



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Propiedades mecánicas del asfalto en caliente adicionando
tereftalato de polietileno en polvo, Chimbote-2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE.

Ingeniero Civil

AUTORES:

Avila Cueva, Kristhel Sabrina (orcid.org/0000-0003-0884-3574)

Castro Ramos, Mario Alejandro (orcid.org/0000-0002-7914-0318)

ASESOR:

Mgtr. Diaz Garcia, Gonzalo Hugo (orcid.org/0000-0002-3441-8005)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto a nuestros queridos padres, quienes han sido la fuente inagotable de amor, apoyo y sacrificio en nuestro camino académico, dedicamos este proyecto de investigación. Vuestra guía y ejemplo han sido la base de nuestro crecimiento y desarrollo como personas. Que este logro sea también un tributo a su amor y dedicación como padres, y que se sientan orgullosos de los frutos de su amor y sacrificio. El legado de ustedes, perdurará en cada paso que damos y en cada logro que alcanzamos.

A dios, que este proyecto sea un testimonio de nuestra gratitud hacia ti, y que pueda contribuir de alguna manera al bienestar de la sociedad y al avance del conocimiento. Te encomendamos nuestros propósitos y anhelos, confiando en que tu divina presencia nos guío en cada etapa de esta investigación.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad César Vallejo, por brindarnos la invaluable oportunidad de realizar este proyecto de investigación. A lo largo de este camino, hemos experimentado un crecimiento académico y personal que ha sido posible gracias a los recursos, el apoyo y las oportunidades que nos ha proporcionado esta institución.

Agradecemos al Mgter. Gonzalo Hugo Díaz, que no ha guiado y compartido su conocimiento, inspirándonos a buscar respuestas y a profundizar en nuestro campo de estudio. Su dedicación y pasión por la enseñanza han sido fundamentales en nuestro proceso de aprendizaje.

Por último, queremos agradecer a nuestras familias y seres queridos por su constante apoyo y comprensión. Su paciencia, ánimo y amor incondicional han sido pilares fundamentales en nuestra trayectoria académica.



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DIAZ GARCIA GONZALO HUGO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Propiedades mecánicas del asfalto en caliente adicionando tereftalato de polietileno en polvo, Chimbote-2023", cuyos autores son CASTRO RAMOS MARIO ALEJANDRO, AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

CHIMBOTE, 05 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DIAZ GARCIA GONZALO HUGO DNI: 40539624 ORCID: 0000-0002-3441-8005	Firmado electrónicamente por: GHDIAZ el 05-07- 2023 08:44:22

Código documento Trilce: TRI - 0572313



Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA, CASTRO RAMOS MARIO ALEJANDRO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Propiedades mecánicas del asfalto en caliente adicionando tereftalato de polietileno en polvo, Chimbote-2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
CASTRO RAMOS MARIO ALEJANDRO DNI: 71732664 ORCID: 0000-0002-7914-0318	Firmado electrónicamente por: MCASTRORA el 05-07-2023 15:18:13
AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA DNI: 73022983 ORCID: 0000-0003-0884-3574	Firmado electrónicamente por: KAVILACUE el 05-07-2023 15:21:09

Código documento Trilce: INV - 1303565

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. MARCO TEÓRICO	16
III. METODOLOGÍA.....	23
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	23
3.2. Variables y operacionalización:	25
3.3. Población, muestra y muestreo	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
3.5. Procedimientos.....	30
3.6. Método de análisis de datos.....	32
3.7. Aspectos éticos	32
IV. RESULTADOS	35
V. DISCUSIÓN.....	74
VI. CONCLUSIONES.....	79
VII. RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS.....	81
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Grupo convencional y grupo adicionado con PET	27
Tabla 2: Ensayos en laboratorio	29
Tabla 3: Características del tereftalato de polietileno	35
Tabla 4: Tabla del análisis granulométrico del tereftalato de polietileno	36
Tabla 5: Resultados de los ensayos del agregado grueso	37
Tabla 6: Resultados de los ensayos del agregado fino	38
Tabla 7: Resultados del análisis químico del agregado grueso	39
Tabla 8: Resultados del análisis químico del agregado fino	39
Tabla 9: Tabla del análisis granulométrico de los agregados pétreos	40
Tabla 10: Dosificación de los agregados	41
Tabla 11: Resumen del análisis de los porcentajes de asfalto	42
Tabla 12: Características Marshall del porcentaje óptimo	48
Tabla 13: Dosificación de los agregados y el porcentaje de asfalto PEN 60/70 óptimo	49
Tabla 14: Dosificación de los agregados para adición del PET al 1.00%	49
Tabla 15: Características Marshall del porcentaje de asfalto PEN 60/70 óptimo con la adición del 1.00%	51
Tabla 16: Dosificación de los agregados para adición del PET al 1.25%	52
Tabla 17: Características Marshall del porcentaje óptimo con la adición del 1.25%	54
Tabla 18: Dosificación de los agregados para adición del PET al 1.50%	55
Tabla 19: Características Marshall del porcentaje óptimo con la adición del 1.50%	57
Tabla 20: Dosificación para el PET que generó mayor aporte a la MAC 2	64
Tabla 21: Prueba de muestras independientes para la mezcla convencional y la adición al 1.00% de PET en polvo	64

Tabla 22: Prueba de muestras independientes para la mezcla convencional y la adición al 1.25% de PET en polvo.....	65
Tabla 23: Prueba de muestras independientes para la mezcla convencional y la adición al 1.50% de PET en polvo.....	66
Tabla 24: Nivel de significancia de las características Marshall para cada porcentaje de PET en polvo	67
Tabla 25: Coeficientes del comportamiento de los componentes de la MAC 2	68
Tabla 26: Ecuaciones para la MAC 2 adicionada con PET en polvo	68
Tabla 27: Prueba estadística para las características del PET	69
Tabla 28: Prueba para una muestra para los ensayos del agregado fino.....	69
Tabla 29: Prueba para una muestra para los ensayos del agregado fino.....	70
Tabla 30: Prueba estadística para el cemento asfáltico en mezcla convencional y adicionadas con PET en polvo	70
Tabla 31: Prueba de muestras independientes para las propiedades mecánicas de la mezcla convencional y adicionada con PET en polvo	71
Tabla 32: Valor de significancia de las propiedades mecánicas para cada porcentaje de PET.....	72
Tabla 33: Resultados de la prueba estadística para la hipótesis general	73

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Gráfico 1: Curva granulométrica de los agregados	41
Gráfico 2: Peso unitario vs porcentaje de asfalto	43
Gráfico 3: Vacíos vs porcentaje de asfalto	43
Gráfico 4: V.M.A vs porcentaje de asfalto	44
Gráfico 5: Vacíos llenos C.A. vs porcentaje de asfalto	45
Gráfico 6: Polvo/asfalto vs porcentaje de asfalto.....	45
Gráfico 7: Flujo vs porcentaje de asfalto	46
Gráfico 8: Estabilidad vs porcentaje de asfalto.....	47
Gráfico 9: Flujo, V.M.A y vacíos con adición al 1.00%, respecto al porcentaje de asfalto PEN 60/70	50
Gráfico 10: Estabilidad/flujo y estabilidad con adición al 1.00%, respecto al porcentaje de asfalto PEN 60/70.....	51
Gráfico 11: Flujo, V.M.A y vacíos con adición al 1.25%, respecto al porcentaje de asfalto PEN 60/70	53
Gráfico 12: Estabilidad/flujo y estabilidad con adición al 1.25%, respecto al porcentaje de asfalto PEN 60/70.....	54
Gráfico 13: Flujo, V.M.A y vacíos con adición al 1.50%, respecto al porcentaje de asfalto PEN 60/70	56
Gráfico 14: Estabilidad/flujo y estabilidad con adición al 1.50%, respecto al porcentaje de asfalto PEN 60/70.....	56
Gráfico 15: Mezcla asfáltica estándar MAC-2	58
Gráfico 16: Estabilidad en la MAC-2 adicionando PET en polvo.....	59
Gráfico 17: Fluencia en la MAC-2 adicionando PET en polvo	61
Gráfico 18: Porcentaje de vacíos en la MAC-2 adicionando PET en polvo.....	62

RESUMEN

La investigación realizada sostuvo como objetivo primordial determinar el efecto producido en las propiedades mecánicas del asfalto en caliente al adicionar el tereftalato de polietileno en polvo en porcentajes de 1%, 1.25% y 1.5%, Chimbote. El tipo de investigación es aplicada con enfoque cuantitativo, y el estudio realizado es un diseño experimental – explicativo de tipo cuasiexperimental. Para su población se consideró 48 briquetas. Las muestras fueron: 12 para la muestra convencional y 36 briquetas para la mezcla asfáltica adicionada con los porcentajes de PET en polvo (1.00%, 1.25% y 1.50%). Como resultado principal del diseño de mezcla asfáltica adicionada con PET en polvo, se determinó que PET en polvo en porcentajes de 1.00%, 1.25% y 1.50% de adición, muestra mejora en el valor del flujo de las mezclas asfálticas; sin embargo, influye negativamente en la estabilidad y el porcentaje de vacíos, disminuyendo e incrementando sus valores respectivamente. Además, la granulometría del PET en polvo, tiene proporciones menores a 0.150 mm. Los agregados cumplen con los requisitos del MTC para una MAC 2, donde se halló un porcentaje óptimo de cemento asfáltico de 5.75% por el diseño de mezcla Marshall. Finalmente, se establece que el 1.50% de PET en polvo, muestra mejoras en el flujo y la estabilidad de la mezcla asfáltica en polvo; siendo el porcentaje, entre las adiciones propuestas, que muestra los mejores beneficios a la mezcla asfáltica en caliente mediante el análisis estadístico inferencial.

Palabras clave: Tereftalato de polietileno, propiedades mecánicas del asfalto y asfalto en caliente.

ABSTRACT

The research carried out aimed to determine the effect on the mechanical properties of hot asphalt by adding polyethylene terephthalate (PET) powder in percentages of 1%, 1.25%, and 1.5% in Chimbote. The research type is applied with a quantitative approach, and the study conducted is an experimental-explanatory design of a quasi-experimental type. The population considered consisted of 48 briquettes. The samples were as follows: 12 for the conventional sample and 36 briquettes for the asphalt mixture added with the percentages of PET powder (1.00%, 1.25%, and 1.50%). As the main result of the asphalt mixture design added with PET powder, it was determined that PET powder in percentages of 1.00%, 1.25%, and 1.50% showed improvement in the flow value of the asphalt mixtures; however, it negatively influenced stability and void percentage, decreasing and increasing their respective values. Additionally, the PET powder granulometry had proportions smaller than 0.150 mm. The aggregates meet the requirements of the Ministry of Transport and Communications (MTC) for a Class 2 asphalt concrete, where an optimal percentage of asphalt cement of 5.75% was found through the Marshall mix design. Finally, it is established that the 1.50% PET powder shows improvements in the flow and stability of the hot asphalt mix, being the percentage that, among the proposed additions, demonstrates the best benefits to the hot asphalt mixture through inferential statistical analysis.

Keywords: Polyethylene terephthalate, asphalt mechanical properties, and hot asphalt.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el incorrecto manejo de los residuos plásticos, incluido el PET, representa un desafío significativo para el medio ambiente. La producción y acumulación de estos desechos plásticos han generado problemas como la contaminación de los océanos, la degradación de los ecosistemas y la afectación de la salud humana. La necesidad de encontrar soluciones sostenibles para el manejo de los residuos plásticos es urgente y requiere acciones concretas.

En el contexto nacional, el manejo de los residuos plásticos también es una preocupación importante. En Perú, la generación de desechos plásticos ha aumentado considerablemente en los recientes años, lo que muestra problemas de contaminación y dificultades en su adecuada disposición. El PET, al ser uno de los principales tipos de plástico utilizado, contribuye significativamente a esta problemática.

En la ciudad de Chimbote, la infraestructura vial presenta desafíos en términos de sus propiedades y su pronta degradación. Los factores climáticos, el tráfico pesado y el uso constante de estas vías contribuyen al desgaste y deterioro de las superficies asfaltadas, lo que afecta la calidad y durabilidad de las mismas.

La realidad problemática planteada abre la oportunidad de abordar estos desafíos mediante la investigación sobre la adición de PET en la mezcla asfáltica en Chimbote. La incorporación de este material reciclado podría ofrecer soluciones prácticas para mejorar la estabilidad, fluencia y porcentaje de vacíos en las mezclas asfálticas utilizadas en las vías de la ciudad. Además, esta alternativa contribuiría a reducir la acumulación de residuos plásticos y promovería prácticas más sostenibles en el ámbito de la construcción vial.

En vista de esto, se planteó el proyecto de investigación sobre determinar el efecto en las propiedades mecánicas del asfalto en caliente al adicionar PET en polvo en porcentajes de 1%, 1.25% y 1.5%.

Posteriormente se formuló el siguiente problema de investigación general: ¿Cuál es el efecto en las propiedades mecánicas del asfalto en caliente, al adicionar tereftalato de polietileno en polvo en porcentajes de 1%, 1.25% y 1.5%,

Chimbote-2023?, de la misma manera se procede a realizar, los siguientes problemas específicos: (a) ¿Cuáles son las características del tereftalato de polietileno?; (b) ¿Qué características tienen los agregados que intervienen en el diseño de mezcla asfáltica?; (c) ¿Cuáles son las diferencias entre el diseño de mezcla asfáltica estándar y el diseño de mezcla asfáltica adicionada utilizando el método Marshall?; (d) ¿Cuáles son los valores de estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos en la mezcla asfáltica estándar en comparación con la mezcla modificada con adiciones de PET en polvo al 1%, 1.25% y 1.5%?; y finalmente, (e) ¿Cuál es el porcentaje de tereftalato de polietileno en polvo que, según el análisis estadístico inferencial, proporcionará los mejores beneficios a la mezcla asfáltica en caliente?

A continuación, damos a conocer la justificación del proyecto de investigación, comenzando por la justificación práctica, que radica en la necesidad de evaluar el impacto de la adición de tereftalato de polietileno en polvo en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, con el objetivo de mejorar la calidad y la durabilidad de las mezclas asfálticas utilizadas en obras viales. Estas mejoras tienen un impacto positivo en la calidad de las carreteras y pavimentos, así como en la sostenibilidad y gestión de los residuos plásticos.

De la misma manera, metodológicamente hablando, se justifica, dado que hay estudios anteriores, con ensayos estandarizados, procesos, protocolos y normas que deben cumplir a nivel nacional, así como, internacional.

Por otro lado, también tenemos la justificación ambiental, ya que la producción de PET reciclado tiene una menor huella de carbono en comparación con la producción de PET virgen. Al utilizar el PET, si no se gestiona adecuadamente, puede contribuir a la contaminación del agua y los ecosistemas. Y finalmente, se generará pavimentos reciclados, novedosos y amables con el medio ambiente.

Continuando, con la justificación económica y social, nos abrimos paso a mercados novedosos y avanzados, cuando creamos o mejoramos las características de un producto antes conocido, y mejor, si también tomamos en cuenta, el medio ambiente. Además, el uso de PET reciclado fomenta la transición hacia una economía circular, en donde los plásticos se reciclan y

reutilizan en lugar de desecharse, esto contribuye a cerrar el ciclo de vida del plástico. Todo esto convierte al tereftalato de polietileno, en una alternativa de solución ecológica, económica y viable, para implementar en nuestras futuras obras viales.

Posteriormente, se formuló el objetivo general de la investigación, determinar el efecto producido en las propiedades mecánicas del asfalto en caliente al adicionar el tereftalato de polietileno en polvo en porcentajes de 1%, 1.25% y 1.5%, posteriormente generando los siguientes objetivos específicos, donde se deberá (a) Identificar las características del tereftalato de polietileno halladas en artículos de investigación, de la misma manera, (b) Caracterizar los agregados que intervienen en el diseño de mezcla asfáltica, por otro lado, (c) Identificar las diferencias entre el diseño de mezcla asfáltica estándar y el diseño de mezcla asfáltica adicionada utilizando el método Marshall, además, se deberá (d) Comparar los valores de estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica estándar y la mezcla modificada con adiciones de PET en polvo al 1%, 1.25% y 1.5%, por último, (e) Establecer el porcentaje de tereftalato de polietileno en polvo que brindará los mejores beneficios a la mezcla asfáltica en caliente mediante el análisis estadístico inferencial.

