ASTM D-4318, MTC E 111) - Contenido de humedad (ASTM D-2216, MTC E 108) - Sales Solubles en agregados gruesos y finos (MTC E-219) - Abrasión Los Ángeles (ASTM C-131, MTC E-207) - Partículas fracturadas del agregado grueso (ASTM D-5821, MTC E-210) - Durabilidad al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio (MTC E-209) - Determinación del porcentaje de adherencia (NTP 400.019, MTC E-207) - Índice de durabilidad del agregado grueso y fino (MTC E-214) - Porcentaje de partículas chatas y alargadas en los agregados (NTP 400.040, MTC E-223) - Equivalente de arena (NTP 339.146, MTC E-114) 	Observación	Formato de laboratorio

<ul style="list-style-type: none"> - Angularidad del agregado fino (MTC E-222) - Valor de azul de metileno en agregados finos (ASSHTO TP-57) - Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos (MTC E-220) - Arcilla en terrones y partículas desmenuzables (NTP 400.015, MTC E 212) 		
<p>Ensayos de Mezcla asfáltica</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422, MTC E-107) - Absorción en agregados gruesos (MTC E-206) - Absorción en agregados finos (MTC E-205) - Ensayo Marshall (MTC E-504) 	Observación	Formato de laboratorio

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Ensayo de peso específico y absorción de los agregados.

**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	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".			
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70			
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreflafa	RESP. LAB. : S.B.F.		
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. : C.A.D.S.		
SOLICITANTE	: Dhana Oimy Chung Arriola - Hugo Octavio Puican Barrios	FECHA : Agosto 2021		
DATOS DE LA MUESTRA				
MUESTRA	: M-01			
AGREGADO GRUESO				
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1151.5	1226.3	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	729.6	776.6	
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B (gr)	421.9	449.7	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1145.0	1219.2	
E	Vol. de masa = C - (A - D) (gr)	415.4	442.6	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.714	2.711	2.713
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.729	2.727	2.726
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.756	2.755	2.756
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.57	0.55	0.56 %

Observaciones :


César Díaz Salvedra
 TECNICO LABORATORISTA


Secundario Bernal Fernández
 REG. CH 162276



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 3. Ensayo de peso específico y absorción de los agregados.

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	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".			
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70			
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : S.B.F.		
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. : C.A.D.S.		
SOLICITANTE	: Dhana Oimay Chung Arriola - Hugo Oclavio Puican Barrios	FECHA : Agosto 2021		
DATOS DE LA MUESTRA				
MUESTRA	: M-01			
AGREGADO GRUESO				
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1151.5	1226.3	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	729.6	776.6	
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B (gr)	421.9	449.7	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1145.0	1219.2	
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	415.4	442.6	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.714	2.711	2.713
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.729	2.727	2.726
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.756	2.755	2.756
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.57	0.56	0.56 %

Observaciones :


César A. Díaz Salvedra
 TÉCNICO LABORATORISTA


Secundino Blasco Fernández
 REG. COG 162276



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 4. Ensayo de abrasión (máquina de los ángeles).

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

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

(NTP 400.019, MTC E - 207)

PROYECTO : "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".					
DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70		RESP. LAB. : S.B.F.			
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe		TEC. LAB. : C.A.D.S.			
MATERIAL : Grava Chancada T. Máx. 3/4"		FECHA : Agosto 2021			
SOLICITANTE : Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios					
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"	N°4				
N°4	N°8				
PESO TOTAL			5000		
PESO RETENIDO EN TAMIZ N°12			3916		
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO			1084		
N° DE ESPERAS			11		
PESO DE LAS ESPERAS			4532		
TIEMPO DE ROTACIONES (m)			15		
% DE DESGASTE			21.7		

Observaciones :



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 5. Ensayo de afinidad agregado - bitumen.

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.

ENSAYOS DE AFINIDAD AGREGADO - BITUMEN

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ADHERENCIA

(ASTM D1664)

PROYECTO : "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".										RESP. LAB. : S.S.P. TEC. LAB. : C.A.D.S.			
DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70													
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe													
MATERIAL : Grava Chancada T. Máx. 3/4"													
SOLICITANTE : Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios										FECHA : Agosto 2021			
MATERIAL	METODO DE ENSAYO	ESPECIFICACION	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA								ASFALTO TEMPERATURA 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 PASIVA ESTA REFERIDA AL PORCENTAJE DE REVESTIMIENTO OBSERVADO LUEGO DE CULMINADO EL ENSAYO



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 6. Ensayo de durabilidad 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.

INDICE DE DURABILIDAD AGREGADO GRUESO

(MTC 214)

PROYECTO : "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".				TEC. LAB. : C.A.D.S.		
MATERIAL : Grava Chancada T. Máx. 3/4"				FECHA : Agosto 2021		
SOLICITANTE : Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios						
DATOS DE LA MUESTRA						
MUESTRA : M-01						
DATOS DEL ENSAYO						
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"	Nº 4		910	900		
DESCRIPCION				IDENTIFICACION		
Nº DE ENSAYO				1	2	Promedio
Hora de entrada a decantación				09:42	09:44	
Hora de salida de decantación (mas 20')				10:02	10:04	
Altura máxima de material fino (pulg.0.1")				1.83	1.84	
Índice de Durabilidad (De la tabla)				46.5	46.7	46.6

Observaciones :

CÉSAR A. DÍAZ SALVEDRA
 TÉCNICO LABORATORISTA

Secundino Burgos Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 182074



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 7. Ensayo de porcentaje de partículas chatas y alargadas en los agregados.

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



PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN LOS AGREGADOS

(NTP 400.040, MTC 223)

PROYECTO : "Diseño de mezcla asfáltica adionada con Poliétileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".						
DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70						
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe						
MATERIAL : Grava Chancada T. Máx. 3/4"						
SOLICITANTE : Dhana Olmy Chung Ariola - Hugo Octavio Pulcan Barrios						
RESP. LAB. : S.B.F.						
TEC. LAB. : C.A.D.S.						
FECHA : Agosto 2021						
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	RETENDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	3678.0	97.0	2.64	64.7	171
1/2"	3/8"	2005.0	112.0	5.59	35.3	197
		5683.0			100.0	368
PORCENTAJE PARTICULAS CHATAS (IE / ID) =				3.7 %		
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	RETENDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	3678.0	87.0	2.37	64.7	153
1/2"	3/8"	2005.0	78.0	3.89	35.3	137
		5683.0			100.0	290
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA (IE / ID) =				2.9 %		

% PARTICULAS CHATAS + % PARTICULAS ALARGADAS = 6.6 %

Observaciones :


Cesar A. GÓMEZ
 TÉCNICO LABORATORISTA


Encarnación Barrantes
 T.M.C. E.S.



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 8. Ensayo de partículas fracturadas en el 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



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

PROYECTO : "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".						
DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70						
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe				RESP. LAB. : S.B.F.		
MATERIAL : Grava Chancada T. Máx. 3/4"				TEC. LAB. : C.A.D.S.		
SOLICITANTE : Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios				FECHA : Agosto 2021		
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 FRACTURADA S
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	3675.0	3675.0	100.00	64.7	6472
1/2"	3/8"	2005.0	2005.0	100.00	35.3	3525
		5683.0			100.0	10000
% DE DOS O MAS CARAS FRACTURADAS (ΣE / ΣD) =				100.0 %		
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 FRACTURADA S
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	3675.0	3675.0	100.00	64.7	6472
1/2"	3/8"	2005.0	2005.0	100.00	35.3	3525
		5683.0			100.0	10000
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA (ΣE / ΣD) =				100.0 %		

Observaciones :



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 9. Ensayo de contenido de sales solubles en los suelos.

**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 : "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".					
DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70					
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe				RESP. LAB. : S.B.F.	
MATERIAL : Grava Chancada T. Máx. 3/4"				TEC. LAB. : C.A.D.S.	
SOLICITANTE : Dhana Oimay Chung Arriola - Hugo Octavio Puican Barrios				FECHA : Agosto 2021	
DATOS DE LA MUESTRA					
MUESTRA : M-01					
DATOS DEL ENSAYO					
MUESTRA	IDENTIFICACION				Promedio
	1	2			
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	58.73	91.84			
(2) Peso Tarro + agua + sal	101.99	142.84			
(3) Peso Tarro Seco + sal	58.74	91.86			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.01	0.02			
(5) Peso de Agua (2-3)	43.25	50.98			
(6) Porcentaje de Sal	0.03 %	0.03 %			0.03 %

Observaciones :


 E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Cesar A. Diaz Salvadora
 TÉCNICO LABORATORISTA


 E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Rueda Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. C.O.C. 163276



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 10. Ensayo de gravedad específica y absorción de los agregados.

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 Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NTP 400.021, MTC E 205)

PROYECTO	"Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".			
DESCRIPCION	Cemento Asfáltico Pen 60/70			
MATERIAL	Tres Tomas - Ferreñafe		RESP. LAB. : S.B.F.	
PROCEDENCIA	Arena Chancada + Arena Zarandeada		TEC. LAB. : C.A.D.S.	
SOLICITANTE	Dhana Oimychung Arriola - Hugo Octavio Puican Barrios		FECHA : Agosto 2021	
DATOS DE LA MUESTRA				
MUESTRA	: M-01			
AGREGADO FINO				
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0	
B	Peso Frasco + agua	701.2	705.3	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	1001.2	1005.3	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	666.5	690.5	
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	114.7	114.8	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	296.56	296.61	
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	111.3	111.4	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.566	2.564	2.565
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.616	2.613	2.614
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.665	2.662	2.664
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.16	1.14	1.15 %

Observaciones :

CONCHA DÍAZ SEVREDRA
 TÉCNICO LABORATORISTA

Secundino Buzco Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 48979



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 11. Ensayo de 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 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

EQUIVALENTE DE ARENA

(NTP 339.146, MTC E 114)

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
MATERIAL	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : S.B.F.	
PROCEDENCIA	: Arena Chancada + Arena Zarandeada	TEC. LAB. : C.A.D.S.	
SOLICITANTE	: Dhana Oimyr Chung Arriola - Hugo Octavio Puican Barrios	FECHA : Agosto 2021	

DATOS DE LA MUESTRA

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

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	01	02	03			
HORA DE ENTRADA	08:30	08:32	08:34			
HORA DE SALIDA	08:40	08:42	08:44			
HORA DE ENTRADA	08:42	08:44	08:46			
HORA DE SALIDA	09:02	09:04	09:06			
ALTURA DE NIVEL						
MATERIAL FINO (A)	4.9	5.0	5.1			
ALTURA DE NIVEL						
ARENA (B)	3.0	3.1	3.2			
EQUIVALENTE DE ARENA (B x 100/A)	61.22 %	62.00 %	62.75 %			
PROMEDIO:	62.0 %					

Observaciones :

CONCHA-DIEZ SIBVEDRA
 TÉCNICO LABORATORISTA

Segundo Blasco Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. DIR. 122278



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 12. Ensayo angularidad 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

ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO
(MTC E 222)

PROYECTO : "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".					
DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70					
MATERIAL : Tres Tomas - Ferrefalte				RESP. LAB. : S.B.F.	
PROCEDENCIA : Arena Chancada + Arena Zarandeada				TEC. LAB. : C.A.D.S.	
SOLICITANTE : Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios				FECHA : Agosto 2021	
DATOS DE LA MUESTRA					
MUESTRA : M-01					
DATOS DEL ENSAYO					
ENSAYO	Nº	1	2	3	
PESO DEL AGREGADO FINO + MOLDE	gr.	247.80	246.10	247.56	
PESO DEL MOLDE	gr.	106.60	106.60	106.60	
PESO DEL AGREGADO FINO	(w)	139.20	139.50	138.96	
VOLUMEN DEL CILINDRO	(v)	105.29	105.29	105.29	
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE AGREGADO FINO	γ_{sa}	2.664	2.664	2.664	
VACÍOS NO COMPACTADOS	%	50.4	50.3	50.5	
PROMEDIO	%	50.4			

Observaciones :


 S.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Cesar A. Diaz Srivedra
 TÉCNICO LABORATORISTA


 S.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Buzo Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. Nº 18278



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 13. Ensayo de valor de azul de metileno en agregados finos y en llenantes minerales.

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

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

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".				
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70				
MATERIAL	: Tres Tomas - Ferreñafe			RESP. LAB. : S.B.F.	
PROCEDENCIA	: Arena Chancada + Arena Zarandeada			TEC. LAB. : C.A.D.S.	
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios			FECHA : Agosto 2021	
DATOS DE LA MUESTRA					
MUESTRA	: M-01				
DATOS DEL ENSAYO					
MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO (mg/gr)	
	:				
PESO DE MATERIAL PASANTE MALLA #200 (gr)	:	10.9	11.0	10.9	
AGUA DESTILADA (ml)	:	30.0	30.0	30.0	
PESO DE MATERIAL PASANTE MALLA #200 + AGUA	:	40.9	41.0	40.9	
SOLUCION AZUL DE METILENO	:	0.5	0.5	0.5	
SOLUCION AZUL DE METILENO REQUERIDA EN LA TITULACION (ml)	:	34.3	35.2	34.5	
VALOR DE AZUL DE METILENO (mg/gr)	:	1.57	1.60	1.58	1.59

Observaciones:


 Cesar A. Diaz Selvedra
 TECNICO LABORATORISTA


 Secundino Busto Fernandez
 REG. CIR 133274



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 14. Ensayo de 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



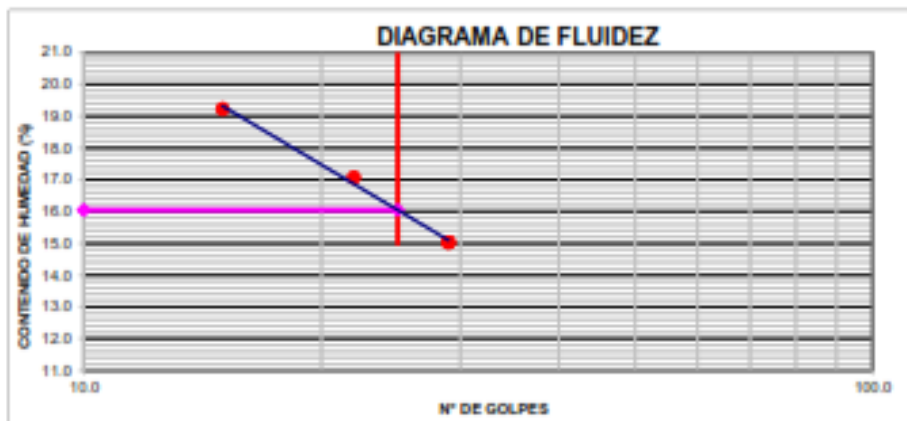
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

LIMITES DE CONSISTENCIA MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°40

(NTP 339.129, MTC E - 110, MTC E 111)

PROYECTO : "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".				
DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70				
MATERIAL : Tres Tomas - Penafale RESP. LAB. : S.B.F.				
PROCEDENCIA : Arena Chancada + Arena Zarandeada			TEC. LAB. : C.A.D.S.	
SOLICITANTE : Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios			FECHA : Agosto 2021	
DATOS DE LA MUESTRA				
MUESTRA : M-01				
DATOS DE ENSAYO				
LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	0	30	15	
TARRO + SUELO HUMEDO	35.75	36.42	40.53	
TARRO + SUELO SECO	32.96	35.67	37.90	
AGUA	2.79	2.75	2.63	
PESO DEL TARRO	16.45	19.56	20.41	
PESO DEL SUELO SECO	14.51	16.11	17.49	
% DE HUMEDAD	19.23	17.07	15.04	
N° DE GOLPES	15	22	29	
LIMITE PLASTICO				
N° TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
LL :	16.1	%	LP :	NP %
			IP :	NP %



Observaciones :



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 15. Ensayo de índice de durabilidad agregado fino.

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.

INDICE DE DURABILIDAD AGREGADO FINO
(MTC E 214)

PROYECTO : "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".						
DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70						
MATERIAL : Tres Tomas - Ferreñafe				RESP. LAB. : S.B.F.		
PROCEDENCIA : Arena Chancada + Arena Zarandeada				TEC. LAB. : C.A.D.S.		
SOLICITANTE : Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios				FECHA : Agosto 2021		
DATOS DE LA MUESTRA						
MUESTRA : M-01						
DATOS DEL ENSAYO						
TAMAÑOS DE MALLAS				Agitación Muestra	Contenido de	Muestra Lata
PASA	RETENIDO		PESO (gr.)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)	(ml.)
# 4	N°200		500		1000.0	85
DESCRIPCION				IDENTIFICACION		
N° DE ENSAYO				1	2	Promedio
Hora de entrada a saturación				10:39	10:41	
Hora de salida de saturación (mas 10')				10:49	10:51	
Hora de entrada a decantación				10:51	10:53	
Hora de salida de decantación (mas 20')				11:11	11:13	
Altura máxima de la arcilla (pulg.0.1")				5.36	5.42	
Altura máxima de la arena (pulg.0.1")				3.10	3.11	
Índice de Durabilidad (Df = L.arena/L.arcilla*100)				57.8	57.4	57.6

Observaciones :



EMP SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Cesar A. Diaz Saevedra
TÉCNICO LABORATORISTA



EMP SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Blandi Fernandez
ING. CIVIL



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 16. Ensayo de límites de consistencia material pasante de la malla N° 200.

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

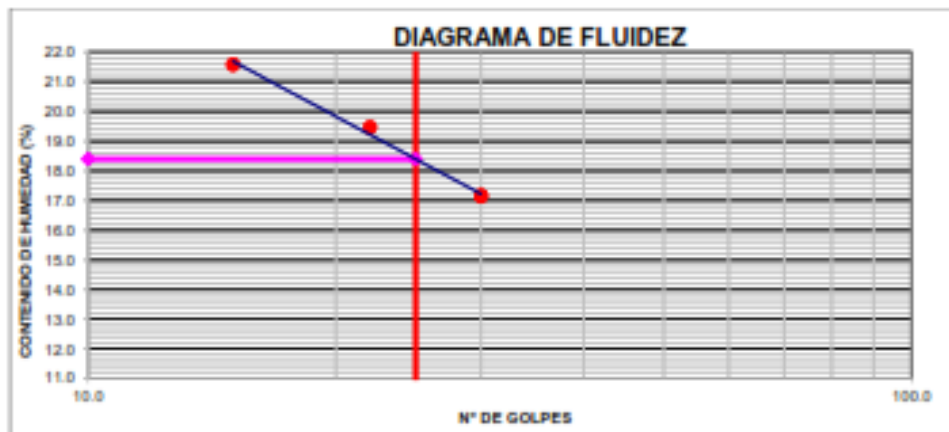
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com



LIMITES DE CONSISTENCIA MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200
(NTP 339.129 MTC E - 110, MTC E 111)

PROYECTO : "Diseño de mezcla asfáltica adionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".				
DESCRIPCION : Cemento Asfáltico Pen 60/70				
MATERIAL : Tres Tomas - Ferretale			RESP. LAB. : S.B.F.	
PROCEDENCI : Arena Chancada + Arena Zarandeada			TEC. LAB. : C.A.D.S.	
SOLICITANTE : Dhana Olmy Chung Ariola - Hugo Octavio Pulcan Bartos			FECHA : Agosto 2021	
DATOS DE LA MUESTRA				
MUESTRA : M-01				
DATOS DE ENSAYO				
LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	33	1	13	
TARRO + SUELO HUMEDO	41.26	34.82	37.49	
TARRO + SUELO SECO	37.58	31.84	34.87	
AGUA	3.68	2.78	2.62	
PESO DEL TARRO	20.53	17.56	18.23	
PESO DEL SUELO SECO	17.05	14.28	16.44	
% DE HUMEDAD	21.58	19.47	17.15	
N° DE GOLPES	15	22	30	
LIMITE PLASTICO				
N° TARRO	20	24		
TARRO + SUELO HUMEDO	20.42	19.54		
TARRO + SUELO SECO	19.31	18.52		
AGUA	1.11	1.02		
PESO DEL TARRO	12.48	12.23		
PESO DEL SUELO SECO	6.83	6.29		
% DE HUMEDAD	16.25	16.22		
LL : 18.4 % LP : 16.2 % IP : 2.2 %				



Observaciones :



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 17. Ensayo de adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos fino (procedimiento Riedel – Weber).