En base a la información proporcionada, se plantea la siguiente hipótesis general: H_i : La adición de tereftalato de polietileno en polvo en porcentajes de 1%, 1.25% y 1.5% tiene un efecto positivo en las propiedades mecánicas del asfalto en caliente; a la misma vez, obteniendo una hipótesis nula, H_o : La adición de tereftalato de polietileno en polvo en porcentajes de 1%, 1.25% y 1.5% no tiene un efecto positivo en las propiedades mecánicas del asfalto en caliente. De la misma manera, tenemos hipótesis específicas: H_1 : Las características del tereftalato de polietileno reportadas en autores de diferentes artículos de investigación coinciden; H_{1o} : Las características del tereftalato de polietileno reportadas en autores de diferentes artículos de investigación no coinciden; de igual manera, H_2 : Los agregados que intervienen en la mezcla asfáltica, cumplen los valores normativos para una MAC 2; H_{2o} : Los agregados que intervienen en la mezcla asfáltica, no cumplen los valores normativos para una MAC 2; por otro lado, H_3 : El diseño de mezcla asfáltica convencional y adicionada, tienen el mismo porcentaje óptimo de cemento asfáltico; de la misma manera, H_{3o} : El

diseño de mezcla asfáltica convencional y adicionada, no tienen el mismo porcentaje óptimo de cemento asfáltico; H4: Los valores de estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos de la mezcla modificada con adiciones de PET en polvo al 1%, 1.25% y 1.5%, son mejores que los valores de la mezcla asfáltica estándar; de la misma manera, H4o: Los valores de estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos de la mezcla modificada con adiciones de PET en polvo al 1%, 1.25% y 1.5%, no son mejores que los valores de la mezcla asfáltica estándar; y finalmente, H5: El 1.50% de adición de PET, es el porcentaje de tereftalato de polietileno en polvo que brinda los mejores beneficios a la mezcla asfáltica en caliente mediante el análisis estadístico inferencial, H5o: El 1.50% de adición de PET, no es el porcentaje de tereftalato de polietileno en polvo que brinda los mejores beneficios a la mezcla asfáltica en caliente mediante el análisis estadístico inferencial.

II. MARCO TEÓRICO

A raíz de los desafíos mencionados, resulta necesario llevar a cabo un análisis de trabajos previos que puedan respaldar la presente investigación. Por lo tanto, se realizará un análisis exhaustivo de los resultados de autores previos.

En un estudio previo realizado por Arizala y Razal (2021) en Filipinas, se investigó el efecto de añadir PET a la mezcla bituminosa en caliente utilizando el método Marshall. Hallaron que el diseño óptimo consiste en una mezcla con un 15% de PET en peso de asfalto y un contenido de aglutinante del 5%. Esta mezcla optimizada utiliza una mayor cantidad de PET en comparación con los estudios anteriores que emplean el método seco. La adición de PET mejoró la estabilidad en un 14.2% en contraste con la mezcla convencional sin modificar. A proporción al aumento del PET en la mezcla bituminosa, se aprecia un incremento en los vacíos de aire y el VMA, mientras que el flujo disminuye.

Por otro lado, Abuaddous, Taamneh y Rabab'ah (2021), investigaron la adición de PET reciclado (RPET) al ligante asfáltico. Los resultados mostraron que agregar RPET al ligante asfáltico resultó en una disminución de la ductilidad y penetración, pero un aumento en el punto de reblandecimiento y la viscosidad. Además, se aprecia una mejora en el rendimiento de formación de surcos a altas temperaturas, pero una disminución en la rigidez a la fluencia y estabilidad a bajas temperaturas. Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para la implementación de materiales reciclados en la mezcla asfáltica.

En el mismo ámbito, Mekuria et al. (2023), investigó el efecto del PET como material de relleno sobre el desempeño de la mezcla asfáltica en Etiopía. Se utilizó cuatro porcentajes de PET (0%, 1%, 3% y 5%) en peso, triturando botellas de plástico PET para obtener chips finos. Se analizaron 12 especímenes en total, con un contenido óptimo de aglutinante del 5.5%. El resultado fue que las mezclas modificadas con PET presentaban una mayor estabilidad a diferencia de las mezclas convencionales. La estabilidad Marshall más alta registrada fue de 12.38 kN, asociada al 1% de relleno de PET, ya que las virutas finas de PET reemplazan el vacío de aire y aumentan la rigidez de la mezcla. Además, se observó que el flujo de las mezclas modificadas era mayor en comparación con

las convencionales, pero presentaba una disminución abrupta al aumentar el contenido de PET hasta el 3%, seguido de un aumento en el flujo con un mayor contenido de relleno de PET. Las partículas finas de PET contribuyeron positivamente a la rigidez del material debido a su baja tasa de fusión y mayor cristalinidad. En conclusión, las partículas finas de PET se mostraron más efectivas para mejorar la estabilidad de la mezcla asfáltica en comparación con las partículas gruesas.

Como antecedente nacional, tenemos a Lozada y Montoya (2022) en Chiclayo, que, en su estudio para obtener el título de ingenieros civiles, adicionaron PET en porcentajes de (0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.5%) a la mezcla bituminosa, se determinó que 5.65% sería el contenido ideal de asfalto. Las partículas de PET añadidas, estuvieron en rangos de 0.1 mm a 0.5 mm. Se obtuvieron resultados favorables solo con el 0.5% de adición de PET, más aún, no superan los resultados de la mezcla convencional. Se recomienda, probar con partículas de PET de menores tamaños, para así poder obtener. (p.134)

De igual manera, como antecedente local, nombraremos a López y Nonato (2020), que en el estudio que realizaron para obtener el título de ingenieros civiles, hallaron que al añadir PET en tamaños de 0.5 a 1 mm a la mezcla bituminosa, en diferentes adiciones de 0.75%, 1.00% y 1.25%, concluyeron que al añadir al 1.00% el pet triturado, se logró aumentar la estabilidad hasta 1199 kg, lo cual supera a la convencional en 177 kg, además mejoro el flujo y disminuyo el porcentaje de vacíos. Finalmente se recomienda, que se debe adicionar al asfalto, el PET en partículas más pequeñas, mejor si son pulverizadas. (p.113)

Los autores Escalante e Infantes (2019) llevaron a cabo un estudio aplicado en Perú-Chimbote para determinar el efecto en la mezcla bituminosa al adicionar desperdicios plásticos. El diseño experimental utilizado fue cuasi experimental y se necesitaron 24 especímenes para la población, los cuales se sometieron a ensayos Marshall. Los autores determinaron que el porcentaje ideal de adición de desperdicios de origen plástico fue del 4%, ya que este porcentaje mejoró la resistencia a las deformaciones y redujo los vacíos en la mezcla asfáltica, lo que aumentó su estabilidad. Además, se observó una reducción económica del

0,97% en comparación con la mezcla estándar, ya que ya no se necesitaba utilizar filler para mejorar la adhesión. (Escalante e Infantes, 2019, p.109).

Es necesario adquirir conocimientos sobre el tema en cuestión, por lo tanto, se recopilará definiciones relevantes, donde se abordó los objetivos establecidos en la introducción y encontrar una solución a la problemática identificada.

La mezcla asfáltica o mezcla bituminosa, es compuesta por una combinación de agregados minerales, como grava y arena, y un ligante asfáltico, que puede ser asfalto líquido o betún. La mezcla se produce a altas temperaturas, generalmente entre 150°C y 180°C, lo que permite que los componentes se mezclen y compacten adecuadamente. (Lugeiyamu, Kunlin, Mensahn y Faraz ,2021, p.5)

Esta es ampliamente utilizada en la construcción de carreteras y pavimentos debido a su alta durabilidad, resistencia y capacidad de soportar cargas pesadas. Además, la temperatura caliente durante la colocación permite una compactación eficiente y una adherencia adecuada entre las partículas, lo que resulta en una superficie de alta calidad. Además, debido a su temperatura elevada durante la colocación, se logra una rápida compactación y enfriamiento, lo que permite una pronta apertura al tráfico

Es importante destacar que la composición y las proporciones de los materiales utilizados pueden diferir según los requisitos particulares de cada proyecto y las condiciones climáticas de la zona.

El diseño de la mezcla bituminosa en caliente considera varios factores, como el tipo y calidad de los agregados minerales (como la gradación, la forma y la textura), el tipo y grado del ligante asfáltico (como el asfalto líquido o el betún), así como la proporción y la temperatura de mezclado. El objetivo es crear una mezcla que sea resistente al desgaste, a la deformación y a las cargas de tráfico, al tiempo que brinde una superficie suave y segura para la conducción.

Complementando, Arnido y De la cruz (2020), nos indica que el rendimiento de la mezcla bituminosa está muy influenciado por los rangos distintivos de los agregados.

De igual manera, los agregados se dividen en: agregados gruesos, agregado fino y relleno mineral.

Los agregados gruesos son componentes sólidos y granulares utilizados en la construcción de mezclas asfálticas y de hormigón. Estos agregados consisten en fragmentos de rocas duras, como grava, piedra triturada o escoria, que se clasifican según su tamaño y se utilizan para proporcionar resistencia estructural y estabilidad a las mezclas. (Kim, Yang y Etheridge, 2018, p.13).

Los agregados gruesos tienen un tamaño mayor que los agregados finos, generalmente se clasifican en función del diámetro máximo de las partículas. Por lo general, se considera que los agregados gruesos tienen un tamaño de partícula comprendido entre 4.75 mm y 19 mm.

Por otro lado, el agregado fino, se refiere al material granular utilizado en la construcción, generalmente con partículas de tamaño menor a 5 mm (0.2 pulgadas). Los agregados finos, también conocidos como arena, desempeñan un papel crucial en diversas aplicaciones de construcción, incluyendo la producción de hormigón, mortero y mezclas asfálticas.

Los agregados finos se obtienen típicamente de depósitos naturales, como lechos de ríos, canteras o piedra triturada. Se caracterizan por su distribución de tamaño de partícula y forma, que influyen en las propiedades del material de construcción final.

Por último, el relleno mineral se refiere al componente de una mezcla que consiste en el material fino que pasa a través de un tamiz con una abertura de 0.075 mm.

Por otro lado, el ligante asfáltico, contiene propiedades físicas que varían considerablemente con la temperatura. A altas temperaturas, el ligante asfáltico es un fluido de baja consistencia similar a la del aceite. A temperatura ambiente, la mayoría de los aglutinantes de asfalto tendrán la consistencia de una goma blanda. A temperaturas bajo cero, el aglomerante asfáltico puede volverse muy quebradizo. Muchos ligantes de asfalto contienen pequeños porcentajes de

polímeros para mejorar sus propiedades físicas; estos materiales son llamados aglutinantes modificados con polímeros (Pinedo, 2016, p.20).

En la misma línea, necesitamos saber las propiedades que evaluamos en la investigación.

Tomando en cuenta a Gómez (2020), la estabilidad en el asfalto, se refiere a la capacidad para resistir deformaciones permanentes. Una mezcla de asfalto estable mantiene su forma y estructura, lo que garantiza la calidad del pavimento. En este sentido, los agregados angulares y rugosos desempeñan un papel importante, ya que el agregado grueso que cumple con estos requisitos presentará mayor cohesión, lo que le permitirá resistir la desintegración de los materiales y la inestabilidad ante la carga vehicular. (p.10).

Con el fin de incrementar la estabilidad del asfalto, es posible emplear aditivos y modificadores específicos en la mezcla asfáltica. Estos aditivos tienen la capacidad de mejorar las características reológicas del asfalto, su resistencia a la fatiga y su capacidad para resistir deformaciones plásticas.

Por otro lado, el ensayo de estabilidad Marshall, según Vásquez y García (2021), es uno de los ensayos más comunes utilizados para evaluar la estabilidad del asfalto. En este ensayo, se compacta una muestra de asfalto en caliente en un molde Marshall y se aplica una fuerza de compresión axial en un dispositivo de ensayo Marshall. La carga se aplica a una velocidad constante y se mantiene durante un período de tiempo especificado. La estabilidad se calcula a partir de la fuerza máxima soportada por la muestra antes de la falla. (p.12)

Complementando; el porcentaje de vacíos en el asfalto es un parámetro importante para evaluar la calidad y la durabilidad de una mezcla bituminosa. Un porcentaje adecuado proporciona un drenaje óptimo.

Según, Vila y Jaramillo (2018), el porcentaje de vacíos del asfalto se controla durante el proceso de mezclado y compactación. Durante el mezclado, se debe asegurar una distribución uniforme del asfalto y los agregados para evitar áreas con exceso o falta de vacíos. Durante la compactación, se aplica presión para reducir los vacíos y aumentar la densidad de la mezcla de asfalto. (p.26)

Por otro lado, el flujo se refiere a la capacidad del material de asfalto para deformarse y fluir bajo cargas aplicadas y temperaturas elevadas.

Para poder determinar los valores de las propiedades mencionadas, se utiliza el ensayo Marshall, tal como se indica en el Manual de ensayo de Materiales. Para llevar a cabo el ensayo, se fabrican briquetas con dimensiones específicas de 6.4 cm de altura y 10.3 cm de diámetro, y la cantidad de golpes aplicados dependerá del diseño de la mezcla utilizada.

Según el Manual de Carreteras, EG (2018, p. 485), existen diferentes categorías de mezcla asfáltica en caliente, donde se tienen diferentes parámetros que se deben cumplir.

Para el proyecto, tomamos en cuenta la MAC 2, el cual, debe ser compactado con 50 golpes alrededor de las caras de la biqueta, de la misma manera, el valor mínimo de la estabilidad debe ser de 5.44 kilonewtons, los valores que debe rondar el flujo deben ser de 8 por ciento hasta el 16 por ciento, además, entre el 3 por ciento y el 5 por ciento, debe estar los porcentajes de vacíos; por otro lado, el valor del porcentaje de vacíos llenos del bitumen, no deben bajar del 65 por ciento, ni superar el valor de 75 por ciento, así como lo especifica la norma de la MTC E 504.

Por otro lado, el procedimiento del ensayo Marshall, involucra las siguientes etapas:

1. Preparación del espécimen: Se selecciona una muestra representativa de la mezcla asfáltica y se moldea en forma de cilindro. La muestra se compacta mediante la aplicación de presión y temperatura controladas utilizando una prensa de Marshall.
2. Determinación de la estabilidad y fluidez: Se coloca el cilindro compactado en una máquina de ensayo de Marshall y se somete a cargas verticales a una velocidad y temperatura específicas. Se registra la carga máxima que la muestra puede soportar antes de la ruptura, lo cual indica la estabilidad de la mezcla. Además, se mide la deformación vertical de la biqueta para evaluar su fluidez.

3. Análisis de los resultados: Con base en los valores de estabilidad y fluidez obtenidos, se determina la calidad de la mezcla bituminosa y se realiza un análisis de su comportamiento bajo cargas de tráfico y condiciones climáticas. Estos resultados son utilizados para optimizar el diseño de las mezclas bituminosas y garantizar la durabilidad y resistencia de las capas de pavimento.

Por su parte, Jegatheesan, Rengarasu y Bandara (2018), indican que el PET es un plástomero, es el tipo más común de plástico de desecho que se encuentra en casi todas partes. Es un polímero termoplástico cuasi-cristalino, origen de la reacción de la policondensación del etilenglicol y el ácido tereftálico; un material de poliéster con una superficie lisa, con un gran esfuerzo a la tracción, que, al ser añadido a la mezcla asfáltica, permite mejorar las propiedades mecánicas, evitando su pronta degradación por diferentes factores (p.17).

En el contexto de este estudio, se empleó el PET en polvo como material de investigación. Según Vergara, Ruiz y Marín (2021), el PET en polvo es un material fino de naturaleza granular obtenido a través de la molienda y pulverización del polímero PET, conocido como tereftalato de polietileno. Este proceso implica la reducción mecánica del material en partículas más pequeñas, seguida de una pulverización para obtener un polvo fino. Cabe destacar que el PET en polvo comparte características físicas y químicas similares a las del PET en forma de resina, pero se diferencia por presentar un área superficial mayor debido a su mayor grado de fragmentación. (p.2)

De acuerdo con las investigaciones realizadas por Mahdi, Senadheera y Ghebrab (2022), se ha determinado que el PET en polvo exhibe una serie de propiedades destacadas. Estas incluyen una resistencia mecánica elevada, estabilidad térmica, durabilidad, baja capacidad de absorción de agua, ligereza y capacidad de reciclaje. Estas características hacen del PET en polvo un material versátil y beneficioso en una amplia gama de usos, que abarca su utilización en mezclas asfálticas. (p.3)

III. METODOLOGÍA

El enfoque metodológico seleccionado para esta investigación será el enfoque cuantitativo.