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



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

PROYECTO		: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION		: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
MATERIAL		: Tres Tomas - Ferreñafe	
PROCEDENCIA		: Arena Chancada + Arena Zarandeada	
SOLICITANTE		: Dhana Oimay Chung Arriola - Hugo Octavio Puican Barrios	
		RESP. LAB. : S.B.F.	
		TEC. LAB. : C.A.D.S.	
		FECHA : Agosto 2021	
DATOS DE LA MUESTRA			
MUESTRA		: M-01	
DATOS DEL ENSAYO			
DENOMINACION		DESPRENDIMIENTO ARIDO - ASFALTO	RESULTADOS
AGUA DESTILADA		0	NULO
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
		PARCIAL:	6
		TOTAL:	10

Observaciones :


SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 C. **OSCAR A. ERREZ SAIVEDRA**
 TÉCNICO LABORATORISTA


SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundario Diego Ferrandier
 ING. CIV. 15278



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 18. Ensayo de contenido de sales solubles en los suelos.

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	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".				
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70				
MATERIAL	: Tres Tomas - Ferreñafe			RESP. LAB. : S.B.F.	
PROCEDENCIA	: Arena Chancada + Arena Zarandeada			TEC. LAB. : C.A.D.S.	
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios			FECHA : Agosto 2021	
DATOS DE LA MUESTRA					
MUESTRA	: M-01				
DATOS DEL ENSAYO					
	IDENTIFICACION				Promedio
MUESTRA	1	2			
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	105.76	124.91			
(2) Peso Tarro + agua + sal	148.09	174.91			
(3) Peso Tarro Seco + sal	105.79	124.94			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.03	0.03			
(5) Peso de Agua (2-3)	42.30	49.97			
(6) Porcentaje de Sal	0.04 %	0.03 %			0.04 %

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Cosma Díaz Sobredra
 TECNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Burgos Fernandez
 REG. CIR. 180378



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 19. Ensayo de 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)

f Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
whatsapp 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	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
MATERIAL	: San Martín y Buaner	RESP. LAB. : S.B.F.
PROCEDENCIA	: Agregado Global	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Oimychung Arriola - Hugo Octavio Puican Barrios	FECHA : Agosto 2021

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			999.8	gr.
Porcentaje de Terrones de arcilla			0.002	%

Observaciones:



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
César A. Díaz Sievedra
TECNICO LABORATORISTA



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



EMP ASPALTOS
CHICLAYO - PERU

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 20. Análisis granulométrico de partículas de polímeros PEAD.

**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 DE PEAD

(MTC E204 - ABTMC136 - AASHTO T27)

PROYECTO	: Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo.		
DESCRIPCIÓN	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. :	S.B.F.
MATERIAL	: Polietileno de Alta Densidad	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Puican Barrios	FECHA :	Agosto 2021

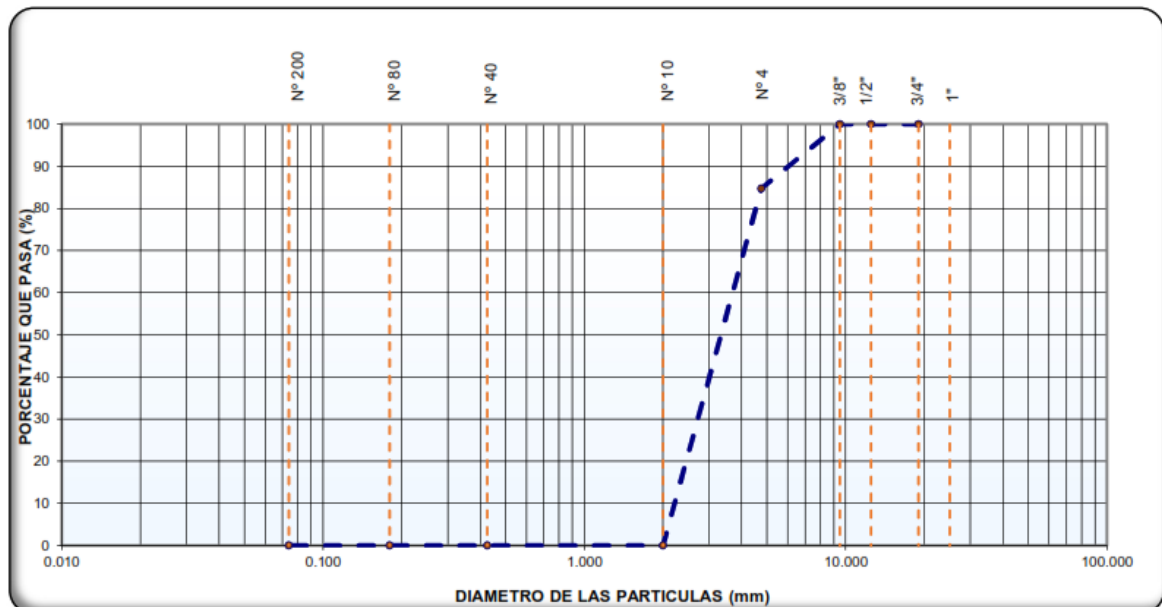
DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandeada	31%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	
1"	25.000					
3/4"	19.000				100.00	
1/2"	12.500	0.0	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.00	100.00	
Nº 4	4.750	152.8	15.28	15.28	84.72	
Nº 10	2.000	847.2	84.72	100.00	0.00	
Nº 40	0.425	0.0	0.00	100.00	0.00	
Nº 80	0.180	0.0	0.00	100.00	0.00	
Nº 200	0.074	0.0	0.00	100.00	0.00	
< Nº 200	FONDO	0.0	0.00	100.00	0.00	

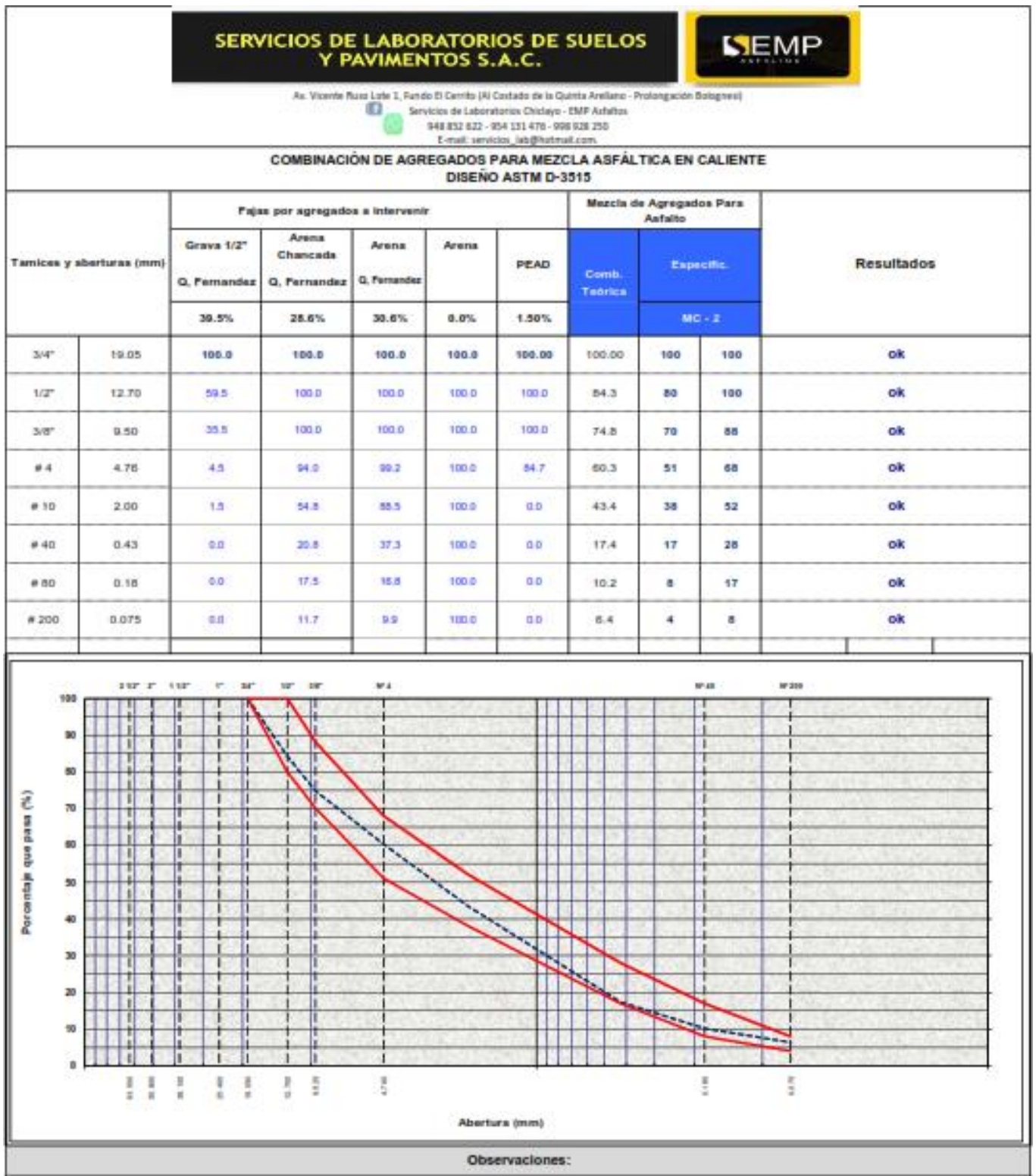
CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 21. Combinación de agregados para mezcla asfáltica en caliente con partículas de polímeros PEAD.



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 22. Gravedad específica de mezcla bituminosa (Ensayo Rice) para asfalto óptimo.

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	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olimy Chung Arriola - Hugo Octavio Puican Barrios	FECHA : Agosto 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
1.- PESO DEL MATERIAL	1206.3	1207.8	1205.9	1206.3	1208.9
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3226.6	3226.6	3226.6	3226.6	3226.6
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4432.9	4434.4	4432.5	4432.9	4435.5
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3947.0	3949.3	3946.4	3946.4	3949.0
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	485.9	485.1	486.1	486.5	486.5
6.- PESO ESPECIFICO MÁXIMO	2.483	2.490	2.481	2.480	2.485
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.483	2.490	2.481	2.480	2.485

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.73	DISEÑO	

Observaciones :

Cesar A. Diaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA



Secundino Burgos Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP 189278

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 23. Dosificación de concreto asfáltico óptimo (asfalto 4.50%).

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

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Persefale	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dñesa Dimy Chung Artale - Hugo Octavio Pulcan Berrios	FECHA: Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
FEN 60/70	

Material	% Muestra	% Diseño
A Grava Triturada	40.20	38.30
B Arena	59.80	57.11
C Asfalto	4.50	

Muestra	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	« N° 200
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Especificaciones	100.00	100.00	98.00	70.00	51.00	35.00	17.00	8.00	4.00	

N°	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.50	4.50	4.50	4.50	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	38.30	38.30	38.30	38.30	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	37.11	37.11	37.11	37.11	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.621	1.621	1.621	1.621	
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.863	2.863	2.863	2.863	
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso específico aparente del PEAD	gr/cc	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1231.2	1230.8	1229.2	1229.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1231.2	1231.2	1230.2	1230.2	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	1011.0	1011.0	1010.0	1010.2	
16	Volumen de la Probeta 14-15	cc	351.7	351.6	350.3	350.3	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.212	2.211	2.213	2.210	2.212
18	Peso específico teórico máximo (Pico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 505)	gr/cc	2.483	2.483	2.483	2.483	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2.65^4)/(2.65^4 + 4^2)(3^4)^2]$	gr/cc	1.177	1.177	1.177	1.177	
20	% de vacios con aire $100(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	10.11	10.13	10.06	10.08	10.09
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $100-2[(3/7)+(4/6)+(5/11)]$	gr/cc	2.639	2.639	2.639	2.639	
22	Peso específico Aparente del agregado total $100-21[(3/8)+(4/10)+(5/11)]$	gr/cc	2.753	2.753	2.753	2.753	
23	Peso específico efectivo del agregado total $3(4) [(3/8-8)+(4/10-10)]$	gr/cc	2.662	2.662	2.662	2.662	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)(22/21)$ (ASTM D 4468, MTC E 511)	%	0.20	0.20	0.20	0.20	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(314/11/21)$	%	80.88	80.84	80.93	80.90	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25*20)$	%	9.81	9.80	9.80	9.82	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	19.12	19.16	19.07	19.08	19.10
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)(3*4)$	%	4.12	4.12	4.12	4.12	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	47.12	47.01	47.27	47.32	47.30
30	Leitura del are.	kg	208	191	192	192	
31	Estabilidad sin consigu (tabla de calibración del anillo)	kg	200.0	200.0	200.0	200.0	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31/32	kg	800	800	821	821	811
34	Leitura del flexómetro (0.01") (35/0.254)	mil.	11	12	11	11	11
34	Fluencia	mm.	2.79	3.02	2.79	2.83	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	310	267.4	300.6	277.2	289.8

Observaciones:



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 24. Dosificación de concreto asfáltico óptimo (asfalto 5.00%).

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

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	RESP. LAB. : S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. : C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	FECHA : Agosto 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados	
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Antola - Hugo Octavio Pulcan Bantos	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	40.20	38.19
B Arena	59.80	56.81

Mezcla	% 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	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0
Especificaciones	100.00	100.00	88-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8	

Nº	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	3.00	3.00	3.00	3.00	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	38.19	38.19	38.19	38.19	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.81	56.81	56.81	56.81	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.583	2.583	2.583	2.583	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.662	2.662	2.662	2.662	2.662
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
12	Altura promedio de la probeta	cm					
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1222.2	1222.2	1222.2	1222.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1226.2	1226.2	1226.2	1226.2	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	690.2	690.2	690.2	690.2	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	332.2	332.2	332.2	332.2	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.293	2.293	2.293	2.293	2.293
18	Peso especifico teorico maximo (Rico) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 ,MTC E 508)	gr/cc	2.490	2.490	2.490	2.490	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100(128)/(3^2)(7^3)+(4^2)(9^3)	gr/cc	1.063	1.063	1.063	1.063	
20	% de vacios con aire 100(1-17/16) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	8.30	7.90	8.21	7.93	8.09
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/(3^2)(7^3)+(4^2)(9^3)	gr/cc	2.633	2.633	2.633	2.633	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/(15^3)+(4^2)(9^3)	gr/cc	2.767	2.767	2.767	2.767	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3^4)/(3^3- 8)+(4^3-10)	gr/cc	2.694	2.694	2.694	2.694	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)(23^2) (ASTM D 4489 , MTC E 511)	%	0.83	0.83	0.83	0.83	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3^4)^17(2)	%	82.72	82.67	82.69	82.62	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	9.29	9.21	9.29	9.22	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	17.68	17.33	17.60	17.36	17.49
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)^3(4)	%	4.20	4.20	4.20	4.20	
29	Relacion betun vacios (26/27)^100	%	51.08	52.60	51.56	52.29	51.78
30	Lectura del aro	kg	200	200	200	200	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	201.0	197.0	197.0	201.0	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 3^1/32	kg	99.0	101.2	104.0	101.7	102.6
34	Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil	12	12	12	12	12
34	Fluencia	m.m.	3.30	3.30	3.03	3.03	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3001	3067	3428	3368	3241

Observaciones :



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 25. Dosificación de concreto asfáltico óptimo (asfalto 5.50%).

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	: Tres Tomas - Ferrefate	RESP. LAB. :	S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Antola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA :	Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	48%
Arenas Chancada	29%
Arenas Zarandeada	30%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	40.20	37.99
B Arena.	59.80	56.51
C Asfalto	5.50	

Mezcla	% Que Pasa el Tamiz										
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	+ Nº 200	
100.0	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0	
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	35-52	17-26	8-17	4-8		

Nº	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	3.30	3.30	3.30	3.30	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.99	37.99	37.99	37.99	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.51	56.51	56.51	56.51	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.736	2.736	2.736	2.736	2.736
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.583	2.583	2.583	2.583	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1200.4	1226.1	1211.2	1206.7	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1232.6	1236.2	1211.2	1231.2	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	704.8	704.4	704.0	704.4	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	327.8	326.0	327.2	327.4	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.531	2.536	2.533	2.534	2.534
18	Peso especifico teorico maximo (Pica) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 /MTC E 508)	gr/cc	2.481	2.481	2.481	2.481	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100(2.65*(3^2)+(7.6)*(4^2)+(9+10))	gr/cc	0.973	0.973	0.973	0.973	
20	% de vacios con aire 100(1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 508)	%	6.02	5.83	5.86	5.94	5.92
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/(37)+(49)/(5/11))	gr/cc	2.633	2.633	2.633	2.633	
22	Peso especifico Aparente del agregado total ((100-21)/(38)+(41)/(5/11))	gr/cc	2.782	2.782	2.782	2.782	
23	Peso especifico efectivo del agregado total ((3+4)/(38-8)+(4/9-10))	gr/cc	2.706	2.706	2.706	2.706	
24	Asfalto abonado por el agregado total 100-8(23-21)/(23*21) (ASTM D 4489 , MTC E 511)	%	1.02	1.02	1.02	1.02	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)/17.21	%	83.61	83.76	83.75	83.69	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25*20)	%	10.37	10.38	10.38	10.38	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	16.39	16.24	16.23	16.31	16.30
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)/(3+4)	%	4.34	4.34	4.34	4.34	
29	Relacion betun vacios (26/27)/100	%	63.23	63.93	63.92	63.63	63.68
30	Leitura del arco.	kg	200	200	200	200	
31	Estabilidad sin corregr (tabla de calibración del anillo)	kg	1233.0	1236.0	1211.0	1231.0	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1233	1236	1211	1231	1237
34	Leitura del flexmetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	11	11	11	11	11
34	Fluencia	mm/mm	3.30	3.36	3.30	3.36	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3661	3294	3636	3470	3664

Observaciones:



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 26: Dosificación de concreto asfáltico óptimo (asfalto 6.00%).

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

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	: Tres Tomas - Ferretale	RESP. LAB. :	S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA :	Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
FEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Dicho	% Que Pasa el Tamiz									
A	B	C	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	« N° 200
Grava Triturada	40.20	37.79										
Arena	59.80	56.21										
Asfalto	6.00											
Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8			

#	Descripción	#	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta						
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.00	6.00	6.00	6.00	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.79	37.79	37.79	37.79	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.21	56.21	56.21	56.21	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (+#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (+#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.736	2.736	2.736	2.736	2.736
9	Peso especifico Bulk de la arena(+#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(+#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1221.3	1222.3	1219.8	1220.4	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1221.9	1224.5	1221.3	1222.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	708.8	708.0	699.4	701.1	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	521.1	524.5	521.8	528.9	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.335	2.330	2.338	2.343	2.336
18	Peso especifico teorico maximo (Pica) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 , MTC E 508)	gr/cc	2.480	2.480	2.480	2.480	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2.65)^3+(2.7)^3+(2.9)^3+(3.0)^3]$	gr/cc	0.896	0.896	0.896	0.896	
20	% de vacios con aire $100[(1-17/18)]$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	5.84	6.01	5.72	5.51	5.77
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/[(3/7)+(4/9)+(5/11)]$	gr/cc	2.635	2.635	2.635	2.635	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]$	gr/cc	2.797	2.797	2.797	2.797	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/[(3P-8)+(4P-10)]$	gr/cc	2.728	2.728	2.728	2.728	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23^2-21^2)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	1.33	1.33	1.33	1.33	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)/17021$	%	83.29	83.13	83.39	83.58	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	10.87	10.85	10.88	10.91	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	16.71	16.87	16.61	16.42	16.65
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)/(3+4)$	%	4.75	4.75	4.75	4.75	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	65.05	64.34	65.34	66.43	65.34
30	Lectura del anillo	kg	784	780	786	780	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1196.0	1221.0	1204.0	1201.0	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1196	1221	1204	1201	1206
34	Lectura del flexómetro (0.01") (35/0.254)	pul.	12	14	14	12	14
34	Fluencia	m.m.	3.30	3.56	3.56	3.30	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3622	3434	3386	3637	3529

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 27: Dosificación de concreto asfáltico óptimo (asfalto 6.50%).