Este enfoque implica la utilización de técnicas de recolección de datos estructuradas, como cuestionarios, escalas de medición, pruebas estandarizadas o registros sistemáticos, con el objetivo de obtener datos cuantificables. Los datos obtenidos serán sometidos a un análisis estadístico para identificar patrones, establecer relaciones entre variables, realizar pruebas de hipótesis y realizar inferencias que puedan ser generalizadas a una población más amplia. El enfoque cuantitativo permite obtener resultados precisos y basados en evidencia empírica, lo que contribuye a la validez y confiabilidad de los hallazgos de la investigación. (Ñaupas et al., 2018, p.193)

3.1. Tipo y diseño de investigación

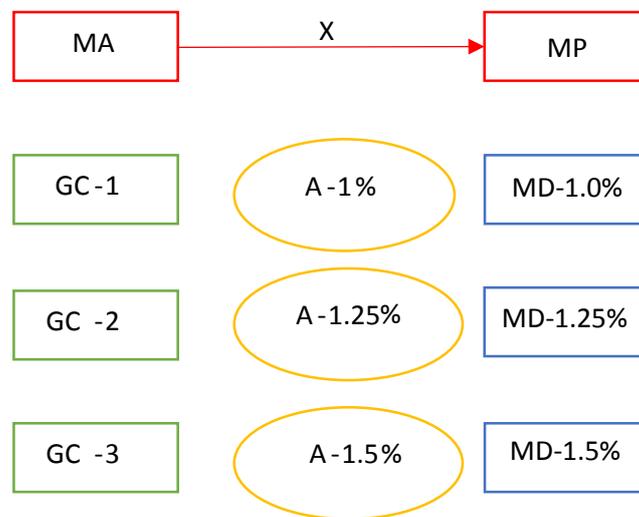
3.1.1. Tipo de investigación: La presente investigación se cataloga como un tipo de investigación aplicada, en la cual se recopila y analiza información pertinente con el propósito de desarrollar soluciones prácticas y factibles. Para lograr este objetivo, se emplean diversos métodos y técnicas de investigación, como encuestas, entrevistas, observaciones, experimentos, análisis de datos y estudios de casos. Mediante estos enfoques, se busca obtener información precisa y relevante que permita abordar de manera efectiva los desafíos planteados, generando así soluciones prácticas y aplicables en el contexto específico de estudio.

Según Ramírez (2018), los resultados de la investigación aplicada suelen tener un impacto inmediato y directo en acciones concretas. Se espera que los resultados sean prácticamente aplicables y útiles para mejorar procesos, generar innovación, optimizar políticas o resolver problemas en el ámbito específico de estudio. (p.36)

3.1.2. Diseño de investigación: Además se aplicó un diseño experimental – descriptivo explicativo, ya que al establecer una relación causa-efecto, una variable independiente es manipulada para observar el efecto en la variable

dependiente, donde, de igual manera las variables que pueden influir, se controlan. De la misma manera, en su categoría cuasi experimental, ya que los grupos no son elegidos aleatoriamente, sino que se actúa sobre los grupos tal y como están, sin ninguna clasificación previa. (Muñoz ,2015, p.142)

Después se desarrolló un esquema que representa las variables, donde se señala la manipulación del PET como el factor causal, con el objetivo de observar el efecto resultante, que se refleja en las propiedades mecánicas del asfalto caliente.



Donde:

MA: Mezcla asfáltica en caliente

MP: Determinar las propiedades mecánicas del asfalto adicionado

X: Adición del tereftalato de polietileno en polvo

GC-1, GC-2, GC-3: Grupos control (Mezcla asfáltica en caliente)

A-1%, A-1.25%, A-1.5%: Adición PET en porcentajes planteados

MD-1%, MD-1.25%, MD-1.5%: Muestras modificadas (propiedades mecánicas)

3.2. Variables y operacionalización:

Según Hernández et al. (2018) indicaron que la operacionalización, está conformada por definición conceptual, definición operacional, dimensiones, indicadores y escala, a su vez hace hincapié en la definición operacional, ya que este de definir como serán analizadas las variables de estudio, las cuales posteriormente se dividirán (pp.103-105).

A continuación, se describirán las variables utilizadas en este proyecto, donde se han definido dos variables de investigación.

➤ **Variable independiente:** Adición de Tereftalato de Polietileno en polvo

Definición conceptual: El tereftalato de polietileno es un polímero termoplástico cuasi-cristalino, origen de la reacción de la policondensación del etilenglicol y el ácido tereftálico; un material de poliéster con una superficie lisa, con un gran esfuerzo a la tracción, que, al ser añadido a la mezcla asfáltica, podría mejorar sus propiedades mecánicas, evitando su pronta degradación por diferentes factores. (Jegatheesan, Rengarasu y Bandara, 2018, p.17)

Definición operacional: Fue determinada mediante las características del PET y la elección del porcentaje óptimo del PET adicionado, este último se encargará de evaluar los resultados.

Dimensiones: Características del PET y evaluación de resultados y selección del porcentaje óptimo del PET adicionado.

Indicadores: Dimensiones de las partículas PET; propiedades del tereftalato de polietileno y porcentaje óptimo de PET adicionado.

Escala de medición: Intervalo

➤ **Variable dependiente:** Propiedades mecánicas del asfalto en caliente

Definición conceptual: Las propiedades mecánicas del asfalto se relacionan con las características físicas y el comportamiento del material asfáltico en diversas situaciones, como la aplicación de carga, la variación de la temperatura y el paso del tiempo. Tales como la estabilidad del asfalto, que se refiere a la

habilidad de una mezcla de asfalto para resistir cambios permanentes en su forma cuando se somete a cargas de tráfico y condiciones ambientales. Por otro lado, el flujo se refiere a la capacidad del material de asfalto para deformarse bajo cargas aplicadas y temperaturas elevadas; y el porcentaje de vacíos, que es la proporción de espacio vacío o aire contenido en una mezcla de asfalto.

Definición operacional: Se llevarán a cabo diversas pruebas y procedimientos según los protocolos establecidos para evaluar la estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos. Estos incluyen el análisis granulométrico de los agregados gruesos y finos, la determinación del contenido de humedad de los agregados mediante secado, el índice de plasticidad, la medición de la gravedad específica y absorción de los agregados finos, así como el peso específico y absorción de los agregados gruesos. También se realizarán pruebas como la abrasión de los ángeles, la evaluación de partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, el equivalente de arena, el diseño de mezcla y el ensayo Marshall. Estas pruebas y protocolos permitirán caracterizar los agregados utilizados en la mezcla asfáltica y determinar las diferencias entre el diseño de mezcla estándar y el diseño adicionado mediante el método Marshall.

Dimensiones: Características de los agregados que intervienen en el diseño de mezcla; diseño de mezcla asfáltica estándar y adicionada por el método Marshall y propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica estándar y adicionada.

Indicadores: Análisis de la granulometría de los agregados, la evaluación de la durabilidad con sulfato de sodio, la abrasión según el ensayo de los ángeles y la evaluación de la adherencia. También se analizarán el índice de durabilidad, las partículas chatas y alargadas, las caras fracturadas, las sales solubles totales, la absorción, y el equivalente de arena, la angularidad y el índice de plasticidad del agregado fino. Además, se evaluará la adhesividad mediante el ensayo de Riedel Weber, la estabilidad, la fluencia, el porcentaje de vacíos y el contenido óptimo de PET.

Escala de medición: Razón

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población: De acuerdo con la definición de Espinoza (2016), la población se refiere al conjunto completo de elementos que serán objeto de evaluación (p.2). En relación a esto, se hizo referencia a la MTC (2016), la cual establece que se deben utilizar al menos tres briquetas en el estudio, teniendo en cuenta cuatro diferentes contenidos de cemento asfáltico para cada diseño. (p.440)

Tabla 1: Grupo convencional y grupo adicionado con PET

Muestra tradicional	Porcentaje de PEN 60/70		5.10%	5.60%	6.10%	6.60%	Total
	N° de briquetas		3	3	3	3	12
Muestra adicionada	Plástico	1.00%	3	3	3	3	12
	PET en	1.25%	3	3	3	3	12
	polvo	1.50%	3	3	3	3	12
TOTAL							48

Fuente: Creación original

Población: 48 briquetas en total

- **Criterio de inclusión:** Se tomó en cuenta a las 48 briquetas de asfalto, las cuáles incluyan el agregado grueso extraído de la cantera Chero; y el agregado fino extraído de la misma cantera Chero. Además, las briquetas deben ser compactadas con 50 golpes alrededor de las caras de la briketa, de la misma manera, el valor mínimo de la estabilidad debe ser de 5.44 kilonewtons, los valores que debe rondar el flujo deben ser de 8 por ciento hasta el 16 por ciento; además, entre el 3 por ciento y el 5 por ciento, deben estar los porcentajes de vacíos, y por último la relación estabilidad/flujo no debe ser menos de 1700, ni exceder el valor de 4000.
- **Criterio de exclusión:** Se rechazará como población, a aquellas briquetas de asfalto, donde, los agregados que lo componen, no tengan procedencia de la cantera Chero. Además, también quedan excluidos los que obtienen valores fuera de los rangos indicados posteriormente, compactadas con 50 golpes alrededor de las caras de la briketa, de la misma manera, el valor

mínimo de la estabilidad debe ser de 5.44 kilonewtons, los valores que debe rondar el flujo deben ser de 8 por ciento hasta el 16 por ciento; además, entre el 3 por ciento y el 5 por ciento, deben estar los porcentajes de vacíos, y por último la relación estabilidad/flujo no debe ser menos de 1700, ni exceder el valor de 4000.

3.3.2. Muestra: Sin embargo, según lo mencionado por Baena (2017, p.2), la muestra se refiere a una selección representativa de individuos o elementos de la población que se está investigando. Su propósito es obtener información y conclusiones que puedan aplicarse o generalizarse a toda la población objetivo. En resumen, una muestra en un proyecto de investigación es una selección representativa de individuos o elementos de la población que se estudia, nuestra muestra fue la misma que la población. La muestra fue de 48 briquetas en total.

3.3.3. Muestreo: Se utilizó el método no probabilístico por conveniencia como base para este estudio, debido a que la muestra se seleccionó de manera más pequeña y se basó en el criterio del investigador.

3.3.4. Unidad de análisis: La presente investigación tendrá como unidad de análisis, una briqueta de asfalto, la cual incluya el agregado grueso y fino extraído de la cantera Chero. Además, debe ser compactada con 50 golpes alrededor de las caras de la briqueta, de la misma manera, el valor mínimo de la estabilidad debe ser de 5.44 kilonewtons, los valores que debe rondar el flujo deben ser de 8 por ciento hasta el 16 por ciento; además, entre el 3 por ciento y el 5 por ciento, deben estar los porcentajes de vacíos, y por último la relación estabilidad/flujo no debe ser menos de 1700, ni exceder el valor de 4000.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Son utilizadas para obtener datos relevantes y confiables que permitan responder a las preguntas de investigación y alcanzar los objetivos planteados. La selección de las técnicas e instrumentos adecuados depende de los objetivos de investigación, la muestra y los recursos disponibles, y deben ser aplicados de manera ética, considerando aspectos como el consentimiento informado y la confidencialidad de los datos. Según Gil (2016), estas técnicas pueden incluir

entrevistas, cuestionarios, observación, análisis de documentos, grupos focales y pruebas y mediciones. (p.4)

Validez

La validez es la medida en que un instrumento de investigación mide lo que se supone que debe medir. Es decir, se trata de determinar si los resultados obtenidos son precisos y están relacionados con el fenómeno o la variable en estudio. Se pueden utilizar diferentes métodos, como la validación de contenido, la validación de criterio o la validación de constructo. En el presente proyecto, nuestra validez, se basará en protocolos normados nacional e internacionalmente.

Tabla 2: Ensayos en laboratorio

Ensayos	Normas
Evaluación de la durabilidad con sulfato de sodio	MTC E 209 (ASTM C 88)
Abrasión a los ángeles	MTC E 207 (ASTM C 131)
Evaluación de la adherencia	MTC E 519 y ASTM D 1664
Índice de durabilidad de agregados	MTC E 214 (ASTM D 3744)
Partículas chatas y alargadas	MTC E 221 (ASTM D 4791-99)
Determinación de las caras fracturadas	MTC E 210 (ASTM D 5821)
Sales solubles totales	MTC E 219
Peso específico y absorción de agregados	MTC E 206 (ASTM C 127)
Equivalente de arena	MTC E 114 (ASTM D 2419)
Índice de plasticidad	MTC E 111
Análisis de la angularidad del agregado fino	MTC E 222
Adhesividad mediante el ensayo de Riedel Weber	MTC E 220
Diseño de mezcla asfáltica Marshall	ASTM D 1559
Ensayo Marshall	MTC E 504 (ASTM D 1559)

Fuente: Creación original

De acuerdo con las indicaciones proporcionadas en el Manual de Ensayo de Materiales (2016), en esta situación específica no es necesario considerar ninguna de las variables mencionadas, ya que los protocolos que se utilizarán están estandarizados y se rigen por normativas nacionales e internacionales (p.87).

Confiabilidad

La confiabilidad se refiere a la consistencia de los resultados de un instrumento de investigación.

La confiabilidad de los ensayos está estrechamente vinculada a la calibración adecuada de los equipos utilizados. La calibración es un proceso esencial que garantiza la precisión y la consistencia de los resultados obtenidos durante los ensayos.

Es importante seguir los procedimientos de calibración establecidos y mantener registros adecuados para demostrar la trazabilidad y la calidad de los resultados obtenidos. Esto proporciona una base sólida para la toma de decisiones basadas en datos confiables y contribuye a la integridad y el éxito de los proyectos y procesos.

3.5. Procedimientos

En primer lugar, se recolectó los materiales que participaron en la mezcla asfáltica. Utilizaremos el cemento asfáltico PEN 60/70 que obtuvimos de la empresa Asfaltos Terranova, ya que es el más adecuado para la mezcla asfáltica en caliente, de igual manera, el agregado grueso y fino fue extraído de la cantera Chero. Por otro lado, el PET, fue reciclado en lo que resta del año 2022, hasta abril del 2023, de manera que incentivaremos el reciclaje en nuestros hogares y en el distrito donde residimos.

Luego, se procedió a realizar los ensayos a los agregados en el laboratorio Geolab ubicado en 3 de octubre – Nuevo Chimbote; en donde, solo fueron aprobados de participar en el diseño de mezcla, siempre y cuando cumplan con los parámetros de los protocolos establecidos en nuestros instrumentos de recolección de datos, que están en base a las normas técnicas peruanas.

Además, se procedió, a trabajar con todo el plástico PET recolectado a través de las botellas de plástico PET. Luego de evaluarlas por observación, que se encuentren en buenas condiciones, secas y sin ningún material extraño; se procedió a triturar y polvORIZAR en la empresa Exportaciones Fabmedi Plast SAC, ubicado en Lima; el residuo de la trituración debe pasar el tamiz N° 200, además, que su almacenamiento fue en un lugar seco.

Asimismo, después de que se aprobaron los agregados, y que se obtuvo el plástico PET en polvo; en el laboratorio Geolab se realizó la dosificación de los materiales en la mezcla asfáltica mediante el diseño de mezcla Marshall de acuerdo a la MTC E 504 (ASTM D 1559) para poder obtener nuestra muestra control.

Se recopiló los datos obtenidos del diseño de mezcla, y proseguiremos, a realizarlos con nuestras muestras adicionadas con PET en porcentaje de 1.00%, 1.25% y 1.50%, donde, de la misma manera se recopiló la información de su respectivo diseño de mezcla asfáltica.

Una vez que se culminó con los diseños de mezcla asfáltica, y teniendo todos los materiales y su respectiva dosificación, dimos paso a la elaboración de las 48 briquetas de asfalto distribuidas en 12 briquetas para la muestra convencional, 12 briquetas para la muestra adicionada con 1.00%, 12 briquetas para la muestra adicionada con 1.25% y 12 briquetas para la muestra adicionada con 1.50%; todas con las dimensiones de 64 mm (2,5”) x 102 mm (4”).