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

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".		
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70		
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreflate	RESP. LAB. :	S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA :	Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandeada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	40.20	37.59
B Arena.	59.80	55.91

	Mezcla	% Que Pasa el Tamiz									
		100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0
	Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8	
C Asfalto	6.50										

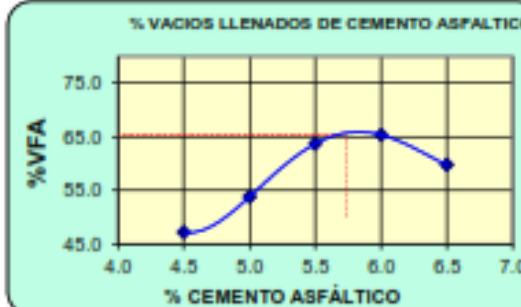
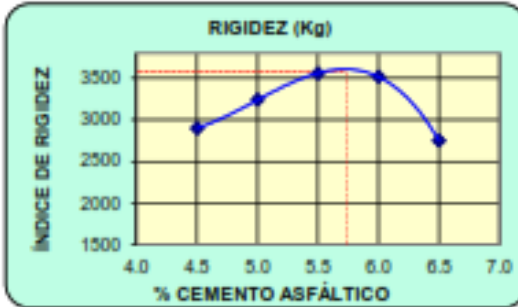
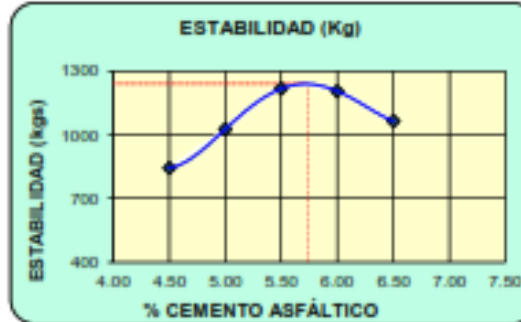
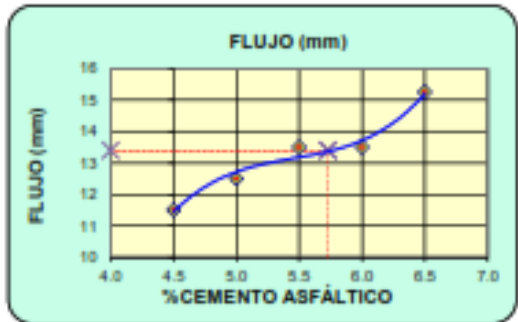
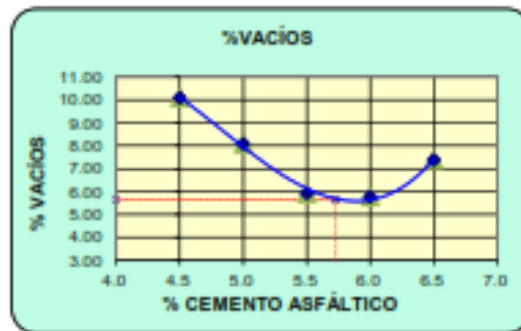
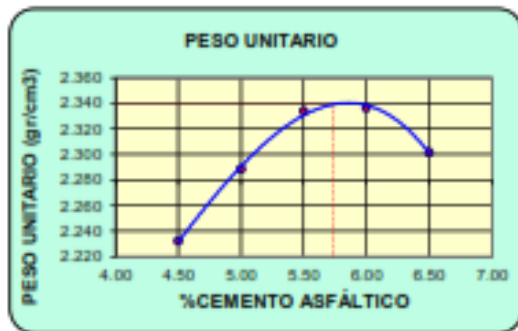
#	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.50	6.50	6.50	6.50	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.59	37.59	37.59	37.59	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.91	55.91	55.91	55.91	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc.	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1732.3	1733.6	1731.5	1736.1	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1734.6	1735.6	1734.2	1733.7	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	699.1	699.0	699.8	699.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	535.5	536.6	534.7	534.2	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc.	2.301	2.299	2.303	2.303	2.301
18	Peso especifico teorico maximo (Ricc) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 ,MTC E 508)	gr/cc.	2.485	2.485	2.485	2.485	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2/6)+(3/2)+(7/8)+(4/2)(9+10)]$	gr/cc.	0.831	0.831	0.831	0.831	
20	% de vacios con aire $100[(1-17/18)]$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	7.39	7.46	7.31	7.33	7.38
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/(3/7)+(4/9)+(5/11)$	gr/cc.	2.635	2.635	2.635	2.635	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/(3/8)+(4/10)+(5/11)$	gr/cc.	2.812	2.812	2.812	2.812	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/(3/8-8)/(4/9-10)$	gr/cc.	2.760	2.760	2.760	2.760	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	1.76	1.76	1.76	1.76	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)/17/21$	%	81.66	81.58	81.73	81.71	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25*20)$	%	10.95	10.94	10.96	10.96	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	18.34	18.42	18.27	18.29	18.33
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)/(3+4)$	%	4.86	4.86	4.86	4.86	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	59.70	59.38	59.98	59.91	59.74
30	Lectura del aro.	kg	261	267	265	267	
31	Estabilidad sin correje (tabla de calibración del aro)	kg	1056.0	1041.0	1075.0	1064.0	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1058	1041	1074	1064	1064
34	Lectura del Reómetro (0.01") $(35 / 0.254)$	psi.	15	15	16	15	15
34	Fluencia	m.m.	3.81	3.81	4.06	3.81	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2777	2732	2643	2845	2749

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 28: Representación gráfica del diseño asfáltico.

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

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	RESP. LAB. :	S.B.P
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. :	C.A.D.S
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	FECHA :	Agosto 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados		
SOLICITANTE	: Dhana Chung Ariola - Hugo Pulcan Barrios		



RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	5.73
Peso Unitario (g/cm²)	2.339
Vacíos (%)	5.7
Vacíos del Agregado mineral (%)	16.4
Vacíos Llenados de C.A (%)	65.5
Flujo (mm)	13.40
Estabilidad (Kg)	1240
Relación Polvo Asfalto	0.68
Rigidez	3580



Fuente: EMP Asfaltos

Anexo 29: Gravedad específica de mezcla bituminosa (Ensayo Rice) para asfalto con 0.00% de PEAD.

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	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferrefafe	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Oimiy Chung Ariola - Hugo Octavio Puican Barrios	FECHA : Agosto 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.73	5.23	5.73	6.23	6.73
1.- PESO DEL MATERIAL	1206.3	1207.8	1205.9	1206.3	1208.9
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3226.6	3226.6	3226.6	3226.6	3226.6
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4432.9	4434.4	4432.5	4432.9	4435.5
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3948.9	3951.1	3947.0	3948.1	3950.6
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	484.0	483.3	485.5	484.8	484.9
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.492	2.499	2.484	2.488	2.493
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.492	2.499	2.484	2.488	2.493

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.73	DISEÑO	

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 Barba Fernández
ING. CIVIL
REG. CIR 180278

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 30: Dosificación de concreto asfáltico en un 4.73% de asfalto y 0.00% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñale	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA: Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Ducto	% 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	40.20	38.30													
B Arena.	59.80	56.97													
C Asfalto	4.73														
D PEAD	0.00														

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8			

	#	1	2	3	4	Prom.
1 Numero de probeta						
2 C.A. en peso de la mezcla	%	4.73	4.73	4.73	4.73	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	38.30	38.30	38.30	38.30	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.97	56.97	56.97	56.97	
5 % polietileno de alta densidad	%	0.00	0.00	0.00	0.00	
6 Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gf/cc.	1.021	1.021	1.021	1.021	
7 Peso especifico Bulk de la grava (+#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gf/cc.	2.713	2.713	2.713	2.713	
8 Peso especifico Aparente de la grava (+#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gf/cc.	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9 Peso especifico Bulk de la arena(+#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gf/cc.	2.585	2.585	2.585	2.585	
10 Peso especifico Aparente de la arena(+#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gf/cc.	2.604	2.604	2.604	2.604	2.604
11 Peso especifico aparente del PEAD	gf/cc.	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12 Altura promedio de la probeta	cm.					
13 Peso de la probeta en el aire	gr.	1720.3	1713.2	1710.7	1708.5	
14 Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1720.5	1721.2	1716.5	1714.2	
15 Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	687.0	686.3	687.1	686.8	
16 Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	538.5	538.9	539.4	534.2	
17 Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gf/cc.	2.277	2.286	2.287	2.305	2.289
18 Peso especifico teorico maximo (Pico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 ,MTC E 508)	gf/cc.	2.492	2.492	2.492	2.492	
19 Maxima densidad teorica de los agregados 100((2/6)+(3/2)(7+8)+(4/2)(9+10))	gf/cc.	1.122	1.122	1.122	1.122	
20 % de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	8.63	8.30	8.24	7.50	8.17
21 Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gf/cc.	2.635	2.635	2.635	2.635	
22 Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gf/cc.	2.760	2.760	2.760	2.760	
23 Peso especifico efectivo del agregado total (3+4).i/(3P- 8)+(4P-10))	gf/cc.	2.684	2.684	2.684	2.684	
24 Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4489 , MTC E 511)	%	0.71	0.71	0.71	0.71	
25 % del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)/17/21	%	82.34	82.64	82.69	83.35	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25*20)	%	9.03	9.07	9.07	9.13	
27 % vacios del agregado mineral 100-25	%	17.66	17.36	17.31	16.65	17.25
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	4.05	4.05	4.05	4.05	
29 Relacion betun vacios (26/27)*100	%	51.34	52.21	52.40	54.94	52.87
30 Lectura del aro.	kg	100	100	100	100	
31 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	805	795	775	763	
32 Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33 Estabilidad corregida 31*32	kg	805	795	775	763	790
34 Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	10	10	11	10	10
34 Fluencia	m.m.	2.54	2.54	2.79	2.54	
35 Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3169	3130	2774	3083	3039

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 31: Dosificación de concreto asfáltico en un 5.23% de asfalto y 0.00% de PEAD.

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

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	RESP. LAB.:	G.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB.:	C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	FECHA:	Agosto 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados		
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios		

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandeada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Dicho
A Grava Triturada	40.20	38.10
B Arena	59.80	56.67
C Asfalto	5.23	
D PEAD	0.00	

% 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	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0	
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8		

	#	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.23	5.23	5.23	5.23
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	38.30	38.10	38.10	38.10
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.67	56.67	56.67	56.67
5	% polietileno de alta densidad	%	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.				
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1276.3	1273.4	1270.7	1270.5
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1236.4	1231.2	1216.4	1215.0
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	697.0	696.1	687.1	679.6
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	536.5	536.9	529.4	536.6
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.377	2.386	2.387	2.378
18	Peso especifico teorico maximo (P _{max}) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 /MTC E 508)	gr/cc	2.499	2.499	2.499	2.499
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2/6)^3+(3/2)^3+(7/8)^3+(4/2)^3+(9/10)^3]$	gr/cc	1.020	1.020	1.020	1.020
20	% de vacios con aire $100[(1-17/18)]$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	8.88	8.54	8.49	8.63
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/[(3/7)+(4/9)+(5/11)]$	gr/cc	2.635	2.635	2.635	2.635
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]$	gr/cc	2.774	2.774	2.774	2.774
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/[(3/3)-5]+(4/9-10)]$	gr/cc	2.738	2.716	2.716	2.716
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/[(23^2*2)]$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	1.16	1.16	1.16	1.16
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)/1702$	%	81.90	82.20	82.25	81.23
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	9.22	9.25	9.26	9.14
27	% vacios del agregado mineral $100-25$	%	18.38	17.80	17.75	18.19
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)/(3+4)$	%	4.13	4.13	4.13	4.13
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	50.95	51.99	52.17	48.70
30	Lectura del amo.	kg	145	140	140	146
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	895.0	921.0	903.0	897.0
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00
33	Estabilidad corregida 31^*32	kg	895	921	903	897
34	Lectura del flexmetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	13	12	13	13
34	Fluencia	m.m.	3.30	3.05	3.30	3.30
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2710	3022	2735	2716

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 32: Dosificación de concreto asfáltico en un 5.73% de asfalto y 0.00% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	RESP. LAB. : S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. : C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferretale	FECHA : Agosto 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados	
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Ducto	% Que Pasa el Tamiz													
A Grava Triturada	40.20	37.90														
B Arena	59.80	56.37														
C Asfalto	5.73		1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200				
D PEAD	0.00															

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8			

#	Descripción	#	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta						
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.73	5.73	5.73	5.73	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.90	37.90	37.90	37.90	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.37	56.37	56.37	56.37	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	g/cc.	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	g/cc.	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	g/cc.	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	g/cc.	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	g/cc.	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	g/cc.	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1700.0	1700.4	1700.1	1700.4	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1704.3	1714.6	1717.4	1710.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	680.4	688.0	687.4	685.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	524.4	526.6	525.0	525.0	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	g/cc.	2.290	2.297	2.301	2.296	2.296
18	Peso especifico teorico maximo (Póice) (ASTM D 2041, AASTHO T 209 MTC E 508)	g/cc.	2.484	2.484	2.484	2.484	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100((2/6)+(3/2)(7+8)+(4/2)(9+10))	g/cc.	0.936	0.936	0.936	0.936	
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	7.80	7.54	7.36	7.56	7.56
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	g/cc.	2.635	2.635	2.635	2.635	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	g/cc.	2.789	2.789	2.789	2.789	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4)/((3/8)-8)+(4/10)-10))	g/cc.	2.721	2.721	2.721	2.721	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	1.22	1.22	1.22	1.22	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)/17/21	%	81.93	82.16	82.33	82.14	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25*20)	%	10.27	10.30	10.32	10.30	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	18.07	17.84	17.67	17.86	17.86
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	4.58	4.58	4.58	4.58	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	56.83	57.74	58.38	57.65	57.65
30	Lectura del aro.	kg	310	307	304	305	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aro)	kg	1363.0	1392.0	1393.0	1383.0	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1368	1392	1395	1385	1389
34	Lectura del Resímetro (0.01") (35/0.254)	mil.	13	12	14	13	13
34	Fluencia	m.m.	3.30	3.05	3.56	3.30	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3952	4259	3581	3892	3861

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 33: Dosificación de concreto asfáltico en un 6.23% de asfalto y 0.00% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Feneñale	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhara Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA: Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Areña Chancada	29%
Areña Zarandada	31%
FEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz									
A Grava Triturada	40.20	37.70	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	« N° 200
B Areña	59.80	56.07										
C Asfalto	6.23											
D PEAD	0.00											

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8	

	#	1	2	3	4	Prom.
1 Numero de probeta						
2 C.A. en peso de la mezcla	%	6.23	6.23	6.23	6.23	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.70	37.70	37.70	37.70	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.07	56.07	56.07	56.07	
5 % polietileno de alta densidad	%	0.00	0.00	0.00	0.00	
6 Peso especifico aparente de cemento asfáltico	g/cc.	1.021	1.021	1.021	1.021	
7 Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	g/cc.	2.713	2.713	2.713	2.713	
8 Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	g/cc.	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9 Peso especifico Bulk de la arena(>#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	g/cc.	2.585	2.585	2.585	2.585	
10 Peso especifico Aparente de la arena(>#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	g/cc.	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11 Peso especifico aparente del PEAD	g/cc.	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12 Altura promedio de la probeta	cm.					
13 Peso de la probeta en el aire	gr.	1220.1	1211.7	1198.2	1205.7	
14 Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1223.0	1215.3	1201.0	1210.1	
15 Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	699.9	697.7	688.0	705.6	
16 Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	523.1	518.1	513.0	505.1	
17 Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	g/cc.	2.332	2.339	2.336	2.307	2.340
18 Peso especifico teorico maximo (%ice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 ,MTC E 508)	g/cc.	2.488	2.488	2.488	2.488	
19 Maxima densidad teorica de los agregados 100/((2/6)+(3/2)+(7/6)+(4/2)+(9/10))	g/cc.	0.865	0.865	0.865	0.865	
20 % de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	6.26	6.61	6.12	4.97	5.62
21 Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/6)+(5/11))	g/cc.	2.635	2.635	2.635	2.635	
22 Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	g/cc.	2.804	2.804	2.804	2.804	
23 Peso especifico efectivo del agregado total (3+4)/(3P- 8)+(4P-10))	g/cc.	2.791	2.791	2.791	2.791	
24 Asfalto absorbido por el agregado total 100-4(23-21)/(23*21) (ASTM D 4489 , MTC E 511)	%	1.63	1.63	1.63	1.63	
25 % del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	83.00	83.23	83.13	84.95	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	10.73	10.76	10.75	10.99	
27 % vacios del agregado mineral 100-25	%	17.00	16.77	16.87	15.05	16.42
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	4.70	4.70	4.70	4.70	
29 Relacion betun vacios (26/27)*100	%	63.16	64.18	63.71	72.98	66.01
30 Lectura del asc.	kg	280	286	281	282	
31 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1223.0	1204.0	1190.0	1210.0	
32 Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33 Estabilidad corregida 31*32	kg	1223	1204	1190	1210	1189
34 Lectura del Reómetro (0.01") (35 / 0.254)	psi.	12	12	12	12	14
34 Fluencia	m.m.	3.50	3.81	3.81	3.50	
35 Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3698	3160	2887	3723	3368

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 34: Dosificación de concreto asfáltico en un 6.73% de asfalto y 0.00% de PEAD.

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

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhara Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA : Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Ducto	% Que Pasa el Tamiz												
A Grava Triturada	40.20	37.49													
B Arena	59.80	55.76													
C Asfalto	6.73		1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	= N° 200			
D PEAD	0.00														

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-85	51-60	38-52	17-20	8-17	4-8			

	#	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.73	6.73	6.73	6.73
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.49	37.49	37.49	37.49
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.76	55.76	55.76	55.76
5	% polietileno de alta densidad	%	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.				
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1710.0	1711.5	1706.5	1709.5
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1711.1	1712.4	1711.1	1711.6
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	895.6	895.8	895.1	891.8
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	516.3	516.6	516.0	520.4
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.344	2.345	2.338	2.324
18	Peso especifico teorico maximo (Pica) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 MTC E 508)	gr/cc	2.493	2.493	2.493	2.493
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100[(2/5)*(3/2)*(7+6)*(4/2)*(5+10)]	gr/cc	0.905	0.905	0.905	0.905
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	6.00	5.93	6.21	6.78
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/(3/7)+(4/6)+(5/11)	gr/cc	2.635	2.635	2.635	2.635
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/(3/8)+(4/10)+(5/11)	gr/cc	2.819	2.819	2.819	2.819
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4)/(3/8-8)+(4/10-10)	gr/cc	2.783	2.783	2.783	2.783
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23/21) (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	2.06	2.06	2.06	2.06
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)/17/21	%	82.96	83.01	82.76	82.27
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	11.05	11.05	11.02	10.96
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	17.04	16.99	17.24	17.73
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)/(3+4)	%	4.81	4.81	4.81	4.81
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	64.82	65.07	63.95	63.79
30	Lectura del aro.	kg	720	721	716	720
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	927.0	927.0	911.0	925.0
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	927	932	911	924
34	Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	15	15	16	15
34	Fluencia	m.m.	3.81	3.81	4.06	3.81
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2433	2446	2242	2428

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 35: Gravedad específica de mezcla bituminosa (Ensayo Rice) para asfalto con 0.25% de PEAD.

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

SEMP
ASFALTOS

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	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Dimy Chung Arriola - Hugo Octavio Puican Barrios	FECHA : Agosto 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.73	5.23	5.73	6.23	6.73
1.- PESO DEL MATERIAL	1203.6	1205.4	1204.8	1204.1	1204.6
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4439.9	4441.7	4441.1	4440.4	4440.9
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3955.8	3956.5	3957.1	3954.4	3955.6
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	484.1	485.2	484.0	486.0	485.3
6.- PESO ESPECIFICO MÁXIMO	2.486	2.484	2.489	2.478	2.482
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.486	2.484	2.489	2.478	2.482

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.73	DISEÑO	

Observaciones :

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



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Burgos Fernández
ING. CIVIL
REG. CIV. 180278

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 36: Dosificación de concreto asfáltico en un 4.73% de asfalto y 0.25% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	RESP. LAB.:	S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB.:	C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	FECHA:	Agosto 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados		
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios		

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandeada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz									
A Grava Triturada	40.20	38.20	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	≠ N° 200
B Arena	59.80	56.82										
C Asfalto	4.73											
D PEAD	0.25											

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8	

N°	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Número de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.73	4.73	4.73	4.73	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	38.20	38.20	38.20	38.20	
4	% de arena: combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.82	56.82	56.82	56.82	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.25	0.25	0.25	0.25	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	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	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso específico Bulk de la arena(>#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso específico Aparente de la arena(>#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso específico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1207.6	1203.0	1210.2	1201.7	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1214.3	1206.0	1221.2	1208.7	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	674.0	676.0	676.0	671.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	540.3	536.6	531.2	537.7	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.235	2.242	2.196	2.238	2.237
18	Peso específico teorico maximo (Pica) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 MTC E 508)	gr/cc	2.486	2.486	2.486	2.486	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100[(2/6)+(3/2)(7/6)+(4/2)(9/10)]	gr/cc	1.125	1.125	1.125	1.125	
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	10.39	9.83	11.69	10.11	10.43
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/(3/7)+(4/9)+(5/11)	gr/cc	2.642	2.642	2.642	2.642	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/(3/8)+(4/10)+(5/11)	gr/cc	2.746	2.746	2.746	2.746	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/(3P- 8)+(4P-10)	gr/cc	2.677	2.677	2.677	2.677	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-4(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.51	0.51	0.51	0.51	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	80.39	80.63	78.97	80.38	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25*20)	%	9.51	9.34	9.34	9.51	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	19.61	19.37	21.03	19.62	19.91
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	4.25	4.25	4.25	4.25	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	48.48	49.25	44.41	48.47	47.65
30	Lectura del are.	kg	172	167	167	171	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	756	760	761	754	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	756	760	761	725	761
34	Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	1	2	10	10	9
34	Fluencia	m.m.	2.03	2.29	2.54	2.54	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3730	3364	3122	2854	3268

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 37: Dosificación de concreto asfáltico en un 5.23% de asfalto y 0.25% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñale	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA: Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Docto	% Que Pasa el Tamiz												
A Grava Triturada	40.20	38.00													
B Arena	59.80	56.52													
C Asfalto	5.23		1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	= Nº 200			
D PEAD	0.25														

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8			

	#	1	2	3	4	Prom.
1 Numero de probeta						
2 C.A. en peso de la mezcla	%	5.23	5.23	5.23	5.23	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	38.00	38.00	38.00	38.00	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.52	56.52	56.52	56.52	
5 % polietileno de alta densidad	%	0.25	0.25	0.25	0.25	
6 Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7 Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8 Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9 Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10 Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11 Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12 Altura promedio de la probeta	cm.					
13 Peso de la probeta en el aire	gr.	1212.9	1211.1	1191.7	1210.5	
14 Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1317.4	1313.9	1195.7	1313.8	
15 Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	664.4	661.0	664.4	670.0	
16 Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	533.0	532.9	531.3	534.8	
17 Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.276	2.273	2.243	2.263	2.264
18 Peso especifico teorico maximo (P _{max}) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 MTC E 508)	gr/cc	2.484	2.484	2.484	2.484	
19 Maxima densidad teorica de los agregados 100((2/6)+(3/2)+(7*8)+(4/2)/(9+10))	gr/cc	1.023	1.023	1.023	1.023	
20 % de vacios con aire 100*((1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	8.40	8.52	9.71	8.99	8.98
21 Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.642	2.642	2.642	2.642	
22 Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.761	2.761	2.761	2.761	
23 Peso especifico efectivo del agregado total (3+4).0/(3P- 8)+(4P-10))	gr/cc	2.698	2.698	2.698	2.698	
24 Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(2/3-21)/(23*21) (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.80	0.80	0.80	0.80	
25 % del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)/17/21	%	81.41	81.31	80.25	80.98	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25*20)	%	10.18	10.17	10.04	10.13	
27 % vacios del agregado mineral 100-25	%	18.59	18.69	19.75	19.02	19.01
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)/(3+4)	%	4.47	4.47	4.47	4.47	
29 Relacion betun vacios (26/27)*100	%	54.90	54.42	56.82	53.26	53.32
30 Lectura del anillo	kg	893	891	903	897	
31 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	893	891	903	897	
32 Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33 Estabilidad corregida 31*32	kg	890	891	903	897	898
34 Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	11	11	11	11	11
35 Fluencia	m.m.	2.79	2.54	2.79	2.79	
36 Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3185	3516	3232	3246	3285

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 38: Dosificación de concreto asfáltico en un 5.73% de asfalto y 0.25% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	RESP. LAB. : S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. : C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	FECHA : Agosto 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados	
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarcada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Ducto	% Que Pasa el Tamiz											
A Grava Triturada	40.20	37.80	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	≠ Nº 200		
B Arena	59.80	56.22												
C Asfalto	5.73													
D PEAD	0.25													

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8			

#	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.73	5.73	5.73	5.73	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.80	37.80	37.80	37.80	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.22	56.22	56.22	56.22	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.25	0.25	0.25	0.25	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1210.2	1210.0	1209.3	1212.4	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1211.7	1211.2	1210.3	1213.8	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	690.0	696.2	691.1	692.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	521.7	524.9	519.2	521.8	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc.	2.329	2.324	2.329	2.324	2.324
18	Peso especifico teorico maximo (%ca) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 MTC E 508)	gr/cc.	2.489	2.489	2.489	2.489	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2/6)+(3/2)(7/8)+(4/2)(9/10)]$	gr/cc.	0.938	0.938	0.938	0.938	
20	% de vacios con aire $100[(1-17/18)]$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	6.81	6.64	6.43	6.65	6.63
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)(3/7)+(4/6)+(5/11)$	gr/cc.	2.642	2.642	2.642	2.642	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)(3/8)+(4/10)+(5/11)$	gr/cc.	2.775	2.775	2.775	2.775	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4) [(3/8-8)+(4/10-10)]$	gr/cc.	2.728	2.728	2.728	2.728	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)(23/21)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	1.21	1.21	1.21	1.21	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)/17.21$	%	82.55	82.71	82.89	82.69	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	10.64	10.66	10.68	10.66	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	17.45	17.29	17.11	17.31	17.29
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)(3+4)$	%	4.59	4.59	4.59	4.59	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	60.97	61.63	62.42	61.57	61.64
30	Lectura del aro.	kg	293	294	294	292	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1233	1111	1195	1209	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31/32	kg	1233	1111	1195	1209	1187
34	Lectura del flexómetro (0.01") $(35 / 0.254)$	pul.	14	13	12	14	13
35	Fluencia	m.m.	3.56	3.30	3.05	3.56	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3467	3365	3921	3490	3538

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 39: Dosificación de concreto asfáltico en un 6.23% de asfalto y 0.25% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA : Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz												
A Grava Triturada	40.20	37.60													
B Arena.	59.80	55.92													
C Asfalto	6.23		1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	Nº 200			
D PEAD	0.25														

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8			

		#	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta						
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.23	6.23	6.23	6.23	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.60	37.60	37.60	37.60	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.92	55.92	55.92	55.92	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.25	0.25	0.25	0.25	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc.	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1196.1	1197.3	1209.6	1201.8	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1261.0	1260.4	1212.9	1204.6	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	686.1	685.0	690.2	687.8	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	514.9	515.4	522.7	517.6	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc.	2.327	2.325	2.314	2.322	2.321
18	Peso especifico teorico maximo (P _{max}) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 ,MTC E 508)	gr/cc.	2.478	2.478	2.478	2.478	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100[(2/6)+(3/2)+(7/8)+(4/2)+(9/10)]	gr/cc.	0.867	0.867	0.867	0.867	
20	% de vacios con aire 100[(1-17/18) (ASTM D 3003 , MTC E 505)	%	6.08	6.24	6.60	6.28	6.30
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/[(3/7)+(4/9)+(5/11)]	gr/cc.	2.642	2.642	2.642	2.642	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]	gr/cc.	2.790	2.790	2.790	2.790	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4) /[(3/8 - 8)+(4/9 - 10)]	gr/cc.	2.737	2.737	2.737	2.737	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*2) (ASTM D 4489 , MTC E 511)	%	1.34	1.34	1.34	1.34	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	82.36	82.23	81.91	82.19	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25*20)	%	11.55	11.55	11.49	11.53	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	17.64	17.77	18.09	17.81	17.83
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)/(3+4)	%	4.98	4.98	4.98	4.98	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	65.51	64.90	63.53	64.72	64.66
30	Lectura del an.	kg	260	272	214	230	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1132	1149	903	1000	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1132	1149	903	1000	1048
34	Lectura del flexmetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	12	14	14	12	14
34	Fluencia	m.m.	3.30	3.56	3.56	3.81	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3428	3231	2539	2646	2962

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 40: Dosificación de concreto asfáltico en un 6.73% de asfalto y 0.25% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñale	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA : Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Docto	% Que Pasa el Tamiz												
A Grava Triturada	40.20	37.39													
B Arena	59.80	55.63													
C Asfalto	6.73		1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	≦ N° 200			
D PEAD	0.25														

Mixto	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-65	38-52	17-26	8-17	4-8	

N°	Descripción	U	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.73	6.73	6.73	6.73	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.39	37.39	37.39	37.39	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.63	55.63	55.63	55.63	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.25	0.25	0.25	0.25	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1210.8	1205.2	1210.0	1209.5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1211.9	1206.1	1210.9	1213.6	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	688.3	686.1	689.5	687.2	
16	Volamen de la Probeta 14-15	c.c.	523.6	520.0	521.4	526.6	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.312	2.318	2.321	2.297	2.312
18	Peso especifico teorico maximo (P _{max}) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.482	2.482	2.482	2.482	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100((2/6)+(3/2)(7+8)+(4/2)(9+10))	gr/cc	0.807	0.807	0.807	0.807	
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	6.84	6.63	6.51	7.47	6.86
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-21)/(3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.642	2.642	2.642	2.642	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/(3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.805	2.805	2.805	2.805	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4)./(3P- 8)+(4P-10))	gr/cc	2.768	2.768	2.768	2.768	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	1.76	1.76	1.76	1.76	
25	% del vol.del Agregado / Volamen Bruto de la Probeta (3+4)/17/21	%	81.42	81.60	81.70	80.86	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25*20)	%	11.75	11.77	11.79	11.67	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	18.58	18.40	18.30	18.14	18.60
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	5.09	5.09	5.09	5.09	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	63.21	63.99	64.44	66.97	63.15
30	Lectura del anillo	kg	921	916	920	911	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	922	920	920	922	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	932	920	930	939	920
34	Lectura del Resímetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	14	15	14	14	14
34	Fluencia	m.m.	3.56	3.81	3.56	3.56	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2623	2415	2615	2528	2545

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 41: Gravedad específica de mezcla bituminosa (Ensayo Rice) para asfalto con 0.50% de PEAD.

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	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferrefafe	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Oimiy Chung Arriola - Hugo Octavio Puican Barrios	FECHA: Agosto 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.73	5.23	5.73	6.23	6.73
1.- PESO DEL MATERIAL	1204.6	1205.6	1206.4	1203.1	1201.1
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4440.9	4441.9	4442.7	4439.4	4437.4
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3953.1	3951.6	3950.5	3949.0	3950.2
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	487.8	490.3	492.2	490.4	487.2
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.469	2.459	2.451	2.453	2.465
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.469	2.459	2.451	2.453	2.465

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.73	DISEÑO	

Observaciones :

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 Buitrago Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 163278

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 42: Dosificación de concreto asfáltico en un 4.73% de asfalto y 0.50% de PEAD.

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

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferrefate	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barros	FECHA: Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz												
A Grava Triturada	40.20	38.10													
B Arena.	59.80	56.67													
C Asfalto	4.73		1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200			
D PEAD	0.50														

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8			

#	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Proes.
1	Numero de probeta						
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.73	4.73	4.73	4.73	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	38.10	38.10	38.10	38.10	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.67	56.67	56.67	56.67	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.50	0.50	0.50	0.50	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 208)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 208)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1207.7	1192.3	1210.6	1205.4	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1210.1	1196.8	1214.1	1208.7	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	668.6	664.0	662.0	671.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	541.5	532.6	552.1	537.7	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.230	2.239	2.193	2.242	2.226
18	Peso especifico teorico maximo (Pico) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 ,MTC E 508)	gr/cc	2.469	2.469	2.469	2.469	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100((2/6)+(3/2)(7+8)+(4/2)(9+10))	gr/cc	1.128	1.128	1.128	1.128	
20	% de vacios con aire 100((1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	9.69	9.33	11.21	9.22	9.86
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-21)((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.649	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.733	2.733	2.733	2.733	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4) ((3/3- 8)+(4/9-10))	gr/cc	2.657	2.657	2.657	2.657	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6((23-21)((23/21) (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.11	0.11	0.11	0.11	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)/17021	%	79.79	80.09	78.45	80.20	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+26)	%	10.52	10.56	10.34	10.58	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	20.21	19.91	21.33	19.80	20.36
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)/(3+4)	%	4.62	4.62	4.62	4.62	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	52.07	53.05	48.00	53.42	51.63
30	Lectura del aro.	kg	185	169	172	174	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	688	715	727	740	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	688	715	727	740	720
34	Lectura del Reómetro (0.01") (35 / 0.254)	psf.	2	32	11	11	10
34	Fluencia	m.m.	2.39	2.54	2.79	2.79	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3053	2815	2602	2649	2780

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 43: Dosificación de concreto asfáltico en un 5.23% de asfalto y 0.50% de PEAD.

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

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: TRES Tornas - Ferretafate	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriba - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA: Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarcada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz												
A Grava Triturada	40.20	37.90													
B Arena	59.80	56.37													
C Asfalto	5.23		1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	= N° 200			
D PEAD	0.50														

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	30-52	17-20	6-17	4-8			

N°	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.23	5.23	5.23	5.23	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.90	37.90	37.90	37.90	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.37	56.37	56.37	56.37	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.50	0.50	0.50	0.50	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1208.5	1209.4	1207.7	1200.5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1215.0	1215.1	1207.8	1204.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	680.8	682.0	679.0	679.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	534.2	533.1	529.8	525.0	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.264	2.260	2.272	2.267	2.273
18	Peso especifico teorico maximo (P _{max}) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 ,MTC E 508)	gr/cc	2.439	2.439	2.439	2.439	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100[(2/6)+(3/2)(7+6)+(4/2)(9+10)]	gr/cc	1.025	1.025	1.025	1.025	
20	% de vacios con aire 100[(1-17/18)] (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	7.92	7.74	7.60	7.00	7.57
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/[(3/7)+(4/9)+(5/11)]	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.649	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]	gr/cc	2.747	2.747	2.747	2.747	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4) /[(3P- 8)+(4P-10)]	gr/cc	2.666	2.666	2.666	2.666	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(2/3-21)/(23*21) (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.25	0.25	0.25	0.25	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)/1721	%	80.58	80.73	80.85	81.38	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	11.30	11.53	11.54	11.62	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	19.42	19.27	19.15	18.62	19.11
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)/(3+4)	%	5.00	5.00	5.00	5.00	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	59.22	59.83	60.30	62.39	60.43
30	Leitura del aro.	kg	203	206	207	207	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aro)	kg	857	860	876	855	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	857	860	876	855	864
34	Leitura del flexmetro (0.01") (35 / 0.254)	psi.	11	11	11	11	11
34	Fluencia	m.m.	3.05	3.30	3.68	3.05	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2812	2632	2874	2805	2781

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 44: Dosificación de concreto asfáltico en un 5.73% de asfalto y 0.50% de PEAD.

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

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferretale	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhara Olimy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA : Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% (Que Pasa el Tamiz)									
A Grava Triturada	40.20	37.70										
B Arena.	59.80	56.07										
C Asfalto	5.73		1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	= N° 250
D PEAD	0.50											

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8			

		#	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta						
2	C.A. en peso de la muestra	%	5.73	5.73	5.73	5.73	
3	% de grava triturada en peso de la muestra(mayor #4)	%	37.70	37.70	37.70	37.70	
4	% de arenas combinadas en peso de muestra(menor #4)	%	56.07	56.07	56.07	56.07	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.50	0.50	0.50	0.50	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1207.3	1208.8	1201.9	1205.4	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1211.3	1213.1	1204.5	1208.3	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	662.4	665.8	661.0	662.7	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	326.9	327.2	322.6	326.4	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.283	2.285	2.300	2.290	2.292
18	Peso especifico teorico maximo (P _{max}) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 ,MTC E 508)	gr/cc	2.451	2.451	2.451	2.451	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2/6)^3+(3/2)^3+(4/3)^3+(5/2)^3]$	gr/cc	0.941	0.941	0.941	0.941	
20	% de vacios con aire $100[(1-17/18)]$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	6.83	6.38	6.17	6.57	6.49
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/[(3/7)+(4/9)+(5/11)]$	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.649	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]$	gr/cc	2.762	2.762	2.762	2.762	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/(3P-8)+(4P-10)$	gr/cc	2.679	2.679	2.679	2.679	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23^2-21^2)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.43	0.43	0.43	0.43	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)/1721$	%	80.81	81.23	81.41	81.06	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	12.33	12.39	12.42	12.37	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	18.39	18.77	18.59	18.94	18.87
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)(3+4)$	%	5.32	5.32	5.32	5.32	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	64.27	66.03	66.82	65.29	65.68
30	Lectura del aro.	kg	242	254	278	276	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aro)	kg	1035	1071	1172	998	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1035	1071	1172	998	1069
34	Lectura del flexmetro (0.01") (35 / 0.254)	pu.	12	12	12	12	14
34	Fluencia	m.m.	3.81	3.56	3.81	3.50	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2717	301.2	3076	3022	2987

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 45: Dosificación de concreto asfáltico en un 6.23% de asfalto y 0.50% de PEAD.