A continuación, las 48 briquetas de asfalto, pasaron los ensayos Marshall en el laboratorio Geolab, junto a técnicos especialistas en estos ensayos, para poder determinar las propiedades mecánicas del asfalto, tales como el flujo, estabilidad y el porcentaje de vacíos de aire; ya que, nos sirvió para poder obtener resultados y hacer comparaciones entre la mezcla estándar y la adicionada. Luego, estos resultados, fueron ordenados, esclarecidos en gráficos y tablas, mediante el software Microsoft Excel, donde hallamos el porcentaje de PET que muestra valores que cumplan con los protocolos, y que superen a la mezcla estándar.

Luego, procedimos a hacer interpretaciones para cada tabla, así, podremos dar claridad a los resultados obtenidos en los ensayos realizados en el laboratorio Geolab.

Finalmente, procedimos a realizar nuestro análisis estadístico inferencial, donde ocuparemos el software SPSS, con el cual se obtuvo la correlación de nuestras variables. Luego, se definió estadísticamente la estabilidad, el flujo y el porcentaje de vacíos de aire, con respecto al porcentaje de cemento asfáltico y al porcentaje de PET añadido; para concluir con nuestro contraste de hipótesis y la elección del porcentaje óptimo.

3.6. Método de análisis de datos

Se empleó un análisis descriptivo para procesar los valores obtenidos de acuerdo a los protocolos establecidos en el estudio. Estos protocolos se encargaron de organizar, clasificar y definir los resultados. Además, se utilizó el software Microsoft Excel de manera recurrente para representar los valores recopilados en gráficos, tablas y otros formatos visuales.

Además, se utilizó el análisis estadístico inferencial, donde los resultados que se obtuvieron acerca de la estabilidad, el flujo y porcentaje de vacíos de aire, mediante el ensayo Marshall; y el diseño de mezcla asfáltica en caliente adicionada con PET, fueron ingresados al programa SPSS, para analizar la confiabilidad de las variables mediante el alfa de Cronbach.

Luego, se describió estadísticamente cómo se comporta la estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos de aire con respecto al porcentaje de cemento asfáltico y el tereftalato de polietileno; y finalmente se hizo la contrastación de nuestra hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

Para lograr este objetivo, se tomó como referencia el código de ética de la Universidad César Vallejo, el cual sirvió como base para establecer los aspectos éticos de la investigación en el comité de la UCV. Se hace mención específica a la Resolución del Consejo Universitario N°0262-2020 y al oficio N°0275-2020-VI-UCV, que contiene los siguientes aspectos éticos:

- **Beneficencia**

El proyecto de investigación, garantizó que todos los que participaron sean tratados de manera justa y que se minimicen los riesgos potenciales, maximizando al mismo tiempo los beneficios que puedan derivarse de la investigación.

- **Cuidado del medio ambiente y diversidad:**

Asimismo, el proyecto de investigación, aseguró el cuidado de la naturaleza, ya que, se buscará reducir la contaminación, de manera que, se obtuvo un beneficio científico.

- **Integridad humana**

Se respetó a cada persona que participó de manera directa e indirecta en la investigación, donde se evitó cualquier forma de discriminación, explotación o abuso hacia los participantes. Esto implicó la necesidad de salvaguardar el bienestar físico, psicológico y emocional de los participantes, y tomar medidas adecuadas para prevenir o abordar cualquier forma de daño o perjuicio.

- **Justicia**

Además, hablando de justicia, todos los datos de las personas que participaron, pero estén fuera de la investigación, como datos personales, permanecerán bajo nuestra custodia, y pasado un determinado tiempo será eliminado.

- **No maleficencia**

Fuimos cuidadosos y responsables en la interpretación y divulgación de los resultados de su estudio. Evitando distorsionar o exagerar los hallazgos de manera que puedan generar información engañosa o perjudicial. Fuimos transparentes y éticos en la comunicación de los resultados, evitando la manipulación o tergiversación de la información. Además, se proporcionó una interpretación equilibrada y precisa de los hallazgos, reconociendo las limitaciones y las posibles implicaciones de los resultados.

- **Rigor científico**

Implicó un diseño experimental sólido, el uso de muestras representativas, la recopilación y análisis de datos precisos, la repetibilidad y replicabilidad de los resultados, y la revisión por pares y publicación en revistas científicas. Estos aspectos aseguraron la calidad y confiabilidad de la investigación y promueven el avance del conocimiento en el campo científico.

- **Competencia profesional y científica**

La competencia profesional y científica en el proyecto de investigación implicó poseer conocimientos y habilidades especializadas, mantenerse actualizado, tener la capacidad de realizar investigaciones rigurosas, aplicar el análisis crítico y el pensamiento creativo, y comunicar de manera efectiva los resultados. Estos aspectos aseguraron la calidad y relevancia del proyecto de investigación y contribuyen al avance del conocimiento en el campo científico.

- **Búsqueda del bienestar**

La búsqueda de bienestar del presente proyecto de investigación implicó considerar y promover el bienestar de los participantes, evaluó el impacto positivo de las intervenciones, midió el bienestar como variable de interés, y tuvo en cuenta el impacto social y comunitario. Esto aseguró que el proyecto de investigación contribuya de manera significativa a la mejora del bienestar de las personas involucradas.

IV. RESULTADOS

Resultados del primer objetivo: Identificar las características del tereftalato de polietileno

Tabla 3: Características del tereftalato de polietileno

CARACTERÍSTICAS		PET	AUTORES
Clasificación		Plástico termofomable	López y Nonato (2019)
Organización molecular en un estado sólido		Parcialmente cristalino	Modera, Edwin (2018)
Unidades monoméricas		Ácido tereftalático y etilenglicol	Mahdi, Senadheera y Ghebrab (2022)
Propiedades físicas	Densidad (g/cm ³)	1.33 – 1.40	Kim, Yang y Etheridge (2020)
	Absorción del agua (%)	0.04	
Propiedades mecánicas	Coeficiente de fricción	0.30 – 0.42	CHU, Jianwen [et al.] (2021)
	Resistencia a la tracción	165 – 190 Mpa	
	Resistencia a la compresión	71 – 131 Mpa	
	Resistencia a impacto (Jm)	14 - 35	
	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)	1395	
Propiedades térmicas	Temperatura de fusión (°C)	260	CHU, Jianwen [et al.] (2021)
	Temperatura de deformación por calor (°C)	175	

Fuente: Información extraída de diferentes autores: López y Nonato (2019), Modera, Edwin (2018), Mahdi, Senadheera y Ghebrab (2022), Kim, Yang y Etheridge (2020) y CHU, Jianwen [et al.] (2021).

Interpretación:

En la tabla 02, observamos las diferentes características y propiedades del tereftalato de polietileno; información recogida con la ayuda de diferentes autores extranjeros de artículos científicos que contienen información relevante acerca del PET, además, de que son datos fidedignos. Esto nos indica, que, en lugares de habla hispana no se ha investigado a fondo el PET. Finalmente, la información ayudo a conocer con qué tipo de material estamos trabajando.

Tabla 4: Tabla del análisis granulométrico del tereftalato de polietileno

TAMIZ	MM	PESO QUE QUEDA RETENIDO (G)	PORCENTAJE PESO RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE PESO PASA (%)
3/4 "	19.05			100
1/2 "	12.70			100
3/8"	9.525			100
N°4	4.76			100
N°10	2.00			100
N°40	0.42			100
N°100	0.150	653.2	65.3	34.7
N°200	0.075	320	97.3	2.7
-200	-----	26.8		

Fuente: Creación original a partir de los resultados

Interpretación:

En la tabla 03, se observa los diferentes tamices con lo que se evalúa el análisis granulométrico del PET triturado, esto es realizado con el fin de poder establecer un tamaño nominal de las partículas PET añadidas a la mezcla bituminosa.

La muestra de PET en polvo, tuvo su primer retenido en el tamiz N° 100, que significa que tenemos partículas muy finas de PET. Además, logró pasar hasta el tamiz N°200, obteniendo partículas en polvo, de 0.075 mm de tereftalato de polietileno.

Resultados del segundo objetivo: Caracterizar los materiales y componentes que intervienen en el diseño de mezcla asfáltica

Tabla 5: Resultados de los ensayos del agregado grueso

Ensayo	Norma	Requerimiento	Resultado	Observación
Ensayo de durabilidad con sulfato de sodio	MTC E 209	12% máx.	5,32%	Requisito cumplido
Abrasión los ángeles	MTC E 207	40% máx.	10,60%	Requisito cumplido
Ensayo de adherencia	MTC E 519	+95	+95	Requisito cumplido
Índice de durabilidad	MTC E 214	35% min.	53,4%	Requisito cumplido
Partículas chatas y alargadas	ASTM D 4791-99	15% máx.	8,05%	Requisito cumplido
Determinación de caras fracturadas	MTC E 210	85/50	87,5/69,6	Requisito cumplido
Sales solubles totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,015%	Requisito cumplido
Absorción	MTC E 206	1.00% máx.	0,71%	Requisito cumplido

Fuente: Creación original a partir de los resultados

Interpretación: El agregado grueso procedente de la cantera Chero, cumple con todos los protocolos para ser incluido dentro de la mezcla bituminosa; lo más importante, que cumple con la adherencia con el bitumen, con un resultado de +95, esto significa que la adherencia entre las capas es muy alta. Indica que las capas de material, presentan una unión sólida y resistente, lo que garantiza una buena transferencia de cargas y evita la formación de fisuras o separaciones entre las capas.

Tabla 6: Resultados de los ensayos del agregado fino

Ensayo	Norma	Requerimiento	Resultado	Observación
Equivalente de arena	MTC E 114	45% mín.	83%	Requisito cumplido
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30% mín.	43,80%	Requisito cumplido
Índice de durabilidad	MTC E 214	35% mín	74,70%	Requisito cumplido
Índice de plasticidad	MTC E 111	4 máx	2.9	Requisito cumplido
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4 mín.	5	Requisito cumplido
Sales solubles totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,021%	Requisito cumplido
Absorción	MTC E 206	0,5% max.	0.431%	Requisito cumplido

Fuente: Creación original a partir de los resultados

Interpretación: El agregado fino procedente de la cantera Chero, cumple con los parámetros establecidos para el agregado fino, por lo cual no habrá ningún problema en su reacción con el bitumen, además, cumple con la adhesividad (Riedel Wieber). En este caso, un valor de 5 indica que la adhesividad es moderada, lo que significa que existe una unión adecuada pero no es extremadamente fuerte. Es posible que haya cierta resistencia a la separación o

desprendimiento, pero podría haber margen de mejora en términos de la adhesión.

Tabla 7: Resultados del análisis químico del agregado grueso

ANÁLISIS QUÍMICO AGREGADO GRUESO				
Partículas deleznales	MTC E 212	1% máx.	NP	Requisito cumplido
Materia orgánica	NTP	0,50% máx.	NP	Requisito cumplido
Materiales deletéreos	400.018:2002	0,50% máx	NP	Requisito cumplido

Fuente: Creación original a partir de los resultados

Tabla 8: Resultados del análisis químico del agregado fino

ANÁLISIS QUÍMICO AGREGADO FINO				
Partículas deleznales	MTC E 212	1% máx.	NP	Requisito cumplido
Materia orgánica	NTP	0,50% máx.	NP	Requisito cumplido
Materiales deletéreos	400.018:2002	0,50% máx	NP	Requisito cumplido

Fuente: Creación original a partir de los resultados

Interpretación:

Como observamos en la tabla 06 y la tabla 07, ningún agregado presenta valores, lo cual significa que no se ha detectado la presencia de los componentes químicos o elementos que se están analizando en los agregados.

En este caso, la ausencia de valores indica que los resultados del análisis químico no han revelado la existencia de sustancias o compuestos específicos que podrían tener implicaciones en la calidad o la idoneidad de los agregados para su uso en la mezcla.

Resultados del tercer objetivo: Analizar las diferencias entre el diseño de mezcla asfáltica estándar y el diseño de mezcla asfáltica adicionada utilizando el método Marshall

Comenzaremos con los resultados del diseño de mezcla asfáltica estándar:

Tabla 9: Tabla del análisis granulométrico de los agregados pétreos

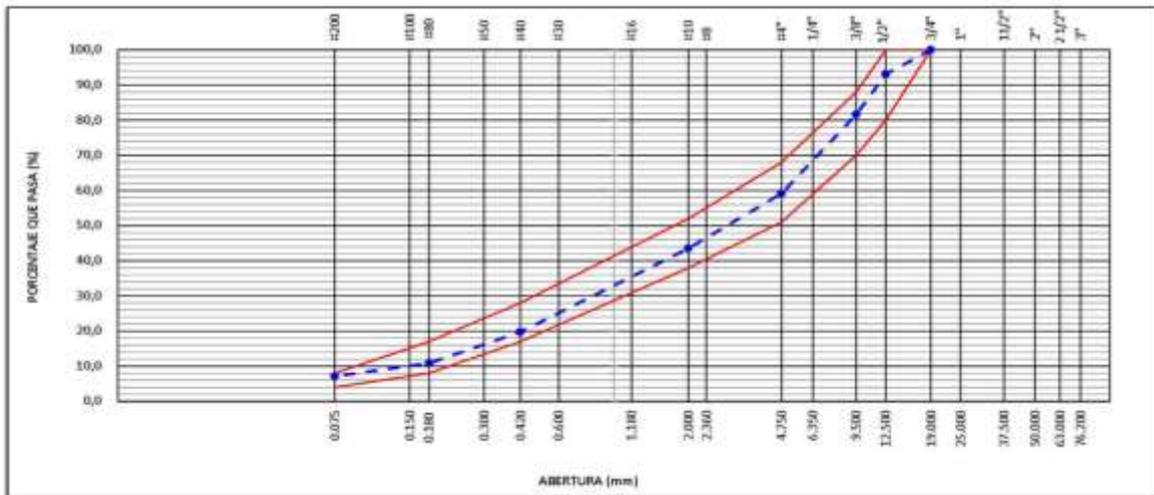
TAMIZ	MM	PORCENTAJE PESO PASA (%)	ESPECIFICACIÓN MAC-2
3/4 "	19.05	100	100 – 100
1/2 "	12.70	93,1	80 – 100
3/8"	9.525	81,6	70 – 88
N°4	4.76	59,1	51 – 68
N°8	2.36	40,6	41– 54
N°10	2.00	43,5	38 – 52
N°40	0.42	19,7	17 – 28
N°80	0.150	10,8	8 – 17
N°200	0.075	7,1	4 – 8

Fuente: Creación original a partir de los resultados

Interpretación:

En la Tabla 03 se observa que el primer retenido se encuentra en la malla número 1/2", razón por lo cual el TMN es de 3/4", para efectos del diseño de mezcla por un tamiz con las mallas respectivas. Además, en el gráfico 01 verificamos que, si cumple con los límites mínimos y máximos de los parámetros granulométricos para el MAC 2, según los requerimientos establecidos por el MTC EG 2013.

Gráfico 1: Curva granulométrica de los agregados



Fuente: Gráfico extraído de los ensayos de laboratorio

Procederemos a hacer la dosificación de los agregados de acuerdo a cada cantidad de porcentaje de asfalto para el diseño Marshall:

Tabla 10: Dosificación de los agregados

CEMENTO ASFÁLTICO (%)	AGREGADOS	PESO (GR)	PORCENTAJE (%)
5.10%	Grava	489.68	43.00%
	Arena	649.12	57.00%
	PEN 60/70	61.20	5.10%
5.60%	Grava	487.10	43.00%
	Arena	645.70	57.00%
	PEN 60/70	67.20	5.60%
6.10%	Grava	484.52	43.00%
	Arena	642.28	57.00%
	PEN 60/70	73.2	6.10%
6.60%	Grava	481.94	43.00%
	Arena	638.86	57.00%
	PEN 60/70	79.2	6.60%

Fuente: Creación original

Tabla 11: Resumen del análisis de los porcentajes de asfalto

INFORME DE ENSAYO MARSHALL					Parámetros
% C.A. en Peso de la mezcla	5.10	5.60	6.10	6.60	
% de vacíos	6.10	4.9	4.0	3.6	3 – 5
Relación polvo/betún	0.6	0.7	0.8	0.9	0.6 – 1.3
V.M.A	16.5	16.9	17.3	18.3	14 mín
Flujo	12.6	13.4	14.0	15.2	8 – 16
Estabilidad	1132	1038	988	817	5,44 Kn mínimo
Estabilidad/flujo	3606	3079	2898	2160	1700 - 4000

Fuente: Creación original

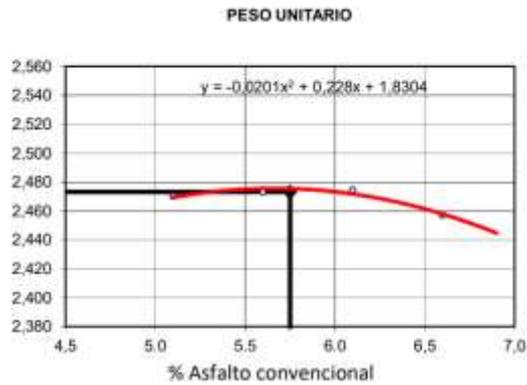
Interpretación

Podemos observar que en la tabla 05, tenemos las diferentes dosificaciones para los diferentes porcentajes de asfalto PEN 60/70 en la mezcla. Por otro lado, en la tabla 06, visualizamos que todos los porcentajes cumplen con los parámetros del Marshall, sin embargo, entre el 5.60% yendo para el 6.10%, encontramos valores óptimos para el comportamiento de la mezcla, ya que, en el porcentaje de vacíos y en la estabilidad/flujo, se recomienda tener valores no tan cercanos al mínimo, ni al máximo; el 4% y valores cercanos a 3000, respectivamente, se encuentran óptimos.