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

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Ambito - Hugo Octavio Pulcan Barros	FECHA : Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Aréna Chancada	29%
Aréna Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% (Por Pasa el Tamiz)									
A Grava Triturada	40.20	37.49										
B Aréna.	59.80	55.78										
C Asfalto	6.23		1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	= N° 250
D PEAD	0.50											

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-20	6-17	4-8			

#	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Frms.
1	Numero de probeta	#					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.23	6.23	6.23	6.23	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.49	37.49	37.49	37.49	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.78	55.78	55.78	55.78	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.50	0.50	0.50	0.50	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(>#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(>#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1208.2	1212.4	1206.3	1208.0	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1208.2	1214.1	1208.0	1208.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	687.2	687.0	687.0	688.2	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	521.0	521.1	521.0	521.3	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.315	2.308	2.315	2.313	2.311
18	Peso especifico teorico maximo (P _{max}) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 ,MTC E 508)	gr/cc	2.453	2.453	2.453	2.453	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100((2/6)+(3/2)(7+8)+(4/2)(9+10))	gr/cc	0.869	0.869	0.869	0.869	
20	% de vacios con aire 100(1-17/16) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	5.62	6.24	5.62	5.74	5.81
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.649	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.776	2.776	2.776	2.776	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4) /((3P- 8)+(4P-10))	gr/cc	2.765	2.765	2.765	2.765	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6((2/3-21)/((2/3-21)) (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.80	0.80	0.80	0.80	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)/1721	%	81.52	80.98	81.52	81.42	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	12.86	12.77	12.86	12.84	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	18.48	19.02	18.48	18.58	18.64
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)(3+4)	%	3.48	3.48	3.48	3.48	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	69.37	67.17	69.37	69.12	68.86
30	Lectura del anillo	kg	943	936	943	943	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	943	936	1107	1001	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	943	936	1107	1001	997
34	Lectura del flexmetro (0.01") (35 / 0.254)	psi.	15	16	16	15	16
34	Fluencia	m.m.	3.81	4.06	4.06	3.81	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2475	2303	2724	2627	2532

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 46: Dosificación de concreto asfáltico en un 6.73% de asfalto y 0.50% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhara Olmy Chung Arriba - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA : Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarcada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Ducto	% Que Pasa el Tamiz									
A Grava Triturada	40.20	37.29										
B Arena	59.80	55.48										
C Asfalto	6.73		1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200
D PEAD	0.50											

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8	

#	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta						
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.73	6.73	6.73	6.73	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.29	37.29	37.29	37.29	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.48	55.48	55.48	55.48	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.50	0.50	0.50	0.50	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	g/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	g/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	g/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	g/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	g/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	g/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1213.7	1204.1	1200.7	1210.5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1214.6	1205.0	1205.1	1215.5	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	688.0	683.0	682.0	686.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	526.6	522.0	523.1	529.5	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	g/cc	2.365	2.307	2.295	2.266	2.266
18	Peso especifico teorico maximo (Pica) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 ,MTC E 508)	g/cc	2.465	2.465	2.465	2.465	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2/3)^3+(7/8)^3+(4/3)^3+(3/4)^3]$	g/cc	0.809	0.809	0.809	0.809	
20	% de vacios con aire $100^3(1-1/18)$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	6.51	6.43	6.89	7.27	6.78
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/[(3/7)+(4/9)+(5/11)]$	g/cc	2.649	2.649	2.649	2.649	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]$	g/cc	2.791	2.791	2.791	2.791	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/[(3/P- 8)+(4/P-10)]$	g/cc	2.746	2.746	2.746	2.746	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23^2/21)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	1.35	1.35	1.35	1.35	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)^3/17121$	%	80.71	80.76	80.38	80.06	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	12.78	12.70	12.73	12.68	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	19.29	19.22	19.62	19.94	19.52
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)^3(3+4)$	%	5.47	5.47	5.47	5.47	
29	Relacion betun vacios $(26/27)^3/100$	%	66.24	66.53	64.36	63.53	65.39
30	Lectura del aro.	kg	202	210	198	212	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aro)	kg	853	885	830	817	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31^3/32	kg	853	885	839	817	874
34	Lectura del flexómetro (0.01") $(35 / 0.254)$	pul.	16	16	16	16	16
34	Fluencia	m.m.	4.06	4.06	4.06	3.81	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2099	2178	2064	2107	2187

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 47: Gravedad específica de mezcla bituminosa (Ensayo Rice) para asfalto con 0.75% de PEAD.

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	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANtera	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Oimiy Chung Ariola - Hugo Octavio Puican Barrios	FECHA: Agosto 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.73	5.23	5.73	6.23	6.73
1.- PESO DEL MATERIAL	1204.2	1202.6	1203.4	1205.1	1202.3
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4440.5	4438.9	4439.7	4441.4	4438.6
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3954.2	3952.7	3955.7	3952.7	3955.8
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	486.3	486.2	484.0	488.7	482.8
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.476	2.473	2.486	2.466	2.490
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.476	2.473	2.486	2.466	2.490

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.73	DISEÑO	

Observaciones :



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 48: Dosificación de concreto asfáltico en un 4.73% de asfalto y 0.75% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñale	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA : Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Docto	% Que Pasa el Tamiz												
A Grava Triturada	40.20	38.00													
B Arena	59.80	56.52													
C Asfalto	4.73		1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	= Nº 200			
D PEAD	0.75														

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.1	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8			

	#	1	2	3	4	Prom.
1 Numero de probeta						
2 C.A. en peso de la mezcla	%	4.73	4.73	4.73	4.73	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	38.00	38.00	38.00	38.00	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.52	56.52	56.52	56.52	
5 % polietileno de alta densidad	%	0.75	0.75	0.75	0.75	
6 Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.021	1.021	1.021	1.021	
7 Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2.713	2.713	2.713	2.713	
8 Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9 Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.585	2.585	2.585	2.585	
10 Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11 Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc.	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12 Altura promedio de la probeta	cm.					
13 Peso de la probeta en el aire	gr.	1211.8	1198.2	1206.7	1201.7	
14 Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1217.0	1203.2	1215.9	1206.7	
15 Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	874.0	868.0	873.0	871.0	
16 Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	543.9	538.2	542.9	537.7	
17 Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc.	2.228	2.239	2.228	2.235	2.232
18 Peso especifico teorico maximo (P _{max}) (ASTM D 2041, AASTHO T 209 MTC E 505)	gr/cc.	2.476	2.476	2.476	2.476	
19 Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2/6)^3+(3/2)^3+(7/8)^3+(4/2)^3+(9/10)^3]$	gr/cc.	1.131	1.131	1.131	1.131	
20 % de vacios con aire $100[(1-17/18)]$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	10.05	9.59	10.02	9.75	9.84
21 Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-21)/[(3/7)^3+(4/9)^3+(5/11)^3]$	gr/cc.	2.656	2.656	2.656	2.656	
22 Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/[(3/8)^3+(4/10)^3+(5/11)^3]$	gr/cc.	2.720	2.720	2.720	2.720	
23 Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4).0/[(3/8)^3+(4/10)^3]$	gr/cc.	2.665	2.665	2.665	2.665	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(2/3-21)/(2/3^2+1)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.13	0.13	0.13	0.13	
25 % del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)^3/17/21$	%	79.29	79.68	79.30	79.54	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	10.68	10.73	10.68	10.72	
27 % vacios del agregado mineral 100-25	%	20.71	20.32	20.70	20.46	20.55
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)^3(3+4)$	%	4.61	4.61	4.61	4.61	
29 Relacion betun vacios $(26/27)^3/100$	%	31.59	32.82	31.61	32.37	32.10
30 Lectura del are.	kg	170	165	167	167	
31 Estabilidad sin coger (tabla de calibración del anillo)	kg	715	699	706	683	
32 Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33 Estabilidad corregida 31*32	kg	715	699	706	683	702
34 Lectura del flexómetro (0.01") $(35 / 0.254)$	mil.	2	2	2	1	1
34 Fluencia	m.m.	2.29	2.54	2.54	2.79	
35 Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3141	2752	2780	2452	2781

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 49: Dosificación de concreto asfáltico en un 5.23% de asfalto y 0.75% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	RESP. LAB. : S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. : C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	FECHA : Agosto 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados	
SOLICITANTE	: Dhana Olimy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarcada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Ducto	% Que Pasa el Tamiz													
A Grava Triturada	40.20	37.80	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	≠ Nº 200				
B Arena	59.80	56.22														
C Asfalto	5.23															
D PEAD	0.75															

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8			

#	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta				
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.23	5.23	5.23
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.80	37.80	37.80
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.22	56.22	56.22
5	% polietileno de alta densidad	%	0.75	0.75	0.75
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.			
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1212.1	1202.9	1204.2
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1218.0	1207.0	1206.8
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	982.8	977.0	980.2
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	518.2	510.0	514.8
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.285	2.270	2.260
18	Peso especifico teorico maximo (Pica) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.473	2.473	2.473
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2/6)+(3/2)+(7/8)+(4/2)(9/10)]$	gr/cc	1.028	1.028	1.028
20	% de vacios con aire $100(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	8.44	8.24	8.64
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/(3/7)+(4/9)+(5/11)$	gr/cc	2.656	2.656	2.656
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/(3/8)+(4/10)+(5/11)$	gr/cc	2.734	2.734	2.734
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/(3/8-8)+(4/8-10)$	gr/cc	2.684	2.684	2.684
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(2/3-21)/(23/2)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.40	0.40	0.40
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)/17(21)$	%	80.17	80.34	79.16
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	11.39	11.42	11.25
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	19.33	19.86	20.34
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)/(3+4)$	%	4.83	4.83	4.83
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	57.45	58.08	58.97
30	Lectura del anillo	kg	704	704	704
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	872	864	870
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00
33	Estabilidad corregida 31/32	kg	872	864	870
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	11	11	11
34	Fluencia	m.m.	3.30	3.30	3.30
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2641	2617	2472

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 50: Dosificación de concreto asfáltico en un 5.73% de asfalto y 0.75% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olimy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA: Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Ducto	% Que Pasa el Tamiz												
A Grava Triturada	40.20	37.60													
B Arena.	59.80	55.92													
C Asfalto	5.73		1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	= Nº 200			
D PEAD	0.75														

Mixta	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8			

#	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.73	5.73	5.73	5.73	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.60	37.60	37.60	37.60	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.92	55.92	55.92	55.92	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.75	0.75	0.75	0.75	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.583	2.583	2.583	2.583	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1206.1	1206.3	1211.3	1211.3	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1203.9	1204.6	1214.6	1213.8	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	682.8	685.4	685.5	682.6	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	521.1	523.2	526.1	521.8	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.294	2.306	2.309	2.322	2.308
18	Peso especifico teorico maximo (P _{the}) (ASTM D 2041, AASTHO T 209 , MTC E 508)	gr/cc	2.486	2.486	2.486	2.486	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100((2/6)*(3^2)+(7^5)+(4^2)/(9+10))	gr/cc	0.943	0.943	0.943	0.943	
20	% de vacios con aire 100*((1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	7.73	7.27	7.13	6.62	7.19
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.656	2.656	2.656	2.656	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.748	2.748	2.748	2.748	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3*4).((3/P- 8)+(4/P-10))	gr/cc	2.724	2.724	2.724	2.724	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6((23-21)/(23^2)) (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.96	0.96	0.96	0.96	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3*4)^1/3/21	%	88.78	81.18	81.31	81.75	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25*20)	%	11.49	11.55	11.57	11.63	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	18.22	18.82	18.69	18.25	18.75
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3*4)	%	4.83	4.83	4.83	4.83	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	59.79	61.37	61.89	63.73	61.79
30	Lectura del arco.	kg	241	229	224	244	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1012	961	964	1026	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31^3/32	kg	1015	963	964	1028	998
34	Lectura del Resímetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	14	13	13	13	13
34	Fluencia	m.m.	3.56	3.30	3.30	3.30	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2854	2916	2980	3113	2966

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 51: Dosificación de concreto asfáltico en un 6.23% de asfalto y 0.75% de PEAD.

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

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	RESP. LAB. : S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. : C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	FECHA : Agosto 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados	
SOLICITANTE	: Dhana Dimy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Ducto	% Que Pasa el Tamiz												
A Grava Triturada	40.20	37.39													
B Arena	59.80	55.63													
C Asfalto	6.23		1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	= N° 200			
D PEAD	0.75														

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-85	51-65	35-52	17-20	6-17	4-8			

N°	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.23	6.23	6.23	6.23	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.39	37.39	37.39	37.39	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.63	55.63	55.63	55.63	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.75	0.75	0.75	0.75	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1214.0	1208.3	1212.4	1201.3	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1216.8	1210.3	1213.8	1204.6	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	686.8	687.5	685.1	687.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	530.0	527.8	528.7	517.6	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.292	2.289	2.293	2.321	2.299
18	Peso especifico teorico maximo (Pica) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 , MTC E 508)	gr/cc	2.466	2.466	2.466	2.466	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100/(2/6+(3/2)+(7/8)+(4/2)+(9/10))$	gr/cc	0.872	0.872	0.872	0.872	
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	7.07	7.16	7.61	5.88	6.78
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/(3/7+(4/9)+(5/11))$	gr/cc	2.656	2.656	2.656	2.656	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/(3/8)+(4/10)+(5/11)$	gr/cc	2.762	2.762	2.762	2.762	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/(3P- 8)+(4P-10)$	gr/cc	2.722	2.722	2.722	2.722	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*2)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.93	0.93	0.93	0.93	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	80.25	80.17	80.31	81.28	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25*20)$	%	12.68	12.67	12.69	12.84	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	19.15	19.83	19.69	18.72	19.50
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)/(3+4)$	%	5.37	5.37	5.37	5.37	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	64.22	63.88	64.43	68.59	65.28
30	Lectura del anillo	kg	227	211	216	226	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	203	203	202	202	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	93.5	96.3	92.2	95.5	94.9
34	Lectura del Reómetro (0.01") (35 / 0.254)	puf.	14	14	14	13	14
34	Fluencia	m.m.	3.56	3.83	3.56	3.30	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2629	2560	2593	2892	2674

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 52: Dosificación de concreto asfáltico en un 6.73% de asfalto y 0.75% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	RESP. LAB.:	S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB.:	C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas - Femeñate	FECHA:	Agosto 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados		
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Amola - Hugo Octavio Pulcan Barrios		

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
FEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Ducto	% Que Pasa el Tamiz												
A Grava Triturada	40.20	37.19													
B Arena.	59.80	55.33													
C Asfalto	6.73		1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	≠ Nº 200			
D PEAD	0.75														

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-20	8-17	4-8			

Nº	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.73	6.73	6.73	6.73	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.19	37.19	37.19	37.19	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.33	55.33	55.33	55.33	
5	% polietileno de alta densidad	%	0.75	0.75	0.75	0.75	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.021	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.	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso específico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso específico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso específico aparente del PEAD	gr/cc.	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1201.7	1218.0	1193.9	1200.5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1202.5	1218.9	1194.8	1201.7	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	674.2	682.2	664.4	672.5	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	528.3	536.7	530.4	529.2	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc.	2.275	2.269	2.251	2.269	2.269
18	Peso específico teorico maximo (f/ice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 /MTC E 508)	gr/cc.	2.490	2.490	2.490	2.490	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2/6)+(3/2)^2+(5/4)^2+(9/10)]$	gr/cc.	0.811	0.811	0.811	0.811	
20	% de vacios con aire $100[(1-1/718)]$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	8.66	8.87	8.61	8.90	8.81
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/(3/7)+(4/9)+(5/11)$	gr/cc.	2.656	2.656	2.656	2.656	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/(3/8)+(4/10)+(5/11)$	gr/cc.	2.777	2.777	2.777	2.777	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3^4) / (3^3 - 8) + (4^3 - 10)$	gr/cc.	2.779	2.779	2.779	2.779	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23^2-1)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	1.69	1.69	1.69	1.69	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3^4) / 17021$	%	79.23	79.04	78.40	79.01	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25*20)$	%	12.12	12.09	11.99	12.08	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	20.77	20.96	21.60	20.99	21.08
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)^2(3^4)$	%	5.16	5.16	5.16	5.16	
29	Relacion betun vacios $(26/27)^2/100$	%	58.32	57.68	55.51	57.37	57.27
30	Lectura del aro.	kg	208	210	208	211	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aro)	kg	879	887	877	890	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida $31^2/32$	kg	879	887	877	890	883
34	Lectura del Resímetro (0.01") $(35 / 0.254)$	mil.	15	15	15	15	15
34	Fluencia	m.m.	3.81	3.81	3.81	3.56	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2307	2328	2302	2503	2360

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 53: Gravedad específica de mezcla bituminosa (Ensayo Rice) para asfalto con 1.00% de PEAD.

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	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Oimyr Chung Arriola - Hugo Octavio Puican Barrios	FECHA : Agosto 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.73	5.23	5.73	6.23	6.73
1.- PESO DEL MATERIAL	1202.3	1203.6	1204.1	1205.4	1201.9
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4438.6	4439.9	4440.4	4441.7	4438.2
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3955.2	3954.4	3951.6	3954.4	3954.0
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	483.4	485.5	488.8	487.3	484.2
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.487	2.479	2.463	2.474	2.482
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.487	2.479	2.463	2.474	2.482

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.73	DISEÑO	

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 Barja Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP 180278

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 54: Dosificación de concreto asfáltico en un 4.73% de asfalto y 1.00% de PEAD.

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

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	RESP. LAB. : S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. : C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreflate	FECHA : Agosto 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados	
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriba - Hugo Octavio Pulcan Barrios	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz												
A Grava Triturada	40.20	37.90													
B Arena	59.80	56.37													
C Asfalto	4.73		1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	+ N° 200			
D PEAD	1.00														

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-65	38-52	17-26	8-17	4-8			

Nº	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.73	4.73	4.73	4.73	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.90	37.90	37.90	37.90	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.37	56.37	56.37	56.37	
5	% polietileno de alta densidad	%	1.00	1.00	1.00	1.00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1214.1	1214.0	1210.6	1205.1	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1226.3	1222.7	1215.4	1209.1	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	671.1	675.1	671.1	670.8	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	549.4	547.4	544.3	539.1	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.210	2.218	2.224	2.227	2.222
18	Peso especifico teorico maximo (Pica) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 ,MTC E 508)	gr/cc	2.487	2.487	2.487	2.487	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2/6)+(3/2)(7+8)+(4/2)(9+10)]$	gr/cc	1.134	1.134	1.134	1.134	
20	% de vacios con aire $100[(1-17/18)]$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	11.15	10.83	10.58	10.07	10.86
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/[(3/7)+(4/6)+(5/11)]$	gr/cc	2.663	2.663	2.663	2.663	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]$	gr/cc	2.706	2.706	2.706	2.706	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/[(3P-8)+(4P-10)]$	gr/cc	2.678	2.678	2.678	2.678	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/[(23*21)]$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.22	0.22	0.22	0.22	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)/17/21$	%	78.23	78.51	78.74	78.18	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25*20)$	%	10.62	10.66	10.69	10.75	
27	% vacios del agregado mineral $100-25$	%	21.77	21.49	21.26	20.82	21.34
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2-(24/100)/(3+4)$	%	4.53	4.53	4.53	4.53	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	48.78	49.59	50.26	51.63	50.07
30	Lectura del aro.	kg	164	163	166	165	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aro)	kg	693	688	701	697	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida $31*32$	kg	693	688	701	697	692
34	Lectura del flexómetro (0.01") $(35 / 0.254)$	mil.	2	2	10	10	9
34	Fluencia	m.m	2.03	2.29	2.54	2.54	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3410	3010	2760	2705	2971

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 55: Dosificación de concreto asfáltico en un 5.23% de asfalto y 1.00% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	RESP. LAB. :	S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas - Feneñale	FECHA :	Agosto 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados		
SOLICITANTE	: Dhara Olmy Chung Arriba - Hugo Octavio Pulcan Barrios		

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	40.20	37.70
B Arena.	59.80	56.07
C Asfalto	5.23	
D PEAD	1.00	

% 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	83.8	74.3	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-85	51-65	30-52	17-26	8-17	4-8	