Es por ello que, entre esos dos porcentajes, se encontrará el porcentaje óptimo de PEN 60/70.

Se procedió a realizar las curvas de energía de compactación constante para obtener el porcentaje óptimo de PEN 60/70 para la mezcla.

Gráfico 2: Peso unitario vs porcentaje de asfalto

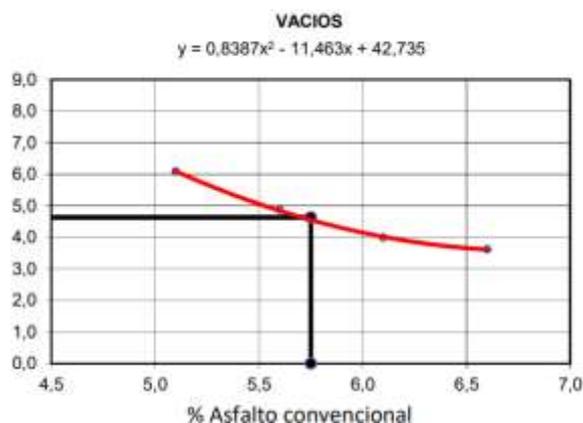


Fuente: Creación original

Interpretación

Se observa que el peso unitario actúa como una función cuadrática negativa en función al porcentaje de asfalto PEN 60/70, a medida que aumenta el porcentaje de asfalto PEN 60/70, el peso unitario tiende a disminuir de manera cuadrática. Podemos observar que a entre el 5.5% y 6.0% de porcentaje de asfalto, obtenemos el valor máximo del peso unitario. Por lo que, al 5.75% de cemento asfáltico, este obtiene un valor de 2.473, el cual es adecuado para la mezcla asfáltica.

Gráfico 3: Vacíos vs porcentaje de asfalto

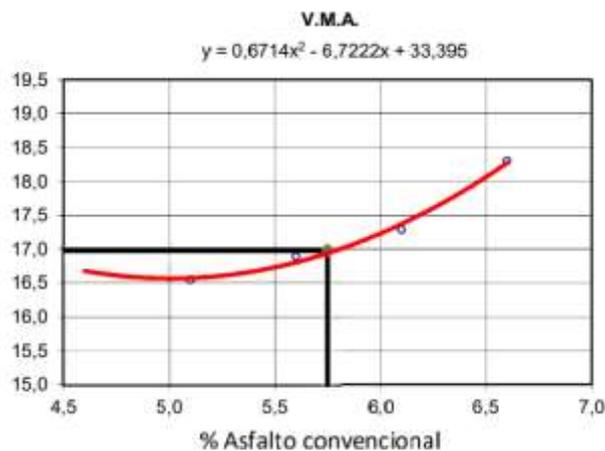


Fuente: Creación original

Interpretación

Se observa que el porcentaje de vacíos funciona como una función cuadrática positiva en función al porcentaje de asfalto PEN 60/70 y dado que el coeficiente de x^2 es positivo, la parábola se abre hacia arriba. La pendiente descendente (coeficiente de x negativo) sugiere que a medida que el porcentaje de asfalto aumenta, el porcentaje de vacíos tiende a disminuir hasta el 6.83%, para luego aumentar gradualmente. El rango ideal para el porcentaje de vacíos es de 3 – 5 %, por lo tanto, al 5.75% de cemento asfáltico este obtiene un valor de 4.6%, el cual cumple los requisitos de las especificaciones para la MAC 2.

Gráfico 4: V.M.A vs porcentaje de asfalto

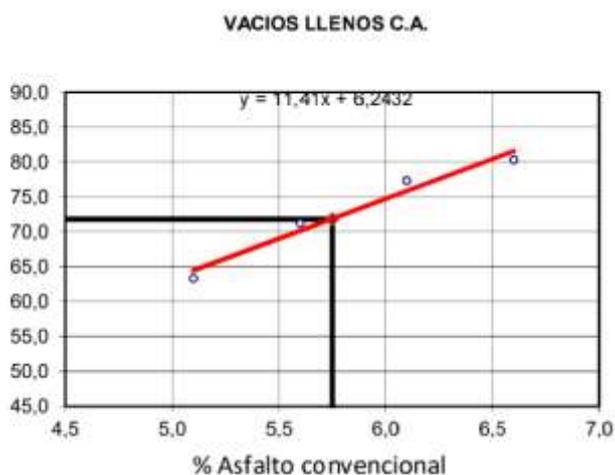


Fuente: Creación original

Interpretación:

Se observa una función cuadrática positiva, que nos indica que la parábola abrirá para arriba. El término cuadrático ($0.6714x^2$) indica que la relación entre los vacíos y el porcentaje de asfalto no es lineal, lo que significa que los cambios en el porcentaje de asfalto pueden tener un impacto más pronunciado en los vacíos dependiendo de su valor. Por otro lado, el término lineal ($-6.7222x$) indica que a medida que aumenta el porcentaje de asfalto, los vacíos en el agregado mineral disminuyen a una tasa constante, y, el término constante (33.395) representa el valor de los vacíos en el agregado mineral cuando el porcentaje de asfalto es cero. Según el EG 2013, nos dice que el V.M.A debe ser mayor a 14%; por lo cual, el V.M.A en todos los valores de asfalto, cumplirá con ese requisito.

Gráfico 5: Vacíos llenos C.A. vs porcentaje de asfalto

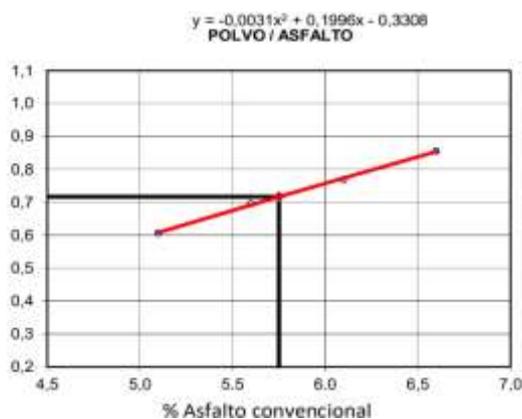


Fuente: Creación original

Interpretación:

En el gráfico 04, se visualiza que los vacíos llenos de cemento asfáltico vs el porcentaje de asfalto, mostró una ecuación lineal ascendente, que significa que, al aumentar el porcentaje de asfalto PEN 60/70, el porcentaje de vacíos aumenta directamente a una razón constante de 11.41 unidades por cada unidad de aumento en el porcentaje de asfalto. Al 5.75% de contenido asfáltico se encontró un valor del 71.8% de vacíos llenos de C.A, y el mínimo, para un TMN de $\frac{3}{4}$ ", es de 14%.

Gráfico 6: Polvo/asfalto vs porcentaje de asfalto



Fuente: Creación original

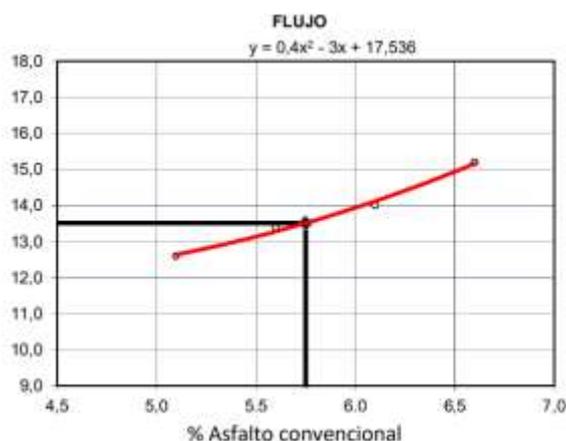
Interpretación:

Se observa en el gráfico 05, que a medida que aumenta el porcentaje de asfalto PEN 60/70 (x), la relación polvo/asfalto (y) puede variar de manera cuadrática, ya que, el coeficiente $-0.0031x^2$ indica que el término cuadrático tiene un efecto negativo en la relación polvo/asfalto, lo que implica que a medida que el porcentaje de asfalto aumenta, la relación polvo/asfalto tiende a disminuir de manera no lineal.

Por otro lado, el coeficiente $0.196x$ representa el término lineal, que tiene un efecto positivo en la relación polvo/asfalto. Esto significa que a medida que el porcentaje de asfalto aumenta, la relación polvo/asfalto tiende a aumentar de manera lineal; y, el término constante -0.3308 representa el valor de la relación polvo/asfalto cuando el porcentaje de asfalto es cero.

Los valores para la MAC 2 debe estar entre 0.6 – 1.3, por lo tanto, todos los valores cumplen con el requisito, pero observamos que el 5.75% va cumpliendo con todos los requisitos solicitados, siendo nuestro porcentaje óptimo tentativo

Gráfico 7: Flujo vs porcentaje de asfalto



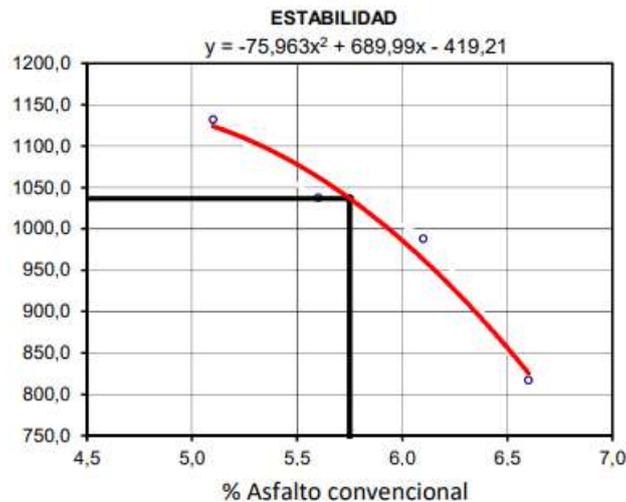
Fuente: Creación original

Interpretación:

En el gráfico 06, se observa una función cuadrática positiva para el flujo con respecto al porcentaje de asfalto PEN 60/70, esto quiere decir, que varía de manera no lineal en función del porcentaje de asfalto PEN 60/70, y esta variación está influenciada tanto por el término cuadrático como por el término lineal de la

función. Al aumentar progresivamente el porcentaje de cemento asfáltico en la mezcla, el flujo aumenta. Los valores del flujo para la MAC 2, deben estar entre 8 – 16; al 5.75% de asfalto, este obtiene un valor de 13.5, el cual está dentro del rango requerido.

Gráfico 8: Estabilidad vs porcentaje de asfalto



Fuente: Creación original

Interpretación:

Se observa que, el coeficiente cuadrático (-75.963) indica que la función tiene concavidad hacia abajo. Esto significa que la estabilidad disminuye a medida que aumenta el porcentaje de asfalto PEN 60/70. Por otro lado, el coeficiente lineal (689.99) representa la pendiente de la función, significa que los valores menores aumentan a medida que aumenta el porcentaje de asfalto PEN 60/70.

La estabilidad debe tener como valor mínimo 544 kg, y encontramos que al 5.75% de asfalto, obtiene una estabilidad de 1036.7 kg, cumpliendo los valores de la especificación para la MAC 2.

Finalmente, luego de verificar las ecuaciones y los valores por cada gráfico, se observa que el porcentaje óptimo del asfalto PEN 60/70 para la MAC 2, es de 5.75%.

Tabla 12: Características Marshall del porcentaje óptimo

CARACTERÍSTICAS MARSHALL		VALORES	ESPECIFICACIONES
Golpes	N°	50	50
% C.A.	%	5.75%	
Peso unitario	Kg/m ³	2.473	
Vacíos	%	4.6	3 – 5
V.M.A	%	17.0	Min 14
V. LL. C.A	%	71.8	
Polvo/asfalto	%	0.7	0.6 – 1.3
Flujo	mm	13.5	8 – 16
Estabilidad	kg	1036.7	544 mín
Estabilidad/flujo	kg/cm	3069.2	1700 – 4000
Resistencia a la compresión	Mpa	2.7	2.1 mín
Resistencia retenida	%	81	75 mín
Resistencia conservada	%	81	80 mín.

Fuente: Creación original

Interpretación:

En el contexto del asfalto PEN 60/70, al utilizar el 5.75% de asfalto en la mezcla, en el valor de flujo, se obtiene un flujo de 13.5 mm, que indica que la mezcla asfáltica tiene una consistencia y plasticidad adecuadas, lo cual es importante para garantizar una buena trabajabilidad durante su colocación y compactación. Al igual que la estabilidad/flujo con un valor de 3069.2, está en el punto óptimo en términos de los parámetros; y por el análisis de las ecuaciones, se determina que el 5.75% es el porcentaje de asfalto PEN 60/70 ideal para la MAC 2.

Tabla 13: Dosificación de los agregados y el porcentaje de asfalto PEN 60/70 óptimo

CEMENTO ASFÁLTICO (%)	AGREGADOS	PESO (GR)	PORCENTAJE (%)
5.75%	Grava	486.33	43.00%
	Arena	644.67	57.00%
	PEN 60/70	69.00	5.75%

Fuente: Creación original

Interpretación:

Obtenemos diferentes pesos en la dosificación de la mezcla asfáltica, como sabemos el peso que ingresa a las briquetas es de 1200 kg, por ende, este será dosificado en 486.33 gr de grava extraída de la cantera Chero, 644.67 gr de arena extraída de la cantera Chero igualmente y 69.00 gr de cemento asfáltico PEN 60/70.

Luego procederemos a realizar una tabla con los porcentajes de cemento asfáltico, el porcentaje de PET adicionado, y la cantidad de cada agregado en gramos.