#	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.23	5.23	5.23	5.23	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.70	37.70	37.70	37.70	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.07	56.07	56.07	56.07	
5	% polietileno de alta densidad	%	1.00	1.00	1.00	1.00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1207.7	1204.7	1210.2	1210.1	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1214.9	1214.3	1215.0	1213.8	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	876.3	881.0	877.2	879.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	536.6	533.3	537.8	534.8	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.242	2.259	2.250	2.263	2.254
18	Peso especifico teorico maximo (Pica) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 /MTC E 508)	gr/cc	2.479	2.479	2.479	2.479	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2/6)+(3/2)+(7/6)+(4/2)/(9+10)]$	gr/cc	1.030	1.030	1.030	1.030	
20	% de vacios con aire $100[(1-17/18)]$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	8.55	8.88	8.23	8.79	8.69
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/(3/7)+(4/9)+(5/11)$	gr/cc	2.663	2.663	2.663	2.663	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/(3/8)+(4/10)+(5/11)$	gr/cc	2.720	2.720	2.720	2.720	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/(3/P- 8)+(4/P-10)$	gr/cc	2.691	2.691	2.691	2.691	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23/21)$ (ASTM D 4489 , MTC E 511)	%	0.40	0.40	0.40	0.40	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)/17/21$	%	78.85	79.54	79.23	79.70	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	11.49	11.58	11.54	11.60	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	21.05	20.46	20.77	20.30	20.64
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)/(3+4)$	%	4.83	4.83	4.83	4.83	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	54.61	56.60	53.33	51.13	56.98
30	Lectura del asc.	kg	704	703	704	703	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	859	855	862	857	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	859	855	862	857	857
34	Lectura del flexómetro (0.01") $(35 / 0.254)$	pul.	11	10	10	12	11
34	Fluencia	m.m.	2.79	2.54	2.54	3.03	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3074	3366	3394	2795	3197

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 56: Dosificación de concreto asfáltico en un 5.73% de asfalto y 1.00% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tries Tomas - Femeñate	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA: Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
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	40.20	37.49											
B Arena	59.80	55.78											
C Asfalto	5.73												
D PEAD	1.00												

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-65	38-52	17-26	8-17	4-8			

N°	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.73	5.73	5.73	5.73	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.49	37.49	37.49	37.49	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.78	55.78	55.78	55.78	
5	% polietileno de alta densidad	%	1.00	1.00	1.00	1.00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1216.3	1206.4	1210.7	1213.9	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1221.2	1213.7	1216.1	1219.4	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	684.0	686.3	678.1	681.3	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	537.2	533.4	538.0	538.3	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.264	2.265	2.250	2.259	2.260
18	Peso especifico teorico maximo (Pícke) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 MTC E 508)	gr/cc	2.463	2.463	2.463	2.463	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100[(2/6)+(3/2)+(7/6)+(4/2)(9/10)]	gr/cc	0.945	0.945	0.945	0.945	
20	% de vacios con aire 100*(1-17/16) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	8.09	8.03	8.65	8.31	8.27
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.663	2.663	2.663	2.663	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.735	2.735	2.735	2.735	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4) /((3/8- 8)+(4/9- 10))	gr/cc	2.695	2.695	2.695	2.695	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4489 , MTC E 511)	%	0.45	0.45	0.45	0.45	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	79.29	79.34	78.81	79.11	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	12.62	12.63	12.54	12.59	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	20.71	20.86	21.19	20.89	20.86
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	5.31	5.31	5.31	5.31	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	60.94	61.11	59.19	60.25	60.37
30	Lectura del anillo	kg	228	228	228	228	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	963	964	963	1003	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	963	964	963	1003	971
34	Lectura del flexmetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	12	12	12	12	12
34	Fluencia	m.m.	3.05	3.05	3.30	3.05	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3159	3163	2892	3291	3128

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 57: Dosificación de concreto asfáltico en un 6.23% de asfalto y 1.00% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
Método Marshall - ASTM - D 1559 AASHTO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	RESP. LAB. : S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. : C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	FECHA : Agosto 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados	
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Docto	% Que Pasa el Tamiz									
A Grava Triturada	40.20	37.29										
B Arena.	59.80	55.48										
C Asfalto	6.23		1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	= Nº 200
D PEAD	1.00											

Mixta	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8	

#	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.23	6.23	6.23	6.23	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.29	37.29	37.29	37.29	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.48	55.48	55.48	55.48	
5	% polietileno de alta densidad	%	1.00	1.00	1.00	1.00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (+#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (+#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(+#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(+#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1208.3	1208.3	1209.0	1205.4	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1216.4	1216.2	1217.4	1208.3	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	676.8	676.0	678.6	680.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	530.6	531.6	532.8	528.8	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.277	2.262	2.269	2.280	2.272
18	Peso especifico teorico maximo (P _{max}) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.474	2.474	2.474	2.474	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100((2/6)+(3/2)(7*8)+(4/2)(9+10))	gr/cc	0.874	0.874	0.874	0.874	
20	% de vacios con aire 100(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	7.94	8.57	8.27	7.85	8.16
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-21)((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.663	2.663	2.663	2.663	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.749	2.749	2.749	2.749	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4).0(3P- 8)+(4P-10))	gr/cc	2.732	2.732	2.732	2.732	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)(23/21) (ASTM D 4489 , MTC E 511)	%	0.96	0.96	0.96	0.96	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)/17/21	%	79.32	78.76	79.04	78.40	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	12.74	12.65	12.70	12.75	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	20.68	21.22	20.96	20.60	20.87
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)(3+4)	%	3.34	3.34	3.34	3.34	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	61.61	59.62	60.56	61.91	60.92
30	Lectura del are.	kg	214	214	216	220	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	901	901	910	921	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	903	903	910	928	912
34	Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	11	12	14	12	13
34	Fluencia	m.m.	3.30	3.05	3.36	3.30	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2735	2969	2559	2810	2768

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 58: Dosificación de concreto asfáltico en un 6.73% de asfalto y 1.00% de PEAD.

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

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferretale	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA : Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarcada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Docto	% Que Pasa el Tamiz												
A Grava Triturada	40.20	37.09													
B Arena.	59.80	55.18													
C Asfalto	6.73		1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	« N° 200			
D PEAD	1.00														

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8			

	#	1	2	3	4	Fron.
1 Numero de probeta						
2 C.A. en peso de la mezcla	%	6.73	6.73	6.73	6.73	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.09	37.09	37.09	37.09	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.18	55.18	55.18	55.18	
5 % polietileno de alta densidad	%	1.00	1.00	1.00	1.00	
6 Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.021	1.021	1.021	1.021	
7 Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2.713	2.713	2.713	2.713	
8 Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9 Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.585	2.585	2.585	2.585	
10 Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11 Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc.	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12 Altura promedio de la probeta	cm.					
13 Peso de la probeta en el aire	gr.	<u>1193.4</u>	<u>1200.7</u>	<u>1210.1</u>	<u>1200.5</u>	
14 Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	<u>1194.8</u>	<u>1201.9</u>	<u>1211.1</u>	<u>1210.2</u>	
15 Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	<u>888.0</u>	<u>873.8</u>	<u>880.1</u>	<u>882.1</u>	
16 Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	526.8	528.1	531.0	528.1	
17 Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc.	2.265	2.274	2.279	2.290	2.277
18 Peso especifico teorico maximo (%ice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.463	2.463	2.463	2.463	
19 Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2/6)+(3/2)(7/8)+(4/2)(9/10)]$	gr/cc.	0.813	0.813	0.813	0.813	
20 % de vacios con aire $100[(1-17/18)]$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	8.04	7.70	7.49	7.83	7.56
21 Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/[(3/7)+(4/9)+(5/11)]$	gr/cc.	2.664	2.664	2.664	2.664	
22 Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]$	gr/cc.	2.763	2.763	2.763	2.763	
23 Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/[(3P-8)+(4P-10)]$	gr/cc.	2.743	2.743	2.743	2.743	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23^2/1)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	1.11	1.11	1.11	1.11	
25 % del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)/17(21)$	%	78.48	78.76	78.95	78.34	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	13.49	13.53	13.57	13.63	
27 % vacios del agregado mineral 100-25	%	21.32	21.24	21.03	20.66	21.12
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)(3+4)$	%	5.71	5.71	5.71	5.71	
29 Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	62.65	63.73	64.43	63.90	64.20
30 Lectura del anillo	kg	<u>700</u>	<u>700</u>	<u>700</u>	<u>700</u>	
31 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	<u>845</u>	<u>881</u>	<u>799</u>	<u>829</u>	
32 Factor de estabilidad (TABLA)		<u>1.00</u>	<u>1.00</u>	<u>1.00</u>	<u>1.00</u>	
33 Estabilidad corregida 31^*32	kg	845	881	799	829	839
34 Lectura del flexómetro (0.01") (35/0.254)	ptf.	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>15</u>	<u>14</u>	15
34 Fluencia	m.m.	3.81	4.06	3.81	3.56	
35 Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2218	2168	2097	2331	2204

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 59: Gravedad específica de mezcla bituminosa (Ensayo Rice) para asfalto con 1.25% de PEAD.

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	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferrefafe	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Oimyr Chung Arriola - Hugo Octavio Puican Barrios	FECHA : Agosto 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.73	5.23	5.73	6.23	6.73
1.- PESO DEL MATERIAL	1200.5	1202.2	1199.8	1204.2	1202.9
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4436.8	4438.5	4436.1	4440.5	4439.2
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3953.9	3950.5	3948.5	3949.0	3949.5
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	482.9	488.0	487.6	491.5	489.7
6.- PESO ESPECIFICO MÁXIMO	2.486	2.464	2.461	2.450	2.456
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.486	2.464	2.461	2.450	2.456

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.73	DISEÑO	

Observaciones :

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



EMP
SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Burgos Fernández
ING. CIVIL
REG. CIV. 180278

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 60: Dosificación de concreto asfáltico en un 4.73% de asfalto y 1.25% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	RESP. LAB. : S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB. : C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	FECHA : Agosto 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados	
SOLICITANTE	: Dhana Olimy Chung Ariola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Ducto	% Que Pasa el Tamiz													
A Grava Triturada	40.20	37.80	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200				
B Arena.	59.80	56.22														
C Asfalto	4.73															
D PEAD	1.25															

Mixta	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8			

Nº	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.73	4.73	4.73	4.73	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.80	37.80	37.80	37.80	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.22	56.22	56.22	56.22	
5	% polietileno de alta densidad	%	1.25	1.25	1.25	1.25	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	g/cc.	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	g/cc.	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	g/cc.	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	g/cc.	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	g/cc.	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	g/cc.	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1207.8	1206.7	1203.9	1201.7	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1216.4	1212.6	1213.1	1208.7	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	677.0	672.5	673.0	671.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	539.4	540.1	540.1	537.7	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	g/cc.	2.239	2.234	2.229	2.235	2.234
18	Peso especifico teorico maximo (Pfica) (ASTM D 2041, AASTHO T 209 /MTC E 508)	g/cc.	2.486	2.486	2.486	2.486	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100(i)(2/6)+(3/2)(7/8)+(4/2)(9/10)	g/cc.	1.137	1.137	1.137	1.137	
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	9.93	10.13	10.34	10.10	10.12
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-21)(3/7)+(4/9)+(5/11)	g/cc.	2.670	2.670	2.670	2.670	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)(3/8)+(4/10)+(5/11)	g/cc.	2.694	2.694	2.694	2.694	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4).i(3/P- 8)+(4/P-10)	g/cc.	2.677	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)	%	0.10	0.10	0.09	0.10	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	78.85	78.67	78.49	78.70	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	11.22	11.20	11.17	11.20	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	21.35	21.33	21.51	21.36	21.32
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	4.64	4.64	4.64	4.64	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	53.05	52.90	51.94	52.58	52.52
30	Lectura del ano.	kg	102	100	103	100	
31	Estabilidad sin conejar (tabla de calibración del anillo)	kg	715	720	690	677	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	715	720	690	677	701
34	Lectura del Resímetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	2	2	2	2	9
34	Fluencia	m.m.	2.29	2.03	2.29	2.54	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3128	3543	3018	2665	3089

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 61: Dosificación de concreto asfáltico en un 5.23% de asfalto y 1.25% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Feneñale	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriba - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA : Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
FEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz											
A Grava Triturada	40.20	37.60	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200		
B Arena	59.80	55.92												
C Asfalto	5.23													
D PEAD	1.25													

Muestra	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8			

N°	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.23	5.23	5.23	5.23	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.60	37.60	37.60	37.60	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.92	55.92	55.92	55.92	
5	% polietileno de alta densidad	%	1.25	1.25	1.25	1.25	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(>#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(>#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1212.9	1212.3	1211.3	1210.7	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1258.0	1257.0	1259.4	1255.1	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	682.9	682.2	680.0	679.8	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	537.1	538.8	539.4	536.1	
17	Peso Unitario de la Probeta: 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.258	2.250	2.246	2.258	2.253
18	Peso especifico teorico maximo (Pico) (ASTM D 2041, AASTHO T 209 /MTC E 508)	gr/cc	2.464	2.464	2.464	2.464	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100((2/6)+(3/2)+(7/8)+(4/2)+(9+10))	gr/cc	1.033	1.033	1.033	1.033	
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	8.33	8.67	8.83	8.33	8.54
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.670	2.670	2.670	2.670	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.707	2.707	2.707	2.707	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4)/((3/3P-8)+(4/3P-10))	gr/cc	2.672	2.672	2.672	2.672	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4499 , MTC E 511)	%	0.02	0.02	0.02	0.02	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)/17/21	%	79.09	78.80	78.66	78.10	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	12.58	12.53	12.51	12.58	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	20.91	21.30	21.34	20.90	21.09
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)/(3+4)	%	3.21	3.21	3.21	3.21	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	69.34	59.11	58.62	60.16	59.51
30	Lectura del arco	kg	102	104	108	100	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	841	861	835	842	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	841	861	835	842	845
34	Lectura del Resímetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	10	11	11	11	11
34	Fluencia	m.m.	2.54	2.79	2.79	2.79	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3311	3082	2989	3014	3099

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 62: Dosificación de concreto asfáltico en un 5.73% de asfalto y 1.25% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA : Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Docto	% Que Pasa el Tamiz									
A Grava Triturada	40.20	37.39										
B Arena.	59.80	55.63										
C Asfalto	5.73		1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	= Nº 200
D PEAD	1.25											

Mixta	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8	

Nº	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.73	5.73	5.73	5.73	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.39	37.39	37.39	37.39	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.63	55.63	55.63	55.63	
5	% polietileno de alta densidad	%	1.25	1.25	1.25	1.25	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (+#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (+#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(+#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(+#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1195.0	1188.8	1214.9	1212.5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1196.8	1193.5	1217.3	1215.8	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	672.0	667.2	683.0	681.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	526.8	526.3	534.3	532.8	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.268	2.259	2.274	2.276	2.269
18	Peso especifico teorico maximo (P _{max}) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 MTC E 508)	gr/cc	2.461	2.461	2.461	2.461	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2/6)+(3^2/7^2)+(4^2/9^2)+10]$	gr/cc	0.948	0.948	0.948	0.948	
20	% de vacios con aire $100[(1-17/18)]$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	7.81	8.20	7.59	7.51	7.78
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/(3/7)+(4/9)+(5/11)$	gr/cc	2.670	2.670	2.670	2.670	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/(3/8)+(4/10)+(5/11)$	gr/cc	2.721	2.721	2.721	2.721	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4).0/(3P-8)+(4^2P-10)$	gr/cc	2.691	2.691	2.691	2.691	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23^21)$ (ASTM D 4489 , MTC E 511)	%	0.30	0.30	0.30	0.30	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)^2/1721$	%	79.02	78.68	79.21	79.27	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	13.17	13.11	13.20	13.23	
27	% vacios del agregado mineral $100-25$	%	20.98	21.32	20.70	20.73	20.94
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)(3+4)$	%	3.43	3.43	3.43	3.43	
29	Relacion betun vacios $(26/27)^2/100$	%	62.77	61.52	63.49	63.75	62.88
30	Lectura del are.	kg	213	228	221	222	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	892	961	911	907	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida $31^2/32$	kg	899	963	911	907	908
34	Lectura del Resímetro (0.01") $(35 / 0.254)$	mil.	12	11	12	12	12
34	Fluencia	m.m.	3.05	2.79	3.05	3.05	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2949	3447	3054	3140	3148

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 63: Dosificación de concreto asfáltico en un 6.23% de asfalto y 1.25% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olimy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA : Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Ductil	% 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	40.20	37.19																		
B Arena.	59.80	55.33																		
C Asfalto	6.23																			
D PEAD	1.25																			

Muestra	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-85	51-65	38-52	17-26	8-17	4-8			

	#	1	2	3	4	Prom.	
1	Numero de probeta						
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.23	6.23	6.23	6.23	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.19	37.19	37.19	37.19	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.33	55.33	55.33	55.33	
5	% polietileno de alta densidad	%	1.25	1.25	1.25	1.25	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1203.0	1225.5	1201.0	1201.0	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1205.0	1226.5	1203.5	1204.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	874.3	896.4	872.7	887.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	531.5	540.1	530.8	537.6	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.265	2.269	2.264	2.322	2.280
18	Peso especifico teorico maximo (P _{max}) (ASTM D 2041, AASTHO T 209 /MTC E 506)	gr/cc	2.450	2.450	2.450	2.450	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100((2/6)+(3/2)+(7/8)+(4/2)(9/10))	gr/cc	0.876	0.876	0.876	0.876	
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	7.57	7.39	7.60	5.23	6.95
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/(3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.671	2.671	2.671	2.671	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/(3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.736	2.736	2.736	2.736	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4)/(3P- 8)+(4P-10))	gr/cc	2.701	2.701	2.701	2.701	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.43	0.43	0.43	0.43	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)/1721	%	78.45	78.61	78.43	80.44	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	13.98	14.00	13.97	14.33	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	21.35	21.39	21.57	19.56	21.82
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)/(3+4)	%	5.83	5.83	5.83	5.83	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	64.86	65.46	64.75	73.25	67.88
30	Lectura del am.	kg	212	202	211	214	
31	Estabilidad sin conseguir (tabla de calibración del anillo)	kg	890	874	899	903	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	896	874	899	903	893
34	Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	12	12	12	12	12
34	Fluencia	m.m.	3.05	3.05	3.05	3.30	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2940	2867	2949	2735	2873

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 64: Dosificación de concreto asfáltico en un 6.73% de asfalto y 1.25% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñale	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA : Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarcada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Doble	% Que Pasa el Tamiz												
A Grava Triturada	40.20	36.99													
B Arena	59.80	55.03													
C Asfalto	6.73		1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	= Nº 200			
D PEAD	1.25														

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8			

Nº	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.73	6.73	6.73	6.73	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	36.99	36.99	36.99	36.99	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.03	55.03	55.03	55.03	
5	% polietileno de alta densidad	%	1.25	1.25	1.25	1.25	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	g/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	g/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	g/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	g/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	g/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	g/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1201.9	1200.8	1198.3	1206.1	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1216.6	1202.9	1199.2	1210.4	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	662.2	668.1	664.9	665.3	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	348.4	334.8	334.3	344.8	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	g/cc	2.280	2.245	2.243	2.218	2.227
18	Peso especifico teorico maximo (P _{max}) (ASTM D 2041, AASTHO T 209 MTC E 505)	g/cc	2.461	2.461	2.461	2.461	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100(i)(2/6)^(3/2)*(7/8)^(4/2)(9/10)	g/cc	0.815	0.815	0.815	0.815	
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	10.49	8.76	8.85	9.85	8.49
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/(3/7)^(4/9)^(5/11)	g/cc	2.671	2.671	2.671	2.671	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/(3/8)^(4/10)^(5/11)	g/cc	2.750	2.750	2.750	2.750	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4).0(3/8-8)^(4/9-10)	g/cc	2.739	2.739	2.739	2.739	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(2/3-21)^(2/3*2) (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.96	0.96	0.96	0.96	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)/17/21	%	75.89	77.35	77.27	76.43	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	13.62	13.89	13.87	13.72	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	24.11	22.85	22.73	23.97	23.26
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)^(3+4)	%	5.85	5.85	5.85	5.85	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	56.51	61.31	61.04	58.22	59.27
30	Lectura del are.	kg	322	286	280	301	
31	Estabilidad sin coger (tabla de calibración del anillo)	kg	825	786	887	801	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	838	786	887	801	831
34	Lectura del Resímetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	12	11	12	12	15
34	Fluencia	m.m.	3.81	3.30	3.56	4.06	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2199	2360	2494	2005	2279

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 65: Gravedad específica de mezcla bituminosa (Ensayo Rice) para asfalto con 1.50% de PEAD.