Comenzaremos con la adición del PET al 1.00% en la mezcla asfáltica:

Tabla 14: Dosificación de los agregados para adición del PET al 1.00%

CEMENTO ASFÁLTICO (%)	AGREGADOS	PESO (GR)	PORCENTAJE (%)
5.10%	Grava	484.79	43.00%
	Arena	642.62	57.00%
	PEN 60/70	61.20	5.10%
	PET 1.00%	11.39	1.00%
5.60%	Grava	482.23	43.00%
	Arena	639.24	57.00%
	PEN 60/70	67.20	5.60%

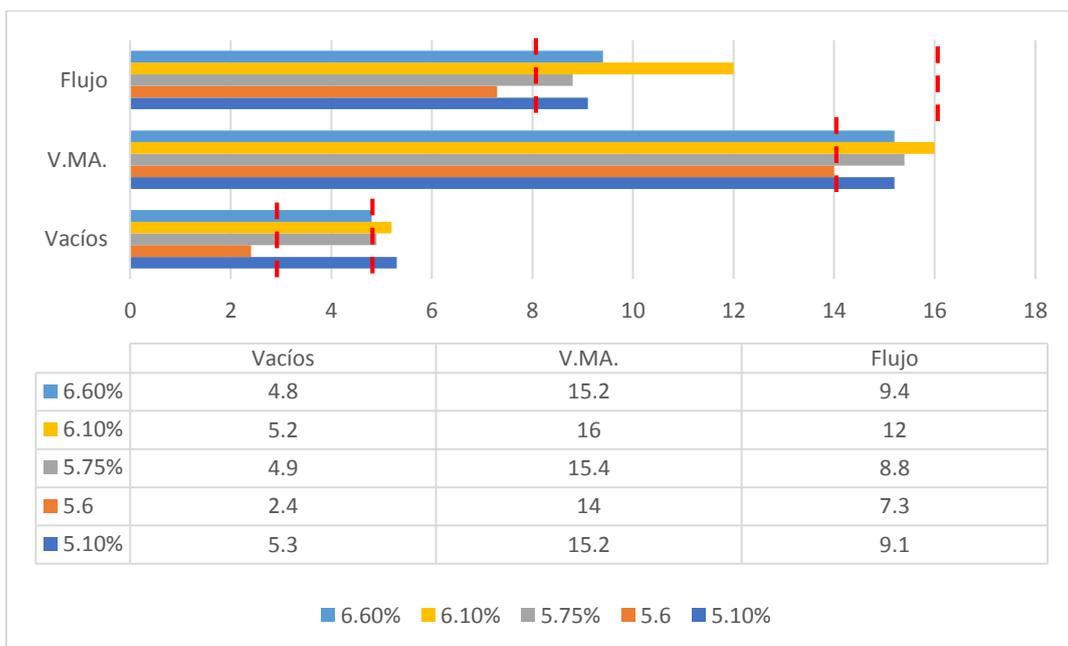
	PET 1.00%	11.33	1.00%
6.10%	Grava	479.68	43.00%
	Arena	635.85	57.00%
	PEN 60/70	73.20	6.10%
	PET 1.00%	11.27	1.00%
6.60%	Grava	477.12	43.00%
	Arena	632.47	57.00%
	PEN 60/70	79.20	6.60%
	PET 1.00%	11.21	1.00%

Fuente: Creación original

Interpretación:

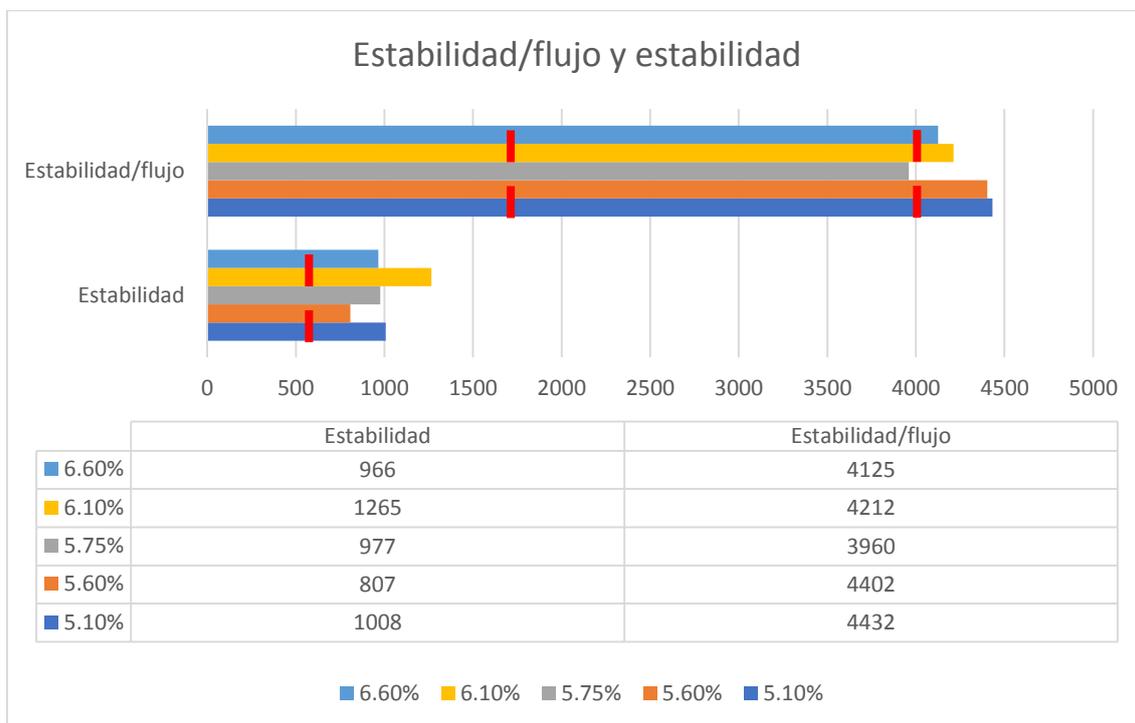
Se observa todos los porcentajes de asfalto PEN 60/70, con el contenido de los agregados y el PET en polvo en gramos. Entre el 5.60% y el 6.10% de asfalto PEN 60/70, se encuentra el contenido óptimo tentativo, se espera que sea el mismo contenido de asfalto PEN 60/70 de la mezcla estándar, por el bajo valor de adición de PET.

Gráfico 9: Flujo, V.M.A y vacíos con adición al 1.00%, respecto al porcentaje de asfalto PEN 60/70



Fuente: Creación original

Gráfico 10: Estabilidad/flujo y estabilidad con adición al 1.00%, respecto al porcentaje de asfalto PEN 60/70



Fuente: Creación original

Interpretación:

Se observa en el gráfico 08 y el gráfico 09, que al 5.75% de asfalto PEN 60/70, la estabilidad/flujo y el porcentaje de vacíos, tienen valores cercanos al máximo, 4.9% y 3960 respectivamente; aun así, cumplen con los valores de los parámetros establecidos para la MAC 2.

De igual manera, como se demuestra en la tabla 08, el 5.75% de asfalto, es el contenido óptimo para la mezcla con adición de 1.00% de PET en polvo.

Tabla 15: Características Marshall del porcentaje de asfalto PEN 60/70 óptimo con la adición del 1.00%

CARACTERÍSTICAS MARSHALL		VALORES	ESPECIFICACIONES
Golpes	Nº	50	50
% C.A.	%	5.75%	
Peso unitario	Kg/m3	2.372	

Vacíos	%	4.9	3 – 5
V.M.A	%	15.4	Min 14
V. LL. C.A	%	68.0	
Polvo/asfalto	%	1.41	0.6 – 1.3
Flujo	mm	8.8	8 – 16
Estabilidad	kg	977	544 mín
Estabilidad/flujo	kg/cm	3960	1700 – 4000

Fuente: Creación original

Proseguiremos con la adición del PET al 1.25% a la mezcla asfáltica:

Tabla 16: Dosificación de los agregados para adición del PET al 1.25%

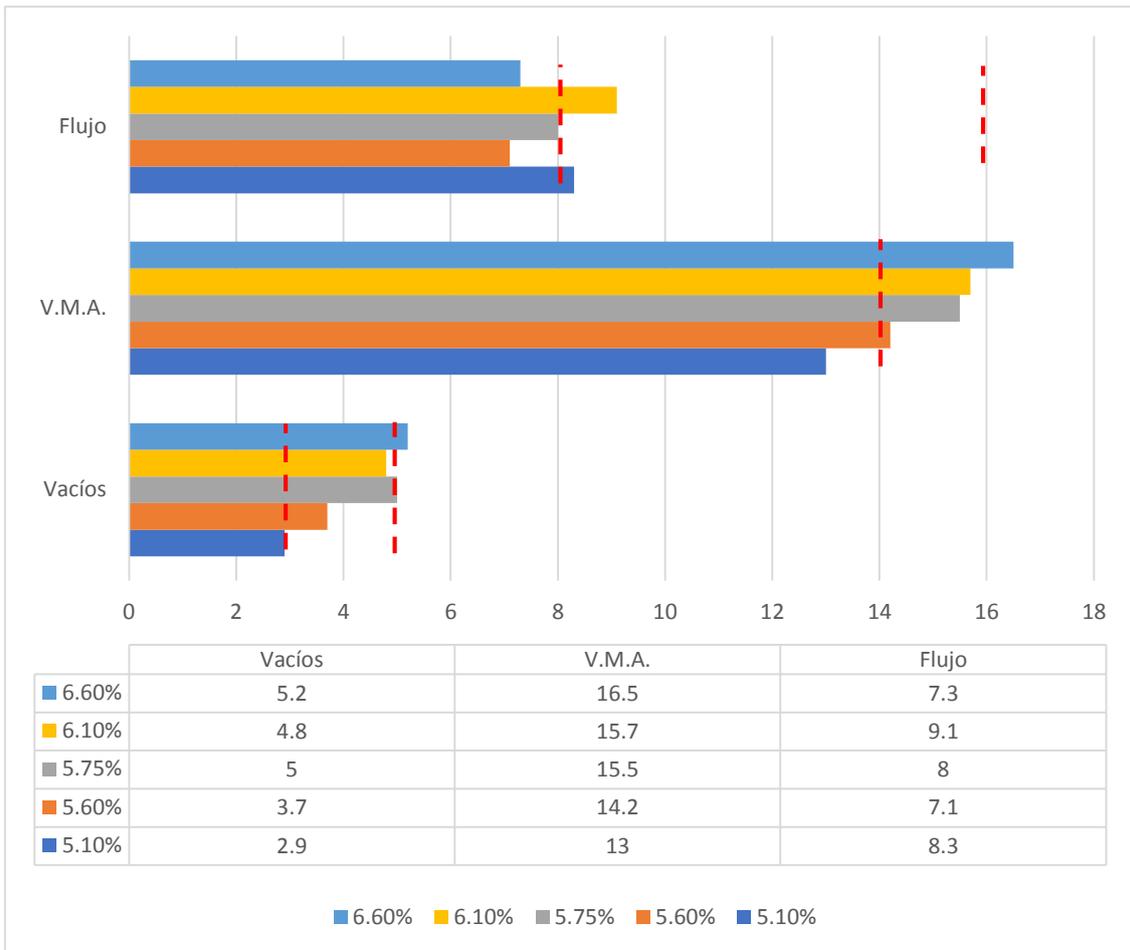
CEMENTO ASFÁLTICO (%)	AGREGADOS	PESO (GR)	PORCENTAJE (%)
5.10%	Grava	483.56	43.00%
	Arena	641.00	57.00%
	PEN 60/70	61.20	5.10%
	PET 1.25%	14.24	1.25%
5.60%	Grava	481.02	43.00%
	Arena	637.62	57.00%
	PEN 60/70	67.20	5.60%
	PET 1.25%	14.16	1.25%
6.10%	Grava	478.47	43.00%
	Arena	634.25	57.00%
	PEN 60/70	73.20	6.10%
	PET 1.25%	14.09	1.25%
6.60%	Grava	475.92	43.00%
	Arena	630.87	57.00%
	PEN 60/70	79.20	6.60%
	PET 1.25%	14.01	1.25%

Fuente: Creación original

Interpretación:

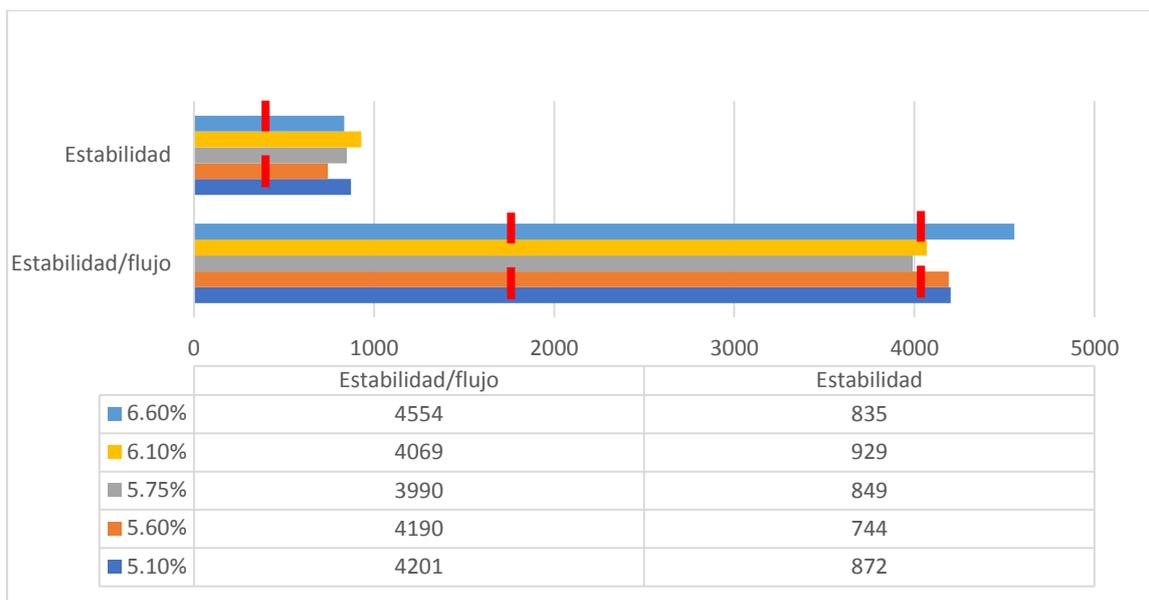
Se observa en la tabla 09, que todos los porcentajes de asfalto PEN 60/70, con el contenido de los agregados y el PET en polvo en gramos. Además, entre el 5.60% y el 6.10% de asfalto PEN 60/70, se encuentra el contenido óptimo tentativo para la mezcla con adición de 1.25%.

Gráfico 11: Flujo, V.M.A y vacíos con adición al 1.25%, respecto al porcentaje de asfalto PEN 60/70



Fuente: Creación original

Gráfico 12: Estabilidad/flujo y estabilidad con adición al 1.25%, respecto al porcentaje de asfalto PEN 60/70



Fuente: Creación original

Interpretación:

Se observa en el gráfico 10 y el gráfico 11, que al 6.10% de asfalto PEN 60/70, el valor de estabilidad/flujo, supera al límite máximo para la MAC 2; a diferencia, que al 5.75%, tiene un valor de 3990, cercano al límite máximo, pero dentro de los parámetros.

De igual manera, como se demuestra en la tabla 10, el 5.75% de asfalto, es el contenido óptimo para la mezcla con adición de 1.25% de PET en polvo.

Tabla 17: Características Marshall del porcentaje óptimo con la adición del 1.25%

CARACTERÍSTICAS MARSHALL		VALORES	ESPECIFICACIONES
Golpes	Nº	50	50
% C.A.	%	5.75%	
Peso unitario	Kg/m ³	2.371	
Vacíos	%	5.0	3 – 5
V.M.A	%	15.5	Min 14

V. LL. C.A	%	67.7	
Polvo/asfalto	%	1.41	0.6 – 1.3
Flujo	mm	7.40	8 – 16
Estabilidad	kg	849	544 mín
Estabilidad/flujo	kg/cm	3990	1700 – 4000

Fuente: Creación original

Finalmente, los resultados con la adición del PET al 1.50% a la mezcla asfáltica:

Tabla 18: Dosificación de los agregados para adición del PET al 1.50%

CEMENTO ASFÁLTICO (%)	AGREGADOS	PESO (GR)	PORCENTAJE (%)
5.10%	Grava	482.34	43.00%
	Arena	639.38	57.00%
	PEN 60/70	61.20	5.10%
	PET 1.50%	17.08	1.50%
5.60%	Grava	479.80	43.00%
	Arena	636.01	57.00%
	PEN 60/70	67.20	5.60%
	PET 1.50%	16.99	1.50%
6.10%	Grava	477.26	43.00%
	Arena	632.64	57.00%
	PEN 60/70	73.20	6.10%
	PET 1.50%	16.90	1.50%
6.60%	Grava	474.71	43.00%
	Arena	629.27	57.00%
	PEN 60/70	79.20	6.60%
	PET 1.50%	16.81	1.50%

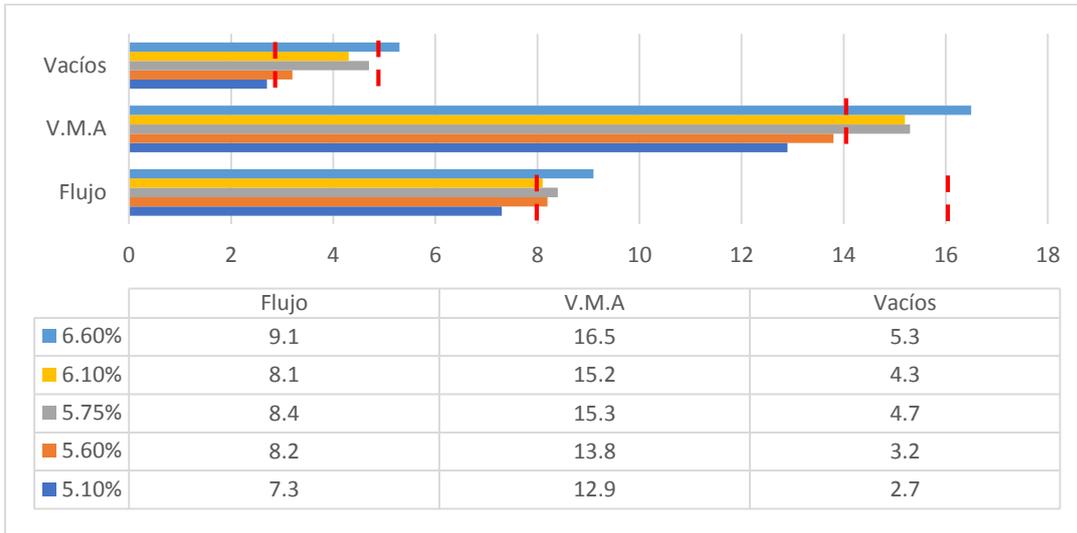
Fuente: Creación original

Interpretación:

Se observa en la tabla 11, que todos los porcentajes de asfalto PEN 60/70, con el contenido de los agregados y el PET en polvo en gramos. Además, entre el

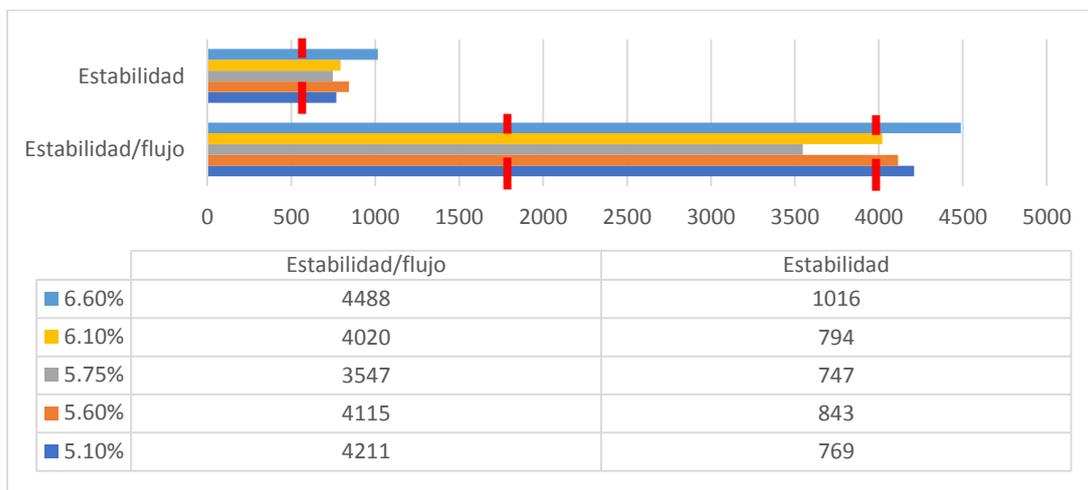
5.60% y el 6.10% de asfalto PEN 60/70, se encuentra el contenido óptimo tentativo para la mezcla con adición de 1.50%.

Gráfico 13: Flujo, V.M.A y vacíos con adición al 1.50%, respecto al porcentaje de asfalto PEN 60/70



Fuente: Creación original

Gráfico 14: Estabilidad/flujo y estabilidad con adición al 1.50%, respecto al porcentaje de asfalto PEN 60/70



Fuente: Creación original

Interpretación:

Se observa en el gráfico 12 y el gráfico 13, que al 5.75% de asfalto PEN 60/70, todas las características Marshall cumplen con los parámetros para la MAC 2.

De igual manera, como se demuestra en la tabla 12, el 5.75% de asfalto, es el contenido óptimo para la mezcla con adición de 1.50% de PET en polvo.

Tabla 19: Características Marshall del porcentaje óptimo con la adición del 1.50%

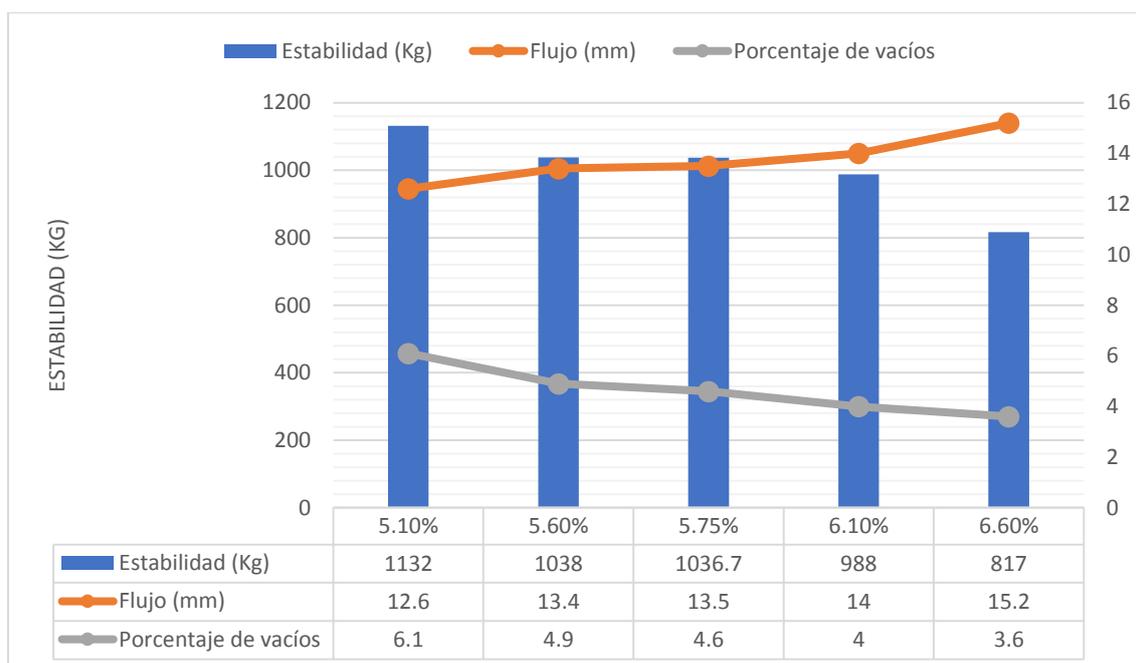
CARACTERÍSTICAS MARSHALL		VALORES	ESPECIFICACIONES
Golpes	N°	50	50
% C.A.	%	5.75%	
Peso unitario	Kg/m ³	2.378	
Vacíos	%	4.7	3 – 5
V.M.A	%	15.3	Min 14
V. LL. C.A	%	69.0	
Polvo/asfalto	%	1.41	0.6 – 1.3
Flujo	mm	8.40	8 – 16
Estabilidad	kg	747	544 mín
Estabilidad/flujo	kg/cm	3547	1700 – 4000

Fuente: Creación original

Resultados del cuarto objetivo: Comparar los valores de estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica estándar y la mezcla modificada con adiciones de PET en polvo al 1%, 1.25% y 1.5%

Comenzaremos con los valores de estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos, obtenidos en la mezcla asfáltica estándar:

Gráfico 15: Mezcla asfáltica estándar MAC-2



Fuente: Creación original

Interpretación:

Se observa que al 5.10% de asfalto PEN 60/70, se obtiene una estabilidad de 1132 kg, mientras que al 6.60%, se obtiene 817 kg; esto quiere decir que la estabilidad con respecto al contenido de asfalto PEN 60/70, mientras más porcentaje de asfalto se añada a la mezcla, los valores de estabilidad tienden a disminuir, ya que el asfalto PEN 60/70 actúa como un lubricante entre los agregados, reduciendo la fricción interna de la mezcla. Esto puede llevar a una mayor tendencia de deslizamiento de los agregados durante la carga, lo que resulta en una disminución de la estabilidad.

En cuanto al flujo, al 5.10% de asfalto PEN 60/70 se obtiene un valor de 12.6 mm, mientras al 6.60%, un valor de 15.2 mm. Esto indica que, a mayor cantidad

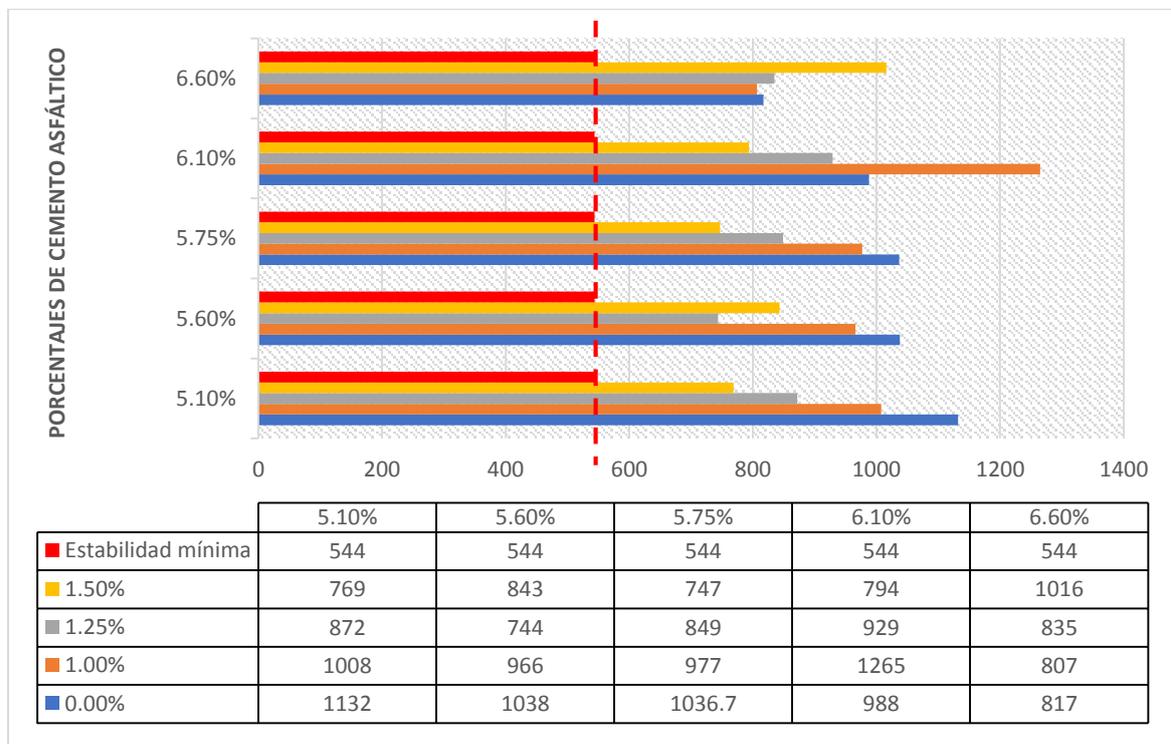
de asfalto, puede mejorar el recubrimiento de los agregados pétreos en la mezcla. El ligante adicional ayuda a cubrir más superficie de los agregados, formando una capa más uniforme alrededor de ellos. Este recubrimiento mejorado reduce la fricción entre los agregados, permitiendo una mayor deformación plástica y un mayor flujo de la mezcla.

En relación al porcentaje de vacíos, al 5.10% de asfalto, se obtiene un 6.10% de vacíos, mientras, al 6.60%, un valor de 3.6% de vacíos. Significa que a mayor contenido de cemento asfáltico, hay mejor adherencia y esto podría reducir la presencia de espacios vacíos en la mezcla, lo cual puede mejorar su resistencia, durabilidad e impermeabilidad.

Los resultados indican un contenido de cemento asfáltico del 5,75% mostró ser óptimo, ya que dispondrá de una estabilidad adecuada, un flujo aceptable y un porcentaje de vacíos favorable.

Ahora procederemos a mostrar y comparar los resultados de la mezcla adicionada con PET en polvo al 1.00%, 1.25% y 1.50%.

Gráfico 16: Estabilidad en la MAC-2 adicionando PET en polvo



Fuente: Creación original

Interpretación:

Se observa, que a los porcentajes de 5.10%, 5.60% y 5.75% de asfalto PEN 60/70, la mezcla convencional supera los valores de estabilidad a comparación con las mezclas adicionadas. Sin embargo, la mezcla convencional muestra una tendencia negativa en contraste al aumento del asfalto PEN 60/70, a comparación de las mezclas adicionadas, que tienen una tendencia ligera al aumento.

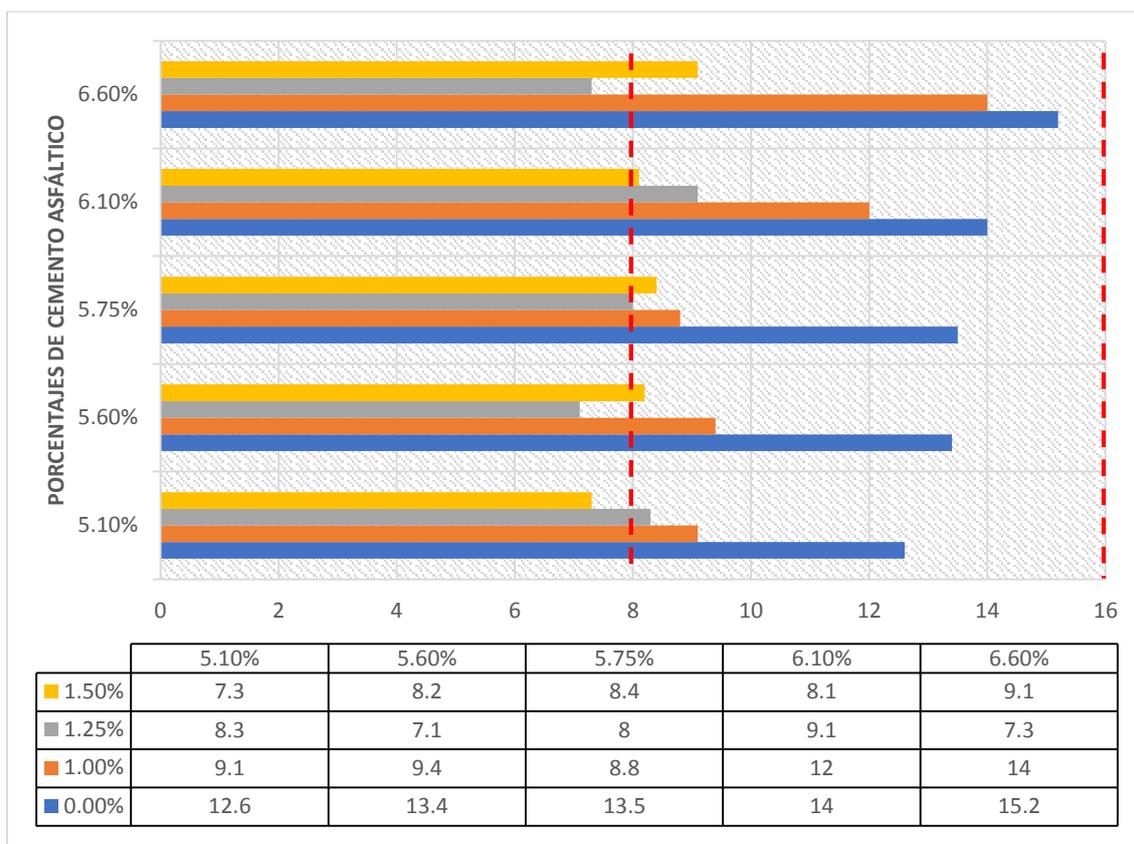
Además, en el porcentaje de 6.10% de asfalto y la adición de PET en polvo al 1.00%, se obtiene un valor de 1265 kg, superior a la mezcla convencional en 277 kg. Y complementando, al 6.60% de asfalto y la adición de PET en polvo al 1.25% y 1.50%, se obtienen valores superiores en 18 kg y 199 kg, respectivamente.

En cuanto a la mezcla óptima de asfalto (5,75%), se encontró que la estabilidad fue de 1036,7 kg. Sin embargo, al adicionar PET en polvo en diferentes porcentajes, se demostró una disminución en la estabilidad. Por ejemplo, con una adición del 1,00% de PET en polvo, la estabilidad llegó a 977 kg, y con una adición del 1,50% de PET en polvo, la estabilidad fue de 747 kg.

Es importante destacar que la estabilidad mínima requerida según la EG 2013 es de 544 kg para una mezcla asfáltica convencional. En este caso, todas las mezclas, incluida la convencional sin añadir de PET, cumplen con este requisito mínimo.

A continuación, mostraremos los resultados acerca del flujo, obtenidos en el ensayo Marshall:

Gráfico 17: Fluencia en la MAC-2 adicionando PET en polvo



Fuente: Creación original

Interpretación:

Se observa, que al porcentaje de asfalto PEN 60/70 de 6.60%, el flujo para la adición de 1.00% de PET en polvo, obtuvo el valor de 14 mm; esto a comparación de la mezcla convencional, que obtuvo un valor de 15.2 mm, demuestra un valor de flujo óptimo.