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	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olimy Chung Arriola - Hugo Octavio Puican Barrios	FECHA : Agosto 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.73	5.23	5.73	6.23	6.73
1.- PESO DEL MATERIAL	1202.5	1204.1	1204.5	1203.1	1202.6
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4438.8	4440.4	4440.8	4439.4	4438.9
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3955.8	3953.0	3953.1	3950.2	3951.7
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	483.0	487.4	487.7	489.2	487.2
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.490	2.470	2.470	2.459	2.468
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.490	2.470	2.470	2.459	2.468

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.73	DISENO	

Observaciones :



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 66: Dosificación de concreto asfáltico en un 4.73% de asfalto y 1.50% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	RESP. LAB.:	S.B.F.
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	TEC. LAB.:	C.A.D.S.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñale	FECHA:	Agosto 2021
MATERIAL	: Combinación de agregados		
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios		

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
FEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Doble	% Que Pasa el Tamiz												
A Grava Triturada	40.20	37.70													
B Arena	59.80	56.07													
C Asfalto	4.73		1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	≠ N° 200			
D PEAD	1.50														

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8			

	#	1	2	3	4	Prom.
1 Numero de probeta						
2 C.A. en peso de la mezcla	%	4.73	4.73	4.73	4.73	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.70	37.70	37.70	37.70	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.07	56.07	56.07	56.07	
5 % polietileno de alta densidad	%	1.50	1.50	1.50	1.50	
6 Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7 Peso especifico Bulk de la grava (+#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8 Peso especifico Aparente de la grava (+#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9 Peso especifico Bulk de la arena(+#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.583	2.583	2.583	2.583	
10 Peso especifico Aparente de la arena(+#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11 Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12 Altura promedio de la probeta	cm.					
13 Peso de la probeta en el aire	gr.	1208.4	1205.1	1215.5	1207.1	
14 Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1214.3	1206.0	1221.2	1208.7	
15 Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	674.0	676.0	676.0	671.0	
16 Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	540.3	536.6	531.2	537.7	
17 Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.237	2.246	2.205	2.248	2.233
18 Peso especifico teorico maximo (%)(ca) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 MTC E 508)	gr/cc	2.490	2.490	2.490	2.490	
19 Maxima densidad teorica de los agregados 100[(2/6)+(3/2)(7/8)+(4/2)(9/10)]	gr/cc	1.139	1.139	1.139	1.139	
20 % de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	10.17	9.79	11.43	9.83	10.30
21 Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/[(3/7)+(4/9)+(5/11)]	gr/cc	2.677	2.677	2.677	2.677	
22 Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]	gr/cc	2.681	2.681	2.681	2.681	
23 Peso especifico efectivo del agregado total (3+4)/[(3P- 8)+(4P-10)]	gr/cc	2.681	2.681	2.681	2.681	
24 Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.06	0.06	0.06	0.06	
25 % del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)/17021	%	78.34	78.66	77.24	78.63	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25*20)	%	11.50	11.54	11.33	11.54	
27 % vacios del agregado mineral 100-25	%	21.66	21.34	22.76	21.37	21.78
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	4.68	4.68	4.68	4.68	
29 Relacion betun vacios (26/27)*100	%	53.07	54.10	49.30	54.00	51.74
30 Lectura del an.	kg	162	161	163	162	
31 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	205	201	205	202	
32 Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33 Estabilidad corregida 31*32	kg	205	201	205	202	203
34 Lectura del flexometro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	2	2	2	2	9
34 Fluencia	m.m.	2.03	2.29	2.29	2.29	
35 Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3420	2979	2647	2940	2996

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 67: Dosificación de concreto asfáltico en un 5.23% de asfalto y 1.50% de PEAD.

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

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferrefiate	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Ambila - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA: Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Ducto	% (Que Pasa el Tamiz)									
A Grava Triturada	40.20	37.49										
B Arena.	59.80	55.78										
C Asfalto	5.23		1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	= N° 200
D PEAD	1.50											

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8	

N°	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.23	5.23	5.23	5.23	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.49	37.49	37.49	37.49	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.78	55.78	55.78	55.78	
5	% polietileno de alta densidad	%	1.50	1.50	1.50	1.50	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1210.0	1210.1	1195.2	1210.3	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1217.4	1213.9	1195.7	1213.8	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	664.4	661.0	664.4	670.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	533.0	532.9	531.3	534.8	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.274	2.271	2.250	2.263	2.264
18	Peso especifico teorico maximo (Pica) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 /MTC E 508)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.470	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100((2/6)+(3/2)(7+8)+(4/2)(9+10))	gr/cc	1.036	1.036	1.036	1.036	
20	% de vacios con aire 100*((1-17)/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	7.96	8.68	8.94	8.58	8.54
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.677	2.677	2.677	2.677	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.694	2.694	2.694	2.694	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4)/((3/8-8)+(4/10-10))	gr/cc	2.680	2.680	2.680	2.680	
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	0.04	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	79.22	79.11	78.37	78.85	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25*20)	%	12.83	12.81	12.69	12.77	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	20.76	20.89	21.03	21.15	21.11
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)/(3+4)	%	5.19	5.19	5.19	5.19	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	61.72	61.32	59.67	60.38	60.52
30	Lectura del aro.	kg	105	102	71.7	102	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aro)	kg	332	312	312	292	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	825	812	903	799	808
34	Lectura del flexmetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	12	12	11	11	12
34	Fluencia	m.m.	3.05	3.05	2.79	2.79	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2707	2664	3275	2860	2876

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 68: Dosificación de concreto asfáltico en un 5.73% de asfalto y 1.50% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T -245

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA: Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarcada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Dicho	% Que Pasa el Tamiz												
A Grava Triturada	40.20	37.29													
B Arena	59.80	55.48													
C Asfalto	5.73		1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	N° 400			
D PEAD	1.50														

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.1	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0			
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8				

N°	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.73	5.73	5.73	5.73	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.29	37.29	37.29	37.29	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.48	55.48	55.48	55.48	
5	% polietileno de alta densidad	%	1.50	1.50	1.50	1.50	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1206.2	1218.0	1200.0	1212.4	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1311.7	1321.2	1310.3	1313.3	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	680.0	686.3	681.1	682.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	321.7	324.9	319.2	321.8	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.318	2.320	2.320	2.323	2.323
18	Peso especifico teorico maximo (%ice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 MTC E 508)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.470	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2/6)+(3/2)(7/8)+(4/2)(9/10)]$	gr/cc	0.930	0.930	0.930	0.930	
20	% de vacios con aire $100[(1-17/18)]$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	6.15	6.05	5.72	5.92	5.96
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/[(3/7)+(4/9)+(5/11)]$	gr/cc	2.678	2.678	2.678	2.678	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]$	gr/cc	2.708	2.708	2.708	2.708	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/[(3/8-8)+(4/10-10)]$	gr/cc	2.703	2.703	2.703	2.703	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(2/3-21)/(2/3-21)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.36	0.36	0.36	0.36	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)/17/21$	%	80.30	80.40	80.68	80.50	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	13.34	13.56	13.61	13.38	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	19.70	19.60	19.32	19.50	19.53
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)(3+4)$	%	5.40	5.40	5.40	5.40	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	68.76	69.16	70.42	69.63	69.49
30	Lectura del aro.	kg	226	229	227	226	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	952	968	990	953	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31^*32	kg	952	968	1091	953	969
34	Lectura del flexómetro (0.01") $(35 / 0.254)$	mil.	12	11	12	12	13
34	Fluencia	m.m.	3.05	3.30	3.05	3.56	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3123	2932	3284	2686	3086

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 69: Dosificación de concreto asfáltico en un 6.23% de asfalto y 1.50% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Feteñate	RESP. LAB.: S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriola - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA: Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
FEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz											
A Grava Triturada	40.20	37.09												
B Arena	59.80	55.18												
C Asfalto	6.23		1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	« N° 200		
D PEAD	1.50													

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0		
Especificaciones	100.00	100.00	86-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8			

N°	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.23	6.23	6.23	6.23	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.09	37.09	37.09	37.09	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.18	55.18	55.18	55.18	
5	% polietileno de alta densidad	%	1.50	1.50	1.50	1.50	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	g/cc.	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	g/cc.	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	g/cc.	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	g/cc.	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	g/cc.	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	g/cc.	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1196.0	1196.5	1200.0	1201.8	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1201.0	1200.4	1212.0	1204.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	686.1	685.0	690.2	687.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	514.9	515.4	522.7	517.6	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	g/cc.	2.329	2.321	2.313	2.322	2.321
18	Peso especifico teorico maximo (P _{max}) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 508)	g/cc.	2.459	2.459	2.459	2.459	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100[(2/6)+(3^2/(7+8)+(4^2/(9+10))	g/cc.	0.878	0.878	0.878	0.878	
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.32	5.60	5.96	5.59	5.62
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/(3/7)+(4/9)+(5/11)	g/cc.	2.678	2.678	2.678	2.678	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/(3/8)+(4/10)+(5/11)	g/cc.	2.722	2.722	2.722	2.722	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4) /((3/8) + (4/10) + (5/11))	g/cc.	2.713	2.713	2.713	2.713	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23^2/2) (ASTM D 4489 , MTC E 511)	%	0.50	0.50	0.50	0.50	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	80.24	79.99	79.69	80.01	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	14.45	14.40	14.35	14.41	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	19.76	20.01	20.31	19.99	20.02
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)/(3+4)	%	5.77	5.77	5.77	5.77	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	73.11	71.99	70.66	72.05	71.95
30	Lectura del are.	kg	210	212	242	181	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del arelo)	kg	882	912	1020	882	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	885	915	1020	887	907
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35/0.254)	mil.	14	13	14	14	13
34	Fluencia	m.m.	3.81	3.30	3.56	4.06	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2323	2771	2868	1996	2487

Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 70: Dosificación de concreto asfáltico en un 6.73% de asfalto y 1.50% de PEAD.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -345

PROYECTO	: "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCION	: Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñale	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Combinación de agregados	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Dhana Olmy Chung Arriba - Hugo Octavio Pulcan Barrios	FECHA : Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zarandada	31%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Ducto	% Que Pasa el Tamiz									
A Grava Triturada	40.20	36.89	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	≦ N° 200
B Arena	59.80	54.88										
C Asfalto	6.73											
D PEAD	1.50											

Mezcla	100.0	100.0	83.8	74.2	59.8	43.9	17.5	10.2	6.5	0.0
Especificaciones	100.00	100.00	80-100	70-88	51-68	38-52	17-26	8-17	4-8	

N°	Descripción	Unidad	1	2	3	4	Prom.
1	Numero de probeta	#	1	2	3	4	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.73	6.73	6.73	6.73	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	36.89	36.89	36.89	36.89	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	54.88	54.88	54.88	54.88	
5	% polietileno de alta densidad	%	1.50	1.50	1.50	1.50	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.713	2.713	2.713	2.713	
8	Peso especifico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
9	Peso especifico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.585	2.585	2.585	2.585	
10	Peso especifico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.664	2.664	2.664	2.664	2.664
11	Peso especifico aparente del PEAD	gr/cc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
12	Altura promedio de la probeta	cm.					
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1210.8	1205.2	1210.0	1209.5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1211.9	1206.1	1210.9	1215.8	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	688.3	686.1	689.5	687.2	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	521.6	520.0	521.4	526.6	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.312	2.318	2.321	2.297	2.312
18	Peso especifico teorico maximo (P _{the}) (ASTM D 2041, AASTHO T 209 MTC E 508)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.470	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100[(2/6)+(3/2)+(7/8)+(4/2)+(9/10)]	gr/cc	0.817	0.817	0.817	0.817	
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	6.37	6.36	6.04	7.09	6.39
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/(3/7)+(4/9)+(5/11)	gr/cc	2.678	2.678	2.678	2.678	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/(3/8)+(4/10)+(5/11)	gr/cc	2.736	2.736	2.736	2.736	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3*4)/(3*P- 8)+(4*P-10)	gr/cc	2.731	2.731	2.731	2.731	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	1.02	1.02	1.02	1.02	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3*4)*17/21	%	79.24	79.42	79.32	78.71	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25*20)	%	14.39	14.42	14.44	14.29	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	20.76	20.58	20.48	21.29	20.78
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3*4)	%	5.30	5.30	5.30	5.30	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	69.32	70.08	70.32	67.11	69.26
30	Lectura del arco.	kg	202	207	182	182	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del arco)	kg	881	871	811	778	
32	Factor de estabilidad (TABLA)		1.00	1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	881	871	811	779	836
34	Lectura del flexómetro (0.01") (35/0.254)	pufl.	14	14	13	14	14
34	Fluencia	m.m.	3.56	3.56	3.30	3.56	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2478	2455	2456	2191	2385


Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 71: Granulometría de combinación de agregados.

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

Av. Vicente Russo Lote 1, Fundo El Centro (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 940 052 022 - 954 131 470 - 980 920 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS
(MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27)

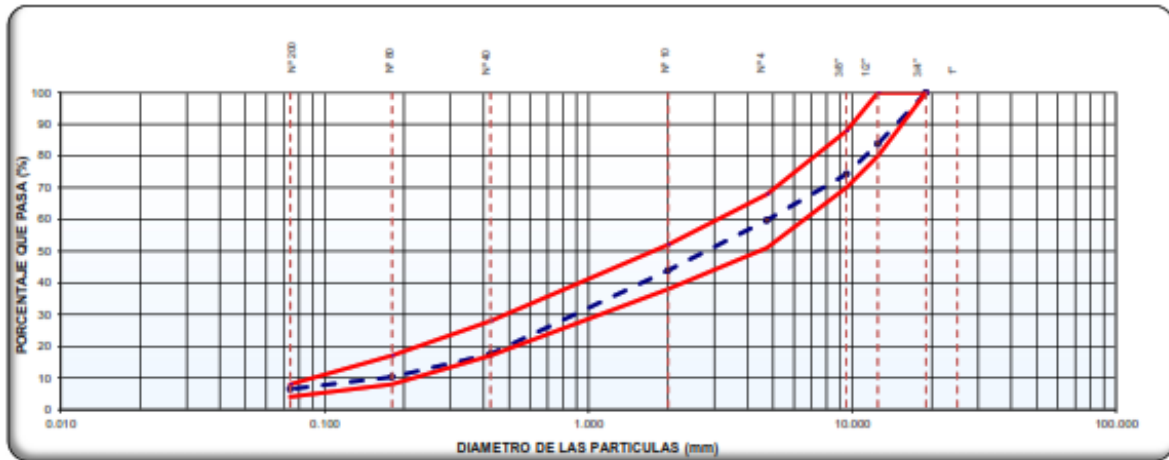


PROYECTO : "Diseño de mezcla asfáltica adicionada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en la ciudad de Chiclayo".	
DESCRIPCIÓN : Cemento Asfáltico Pen 60/70	
CANTERA : Tres Tomas - Ferrefalte	
MATERIAL : Combinación de agregados	RESP. LAB. : S.B.F.
SOLICITANTE : Dhana Olmy Chung Arribia - Hugo Octavio Pulcan Barrios	TEC. LAB. : C.A.D.S.
	FECHA : Agosto 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	40%
Arena Chancada	29%
Arena Zaramedada	31.00%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO							DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
TAMIZ	AASHTO T- 27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION MAC-2 (CE-010)	
1"	25.000				100.0	100 100	TAMANO MAXIMO: 3/4" Peso inicial seco : 15000.0 gr Peso fraccion fino : 8970.0 gr Peso humedo : 12000.0 gr Peso seco : 1184.0 gr Humedad : 1.35%
3/4"	19.000				100.0	100 100	
1/2"	12.500	2425.0	16.2	16.2	83.8	80 100	
3/8"	9.500	1439.0	9.6	25.8	74.2	70 85	
Nº 4	4.750	2106.0	14.4	40.2	59.8	51 66	
Nº 10	2.000	2390.2	15.9	56.1	43.9	36 52	
Nº 40	0.425	3947.6	26.3	82.5	17.5	17 20	
Nº 80	0.180	1097.6	7.3	89.8	10.2	8 17	
Nº 200	0.074	356.6	3.7	93.5	6.5	4 8	
< Nº 200	FONDO	975.8	6.5	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



Fuente: EMP Asfaltos.

Anexo 72: Cálculo de porcentaje inicial de asfalto.

Datos Iniciales:

	Agregado Gruoso	Agregado Fino
Porcentaje de Agregado:	40.2	59.8
Gravedad específica bruta (Gsb):	2.713	2.585
Gravedad específica efectiva (Gse):	2.728	2.614
Gravedad específica aparente (Gsa):	2.756	2.664
Gravedad específica del asfalto:	1.021	

Gsb:

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2}{\frac{P_1}{G_{sb1}} + \frac{P_2}{G_{sb2}}}$$

$$G_{sb} = \frac{40.2 + 59.8}{\frac{40.2}{2.713} + \frac{59.8}{2.585}}$$

$$G_{sb} = 2.635$$

Gsa:

$$G_{sa} = \frac{P_1 + P_2}{\frac{P_1}{G_{sa1}} + \frac{P_2}{G_{sa2}}}$$

$$G_{sa} = \frac{40.2 + 59.8}{\frac{40.2}{2.756} + \frac{59.8}{2.664}}$$

$$G_{sa} = 2.700$$

Gse ini:

$$G_{se\ ini} = G_{sb} + 0.8 (G_{sa} - G_{sb})$$

$$G_{se\ ini} = 2.687$$

Ws ini:

$$W_{s\ ini} = \left(\frac{P_s * (1 - V_a)}{\frac{P_b}{G_b} + \frac{P_s}{G_{se\ ini}}} \right)$$

$$W_{s\ ini} = \frac{95 * (1 - 0.04)}{\frac{5}{1.021} + \frac{95}{2.687}}$$

$$W_{s\ ini} = 2.266$$

Vbe ini:

$$V_{be\ ini} = 0.176 - 0.0675 \text{ Log}(TN)$$

$$V_{be\ ini} = 0.089684$$

Vba ini:

$$V_{ba\ ini} = W_{s\ ini} * \left(\frac{1}{G_{sb}} - \frac{1}{G_{se\ ini}} \right)$$

$$V_{ba\ ini} = 2.266 * \left(\frac{1}{2.635} - \frac{1}{2.687} \right)$$

$$V_{ba\ ini} = 0.016707$$

Pb ini:

$$P_{b\ ini} = \frac{G_b * (V_{be\ ini} + V_{ba\ ini})}{G_b * (V_{be\ ini} + V_{ba\ ini}) + W_{s\ ini}} * 100$$

$$P_{b\ ini} = \frac{1.021 * (0.089684 + 0.0167)}{1.021 * (0.089684 + 0.0167) + 2.266} * 100$$

$$P_{b\ ini} = 5.5$$

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 73: Resultados del análisis descriptivo de los datos encontrados por el programa SPSS.

Descriptivos

Notas

Resultados creados		01-OCT-2021 12:43:49
Comentarios		
Entrada	Datos	C:\Users\Dhana Chung\Desktop\TESIS\1.sav
	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos1
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	140
Manipulación de los valores perdidos	Definición de los perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario son considerados como perdidos.
	Casos utilizados	Se han utilizado todos los datos no perdidos.
Sintaxis		DESCRIPTIVES VARIABLES=Estabilidad Flujo /STATISTICS=MEAN STDDEV VARIANCE RANGE MIN MAX KURTOSIS SKEWNESS.
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.00
	Tiempo transcurrido	00:00:00.00

[Conjunto_de_datos1] C:\Users\Dhana Chung\Desktop\TESIS\1.sav

Estadísticos descriptivos

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
Estabilidad de la mezcla (kg)	140	700,00	605,00	1305,00	900,2571
Flujo de la mezcla (0.01")	140	8,00	8,00	16,00	12,5643
N válido (según lista)	140				

Estadísticos descriptivos

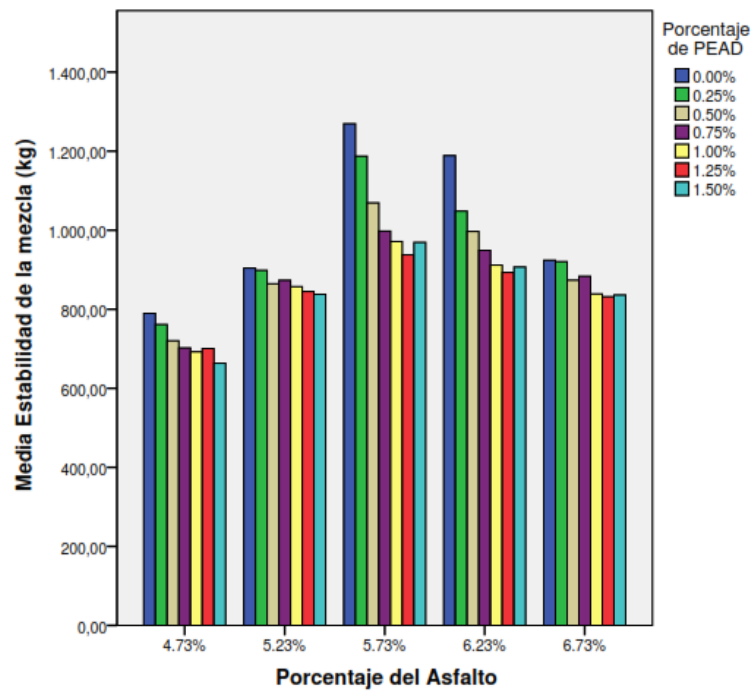
	Dev. tip.	Varianza	Asimetría		Curtosis
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error típico	Estadístico
Estabilidad de la mezcla (kg)	141,64661	20063,761	,729	,205	,714
Flujo de la mezcla (0.01")	2,10587	4,435	-,295	,205	-,780
N válido (según lista)					

Estadísticos descriptivos

	Curtosis
	Error típico
Estabilidad de la mezcla (kg)	,407
Flujo de la mezcla (0.01")	,407
N válido (según lista)	

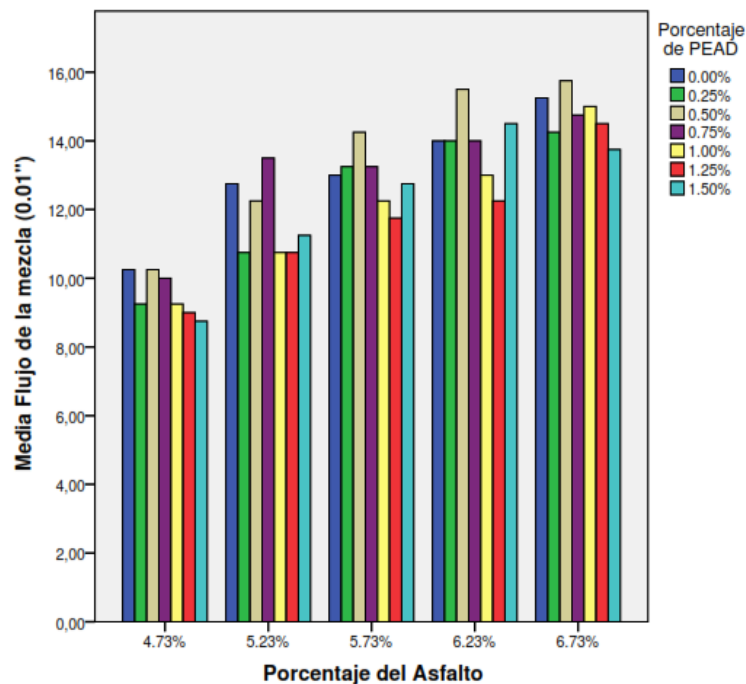
Fuente: Programa SPSS.

Anexo 74: Gráfico de la media estabilidad de la mezcla asfáltica con respecto al porcentaje de asfalto y agrupado por el porcentaje de PEAD.



Fuente: Programa SPSS.

Anexo 75: Gráfico de la media flujo de la mezcla asfáltica con respecto al porcentaje de asfalto y agrupado por el porcentaje de PEAD.



Fuente: Programa SPSS.

Anexo 76: Resultado del análisis de la confiabilidad por el Alfa de Cronbach.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,881	2

Fuente: Programa SPSS.

Anexo 77: Resultado del análisis de regresión lineal a los resultados de estabilidad de acuerdo con el porcentaje de asfalto y PEAD.

Variables introducidas/eliminadas^a

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	PorcentajePEAD, PorcentajeAsfalto ^b	.	Introducir

a. Variable dependiente: Estabilidad

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error tip. de la estimación
1	,591 ^a	,349	,340	115,08832

a. Variables predictoras: (Constante), PorcentajePEAD, PorcentajeAsfalto

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	974253,614	2	487126,807	36,777	,000 ^b
	Residual	1814609,129	137	13245,322		
	Total	2788862,743	139			

a. Variable dependiente: Estabilidad

b. Variables predictoras: (Constante), PorcentajePEAD, PorcentajeAsfalto

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients tipificados	t	Sig.
		B	Error tip.	Beta		
1	(Constante)	500,858	80,747		6,203	,000
	PorcentajeAsfalto	84,871	13,756	,425	6,170	,000
	PorcentajePEAD	-115,886	19,453	-,411	-5,957	,000

a. Variable dependiente: Estabilidad

Fuente: Programa SPSS.

Anexo 78: Resultado del análisis de regresión lineal a los resultados de flujo de acuerdo con el porcentaje de asfalto y PEAD.

Variables introducidas/eliminadas^a

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	PorcentajePEAD, PorcentajeAsfalto ^b	.	Introducir

a. Variable dependiente: Flujo

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error tip. de la estimación
1	,869 ^a	,756	,752	1,04832

a. Variables predictoras: (Constante), PorcentajePEAD, PorcentajeAsfalto

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	465,861	2	232,930	211,951	,000 ^b
	Residual	150,561	137	1,099		
	Total	616,421	139			

a. Variable dependiente: Flujo

b. Variables predictoras: (Constante), PorcentajePEAD, PorcentajeAsfalto

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients tipificados	t	Sig.
		B	Error tip.	Beta		
1	(Constante)	-1,305	,736		-1,774	,078
	PorcentajeAsfalto	2,521	,125	,850	20,123	,000
	PorcentajePEAD	-,771	,177	-,184	-4,353	,000

a. Variable dependiente: Flujo

Fuente: Programa SPSS.

Anexo 79: Resultado de la prueba T para la comprobación de hipótesis respecto a la estabilidad de la mezcla asfáltica.

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Estabilidad de la mezcla asfáltica	120	881.1250	122.86760	11.21623

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 1240

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de ... Inferior
Estabilidad de la mezcla asfáltica	-31.996	119	.000	-358.87500	-381.0842

Prueba para una muestra

Valor de prueba ..

95% de intervalo de confianza de ..

Superior

Estabilidad de la mezcla asfáltica	-336.6658
------------------------------------	-----------

Fuente: Programa SPSS.

Anexo 80: Resultado de la prueba T para la comprobación de hipótesis respecto al flujo de la mezcla asfáltica.

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Flujo de la mezcla asfáltica	120	12.4833	2.14587	.19589

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 13

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	99% de intervalo de ... Inferior
Flujo de la mezcla asfáltica	-2.638	119	.009	-.51667	-1.0295

Prueba para una muestra

Valor de prueba ..

99% de intervalo de confianza de ..

Superior

Flujo de la mezcla asfáltica	-.0039
------------------------------	--------

Fuente: Programa SPSS.

Anexo 81: Fotografías de ejecución de tesis.



Figura 10: Selección y cuarteo de agregado grueso y fino.



Figura 11: Tamizado de agregado grueso por malla.



Figura 12: Tamizado de agregado grueso por malla.



Figura 13: Selección de agregado grueso, arena chancada y arena zarandeada.



Figura 14: Selección de agregado grueso, arena chancada y arena zarandeada.



Figura 15: Selección de agregado grueso, arena chancada y arena zarandeada.



Figura 16: Tamizado de agregado grueso.



Figura 17: Material separado por retenido en tamizado por mallas.



Figura 18: Tarado de material retenido en malla N° 4.



Figura 19: Botellas hechas de PEAD antes de ser cortadas manualmente.

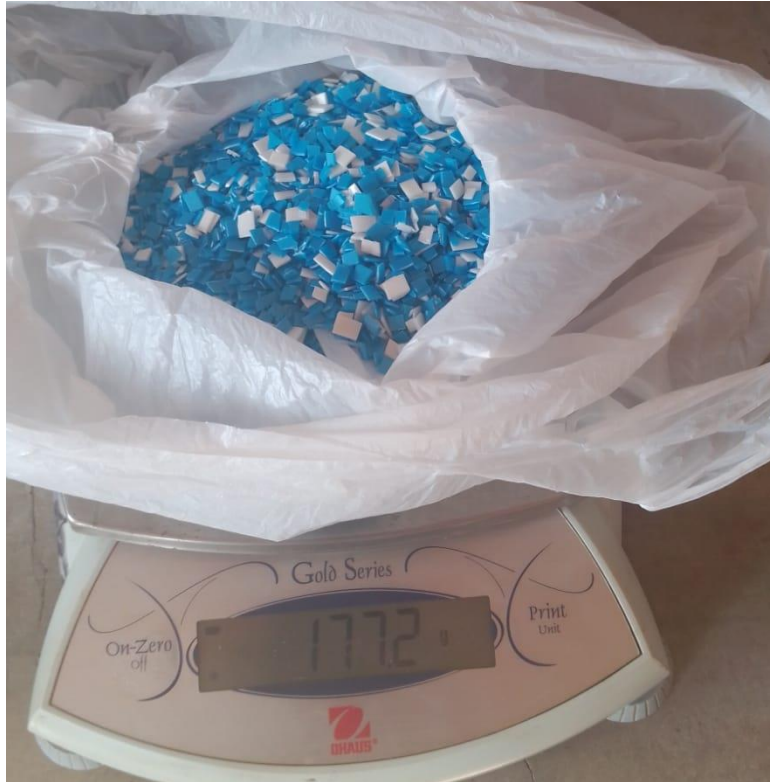


Figura 20: Tarado de partículas de polímeros PEAD.



Figura 21: Tarado de agregado mezclado con PEAD.

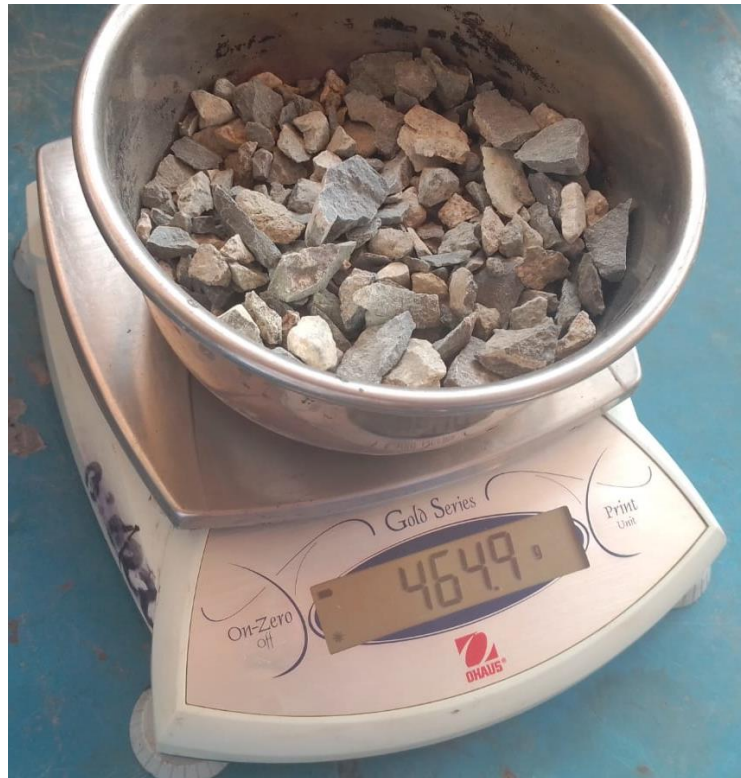


Figura 22: Tarado de agregado grueso.



Figura 23: Tarado de arena chancada.



Figura 24: Tarado de arena zarandeada.

1220	1230	1240	1250	1260
P ₁ = 947.45 A ₁ = 395.30 A ₂ = 354.55 P ₁₀₀ = 2.94 A ₂₀ (%) = 63.81 1156.19 0.25%	P ₁ = 947.45 A ₁ = 354.30 A ₂ = 352.04 P ₁₀₀ = 5.13 A ₂₀ (%) = 63.81 1156.19 0.50%	P ₁ = 942.85 A ₁ = 339.20 A ₂ = 349.45 P ₁₀₀ = 3.44 A ₂₀ (%) = 63.81 1156.19 0.25%	P ₁ = 942.85 A ₁ = 339.20 A ₂ = 346.84 P ₁₀₀ = 11.86 A ₂₀ (%) = 63.81 1156.19 0.25%	P ₁ = 942.85 A ₁ = 335.30 A ₂ = 343.73 P ₁₀₀ = 19.95 A ₂₀ (%) = 63.81 1156.19 0.25%
P ₁ = 460.04 A ₁ = 354.55 A ₂ = 359.65 P ₁₀₀ = 2.57 A ₂₀ (%) = 67.71 1150.07 0.25%	P ₁ = 460.04 A ₁ = 355.55 A ₂ = 350.25 P ₁₀₀ = 5.34 A ₂₀ (%) = 67.71 1150.07 0.50%	P ₁ = 460.04 A ₁ = 355.55 A ₂ = 349.78 P ₁₀₀ = 8.61 A ₂₀ (%) = 67.71 1150.07 0.25%	P ₁ = 460.04 A ₁ = 355.55 A ₂ = 345.08 P ₁₀₀ = 9.83 A ₂₀ (%) = 67.71 1150.07 0.25%	P ₁ = 460.04 A ₁ = 357.55 A ₂ = 342.77 P ₁₀₀ = 14.35 A ₂₀ (%) = 67.71 1150.07 0.25%
P ₁ = 452.60 A ₁ = 351.76 A ₂ = 351.78 P ₁₀₀ = 2.76 A ₂₀ (%) = 76.01 1143.77 0.25%	P ₁ = 452.60 A ₁ = 351.76 A ₂ = 348.92 P ₁₀₀ = 5.72 A ₂₀ (%) = 76.01 1143.77 0.50%	P ₁ = 452.60 A ₁ = 351.76 A ₂ = 346.06 P ₁₀₀ = 8.52 A ₂₀ (%) = 76.01 1143.77 0.25%	P ₁ = 452.60 A ₁ = 351.76 A ₂ = 343.20 P ₁₀₀ = 8.94 A ₂₀ (%) = 76.01 1143.77 0.25%	P ₁ = 452.60 A ₁ = 351.76 A ₂ = 340.37 P ₁₀₀ = 17.13 A ₂₀ (%) = 76.01 1143.77 0.25%
P ₁ = 455.16 A ₁ = 329.99 A ₂ = 349.70 P ₁₀₀ = 2.84 A ₂₀ (%) = 82.11 1131.87 0.25%	P ₁ = 455.16 A ₁ = 329.99 A ₂ = 347.06 P ₁₀₀ = 5.62 A ₂₀ (%) = 82.11 1131.87 0.50%	P ₁ = 455.16 A ₁ = 329.99 A ₂ = 344.21 P ₁₀₀ = 8.52 A ₂₀ (%) = 82.11 1131.87 0.25%	P ₁ = 455.16 A ₁ = 329.99 A ₂ = 341.33 P ₁₀₀ = 11.86 A ₂₀ (%) = 82.11 1131.87 0.25%	P ₁ = 455.16 A ₁ = 329.99 A ₂ = 338.54 P ₁₀₀ = 14.20 A ₂₀ (%) = 82.11 1131.87 0.25%

Figura 24: Tabla de dosificación de la mezcla asfáltica.



Figura 25: Agregado preparado para ensayo de abrasión (máquina de los ángeles).



Figura 25: Maquinaria para ensayo de abrasión (máquina de los ángeles).



Figura 26: Ejecución de ensayo de abrasión (máquina de los ángeles).



Figura 27: Resultado del ensayo de abrasión (máquina de los ángeles).



Figura 28: Separación de agregado grueso para elaboración de ensayo “Porcentaje de partículas chatas y alargadas en los agregados”.



Figura 29: Separación de agregado grueso para elaboración de ensayo “Porcentaje de partículas chatas y alargadas en los agregados”.



Figura 30: Elaboración de ensayo sobre el peso específico y absorción de los agregados gruesos.



Figura 31: Elaboración de ensayo sobre el peso específico y absorción de los agregados gruesos.



Figura 32: Elaboración de ensayo sobre el equivalente de arena.



Figura 33: Elaboración de ensayo sobre contenido de sales solubles en el suelo.



Figura 34: Material para ensayo de granulometría.



Figura 35: Elaboración de ensayo de granulometría.



Figura 36: Elaboración de ensayo sobre límites de consistencia material pasante de la malla N°40 y N°200 (Copa Casagrande).



Figura 37: Elaboración de ensayo sobre límites de consistencia material pasante de la malla N°40 y N°200 (Copa Casagrande).



Figura 38: Elaboración de ensayo sobre índice de durabilidad del agregado grueso.



Figura 39: Cálculo de pesos de materiales para la elaboración de la mezcla asfáltica.



Figura 40: Preparación de mezcla asfáltica en caliente.



Figura 41: Preparación de mezcla asfáltica en caliente.



Figura 42: Vertimiento de concreto asfáltico para la elaboración de mezcla asfáltica en caliente.



Figura 43: Vertimiento de agregado fino para la elaboración de mezcla asfáltica en caliente.



Figura 44: Elaboración de mezcla asfáltica en caliente.



Figura 45: Resultado de la elaboración de mezcla asfáltica en caliente.



Figura 46: Tarado de materiales para la mezcla asfáltica.



Figura 47: Preparación de briquetas.



Figura 48: Golpes normativos a las briquetas.



Figura 49: Medida de temperatura de mezcla asfáltica en caliente.



Figura 50: Colocación de briquetas en baño María para ensayo RICE.



Figura 51: Pesado de briqueta para ensayo RICE.



Figura 52: Ejecución de ensayo RICE.



Figura 53: Extracción de muestras para ensayo RICE.



Figura 54: Pesado de briqueta.



Figura 54: Realización de ensayo Marshall.



Figura 55: Realización de ensayo Marshall.



Figura 56: Realización de ensayo Marshall.



Figura 57: Briqueta ensayada en ensayo Marshall.



Figura 58: Colocación de briqueta en ensayo Marshall.



Figura 59: Total de briquetas elaboradas.



Figura 60: Total de briquetas elaboradas.



Figura 61: Total de briquetas elaboradas.



Figura 62: Briquetas posteriormente elaboradas.