Por otro lado, obtuvimos el valor mínimo y bajo el menor valor aceptable de flujo, de 7.1 mm; al porcentaje de asfalto PEN 60/70 de 5.60% y la adición de 1.25% de PET en polvo; lo que significa que la mezcla es muy rígida, no tiene capacidad de deformarse, aumentando la posibilidad de agrietamiento y fallas. Mientras al 5.60% de asfalto, la mezcla convencional, obtuvo un valor aceptable de 13.4 mm.

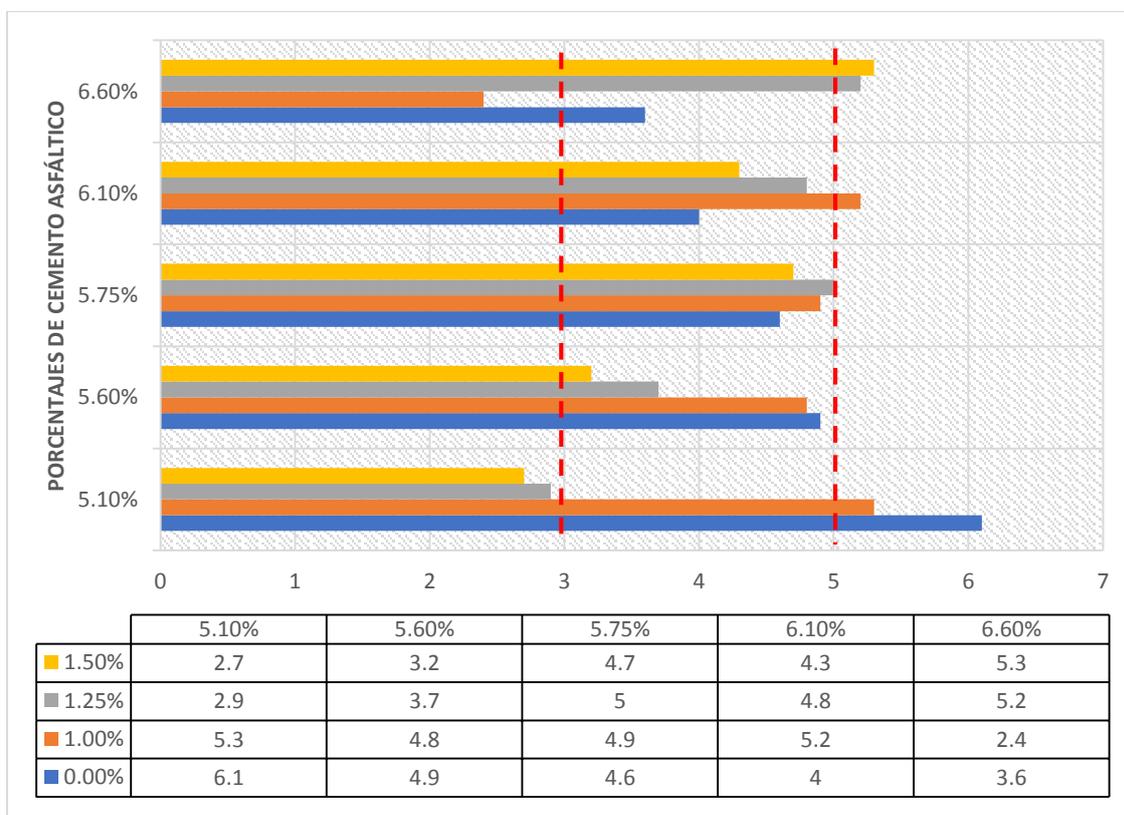
En general, se observa que mediante incremento el porcentaje de asfalto PEN 60/70, el flujo muestra una tendencia a aumentar, ya sea para la mezcla convencional como las adicionadas.

Comparando las diferentes proporciones de adiciones de PET, se observa que, a mayor porcentaje de adición, se obtienen valores de flujo más bajos, lo cual indica que la mezcla está demasiado rígida, lo que puede dificultar su deformación y adaptación a las cargas y condiciones del pavimento.

Se encontró que al 5.75%, 6.10% y 6.60% de cemento asfáltico, la mezcla asfáltica convencional tanto como la adicionada, cumple con los requisitos de la EG 2013 para todos los porcentajes. De la misma manera, la mezcla asfáltica sin adición de PET en polvo, cumple en todos los valores de porcentaje de cemento asfáltico con los parámetros. Sin embargo, la mezcla adicionada con PET en polvo, no cumple en 1.25% y 1.50% de adición, con todos los valores necesarios para una MAC 2, ya que muestra, valores más bajos que 8 mm.

Finalmente, los siguientes resultados muestran los porcentajes de vacíos obtenidos para cada combinación de asfalto PEN 60/70 y porcentaje de adición de PET.

Gráfico 18: Porcentaje de vacíos en la MAC-2 adicionando PET en polvo



Fuente: Creación original

Interpretación:

Se observa, que para la mezcla convencional sin adición y la adición de 1.00%, los vacíos tienden a una baja en sus valores. Mientras, al 1.25% y 1.50% de adición de PET, los vacíos tienden a aumentar; esto puede ser debido a que la adición de PET en polvo afecta las propiedades de compactación de la mezcla, lo que resulta en una mayor cantidad de aire atrapado.

Comparando los resultados, se puede determinar que la mezcla convencional con un porcentaje de cemento asfáltico del 5.75%, muestra un valor de porcentaje de vacíos de 4.6%, lo cual está dentro del rango deseado según las especificaciones de la EG 2013 para una clasificación MAC 2. En la misma línea, la adición de PET en polvo en diferentes porcentajes (1,00%, 1,25% y 1,50%) también resulta en valores de porcentaje de vacíos aceptables (4,9%, 5%, y 4,7%, respectivamente).

Comparando las mezclas adicionadas, con la mezcla convencional sin aumentar de PET, se observa que los porcentajes de vacíos, son más altos, de acuerdo al incremento de asfalto PEN 60/70 en la mezcla. Es importante tener en cuenta que los valores altos de porcentaje de vacíos pueden ser pueden indicar una falta de densidad y compacidad, lo que también puede afectar la resistencia y durabilidad del pavimento.

A diferencia, que la mezcla convencional disminuye sus vacíos, de acuerdo al incremento de asfalto PEN 60/70; ya que al 5.10% de asfalto, se obtiene vacíos de 6.10%, mientras que al 6.60% de asfalto, un valor de 3.6%.

Resultados del quinto objetivo: Establecer el porcentaje de tereftalato de polietileno en polvo, que brindará mejores beneficios a la mezcla asfáltica en caliente, mediante el análisis estadístico inferencial.

En primer lugar, procedimos a elegir entre el 1.00%, 1.25% y 1.50%, el porcentaje de tereftalato de polietileno (PET) en polvo, que generó mayor aporte en las mejoras de las características Marshall. Por ello, se realizó los previos análisis descriptivos mostrados, donde, se eligió a 1.50% de adición, como el porcentaje que mayor aporte genera en la MAC 2. De igual manera, como se observa en la tabla 20, se muestra la dosificación para el porcentaje óptimo entre los 3 porcentajes propuestos.

Tabla 20: Dosificación para el PET que generó mayor aporte a la MAC 2

CEMENTO ASFÁLTICO (%)	AGREGADOS	PESO (GR)	PORCENTAJE (%)
5.75%	Grava	482.90	43.00%
	Arena	631.13	57.00%
	PEN 60/70	69.00	5.75%
	PET 1.50%	16.97	1.50%

Fuente: Creación original

Sin embargo, debemos contrastar si mediante el análisis estadístico inferencial, obtenemos el mismo porcentaje u otro diferente.

Análisis estadístico inferencial

A tabular los valores de las características Marshall obtenidas de los ensayos realizados en el laboratorio en el SPSS, obtuvimos los siguientes resultados:

Tabla 21: Prueba de muestras independientes para la mezcla convencional y la adición al 1.00% de PET en polvo

Propiedades mecánicas	t	gl	Sig. (bilateral)
Estabilidad	-0.027	28	0.978
	-0.027	24.078	0.978

Flujo	5.022	28	0.000
	5.022	18.481	0.000
Porcentaje de vacíos	0.323	28	0.749
	0.323	26.517	0.750

Fuente: Datos extraídos del SPSS

Interpretación:

La tabla 21 se puede interpretar bajo un valor de significancia en el flujo, de 0.000, siendo este menor a 0.05, se rechaza la H_0 , aceptando la H_1 , la cual nos menciona que la adición de tereftalato de polietileno en polvo tiene un efecto positivo en las propiedades del asfalto caliente, a excepción de la estabilidad y vacíos, quienes con una significancia de 0.978 y 0.750 mayor a 0.05 nos dirige a aceptar la H_0 , mencionando de la adición de tereftalato de polietileno en polvo no tiene un efecto positivo en las propiedades del asfalto caliente, particularmente en la estabilidad y los vacíos.

Tabla 22: Prueba de muestras independientes para la mezcla convencional y la adición al 1.25% de PET en polvo

Propiedades mecánicas	t	GI	Sig. (bilateral)
Estabilidad	4.586	28	0.000
	4.586	25.666	0.000
Flujo	18.429	28	0.000
	18.429	27.963	0.000
Porcentaje de vacíos	1.030	28	0.312
	1.030	27.878	0.312

Fuente: Datos extraídos del SPSS

Interpretación:

En la tabla 22, se muestra que para la adición del PET en polvo al 1.25%, se realizó una prueba para muestras independientes bajo un valor de significancia de 0.000 para estabilidad y flujo siendo estos menores a 0.05, se rechaza la H_0 , aceptando la H_1 , la cual nos menciona que la adición de tereftalato de polietileno

en polvo tiene un efecto positivo en las propiedades del asfalto en caliente; a excepción de los vacíos quien con una significancia de 0.312 mayor a 0.05, nos dirige a aceptar la H_0 , mencionando de la adición de tereftalato de polietileno en polvo no tiene un efecto positivo en las propiedades del asfalto caliente, particularmente en los vacíos.

Tabla 23: Prueba de muestras independientes para la mezcla convencional y la adición al 1.50% de PET en polvo

Propiedades mecánicas	t	gl	Sig. (bilateral)
Estabilidad	4.452	28	0.000
	4.452	27.913	0.000
Flujo	19.612	28	0.000
	19.612	25.502	0.000
Porcentaje de vacíos	1.706	28	0.099
	1.706	27.563	0.099

Fuente: Datos extraídos del SPSS

Interpretación:

Se observa en la tabla 23, que para la adición del PET en polvo al 1.50%, interpretamos bajo un valor de significancia de 0.000 y 0.000 para estabilidad y flujo. Siendo este menor a 0.05, se rechaza la H_0 , aceptando la H_1 , la cual nos menciona que la adición de tereftalato de polietileno en polvo tiene un efecto positivo en las propiedades del asfalto caliente, a excepción de los vacíos, quien con una significancia de 0.099 mayor a 0.05 nos dirige a aceptar la H_0 , mencionando de la adición de tereftalato de polietileno en polvo, no tiene un efecto positivo en las propiedades del asfalto caliente, particularmente en los vacíos.

Para elegir cuál de los tres porcentajes de adición de PET en polvo a la mezcla destaca en mejoras, en contraste con la mezcla convencional, tomamos en cuenta el nivel de significancia, como se observa en la tabla 23.

Tabla 24: Nivel de significancia de las características Marshall para cada porcentaje de PET en polvo

PET	Propiedades mecánicas	Nivel de significancia (t)
1.00%	Estabilidad	0.978
	Flujo	0.000
	Porcentaje de vacíos	0.749
1.25%	Estabilidad	0.000
	Flujo	0.000
	Porcentaje de vacíos	0.312
1.50%	Estabilidad	0.000
	Flujo	0.000
	Porcentaje de vacíos	0.099

Fuente: Datos extraídos del SPSS

Interpretación:

Se observa en la tabla 24, que el nivel de significancia para el porcentaje de vacíos al 1.50% de adición de PET en polvo a la mezcla, muestra un valor de 0.099, que siendo mayor que 0.05, nos demuestra que no muestra mejoras con respecto a la convencional. Sin embargo, entre los tres porcentajes, es la adición que mejor resultado mostró mediante el análisis inferencial.

Por lo tanto, el 1.50% de adición de PET en polvo, es el porcentaje de tereftalato de polietileno en polvo, que brinda mejores beneficios a la mezcla asfáltica en caliente.

De la misma manera, como se observa en la tabla 25, obtuvimos las ecuaciones del comportamiento de nuestras variables, mediante la regresión lineal, donde incluimos el comportamiento del asfalto PEN 60/70.

Tabla 25: Coeficientes del comportamiento de los componentes de la MAC 2

Propiedades mecánicas	Variables	Coeficientes
Estabilidad	Constante	1170.018
	Adición de PET en polvo	-111.410
	Asfalto PEN 60/70	-24.657
Flujo	Constante	4.923
	Adición de PET en polvo	-3.972
	Asfalto PEN 60/70	1.528
Porcentaje de vacíos	Constante	4.715
	Adición de PET en polvo	-0.347
	Asfalto PEN 60/70	0.00

Fuente: Datos extraídos del SPSS

Interpretación:

En la tabla 25, se observa los coeficientes para el comportamiento de la MAC 2. En el porcentaje de vacíos, el asfalto PEN 60/70 tiene un valor de 0, lo cual significa poca o nula incidencia en su comportamiento.

Tabla 26: Ecuaciones para la MAC 2 adicionada con PET en polvo

Ecuación	Estabilidad	Flujo	Porcentaje de vacíos
	1170.018 – 111.410x – 24.657y	4.923 – 3.972x +1.528y	4.715 – 0.347x
x	Adición de PET en polvo		
y	Porcentaje de asfalto PEN 60/70		

Fuente: Datos extraídos del SPSS

Interpretación:

Las ecuaciones presentadas en la tabla 26, sirven para observar y predecir el comportamiento de la MAC 2, con respecto a la adición de PET en polvo y contenido de asfalto PEN 60/70, tomando en cuenta los agregados extraídos de la cantera Chero en la ciudad de Chimbote. De la misma manera, con un porcentaje aproximado, comprobaremos los resultados obtenidos en la investigación. (Ver anexo 9, 10 y 11)

Contrastación de hipótesis específica 1:

Tabla 27: Prueba estadística para las características del PET

AUTORES	PET	Desviación
Autores	Clasificación	0.00
	Características	0.00
	Propiedades	0.00

Fuente: Datos extraídos del SPSS

Interpretación:

Podemos observar en la tabla 27, donde tenemos datos obtenidos a través del programa SPSS, donde se obtuvo que la desviación de los datos obtenidos por los diferentes autores, es nula, así que, por ello, se acepta la H1, la cual nos menciona que: Las características del tereftalato de polietileno reportadas en autores de diferentes artículos de investigación coinciden. (Ver anexo 19)

Contrastación de hipótesis específica 2:

Tabla 28: Prueba para una muestra para los ensayos del agregado fino

Ensayos	t	gl	Sig. (bilateral)
Agregado fino	3.674	6	0.010

Fuente: Datos extraídos del SPSS

Tabla 29: Prueba para una muestra para los ensayos del agregado fino

Ensayos	t	gl	Sig. (bilateral)
Agregado grueso	4,041	7	,005

Fuente: Datos extraídos del SPSS

Interpretación:

Se observa en la tabla 28 y 29, los datos obtenidos a través del programa SPSS, donde se obtuvo valor de significancia menor a 0.05, por lo tanto, se acepta la H2, la cual nos menciona que: Los agregados que intervienen en la mezcla asfáltica, cumplen los valores normativos para una MAC 2. (Ver anexo 20)

Contrastación de hipótesis específica 3:

Tabla 30: Prueba estadística para el cemento asfáltico en mezcla convencional y adicionadas con PET en polvo

Cemento asfáltico	Desviación
0.00%	0.00
1.00%	0.00
1.25%	0.00
1.50%	0.00

Fuente: Datos extraídos del SPSS

Interpretación:

Se puede observar en la tabla 29, donde mediante prueba estadística para conocer la desviación, se observa que la desviación es 0.00 para el cemento asfáltico óptimo para la mezcla convencional tanto como las adicionadas, es por ello, que se acepta la H2: El diseño de mezcla asfáltica convencional y adicionada, tienen el mismo porcentaje óptimo de cemento asfáltico. (Ver anexo 21)

Contrastación de hipótesis específica 4:

Tabla 31: Prueba de muestras independientes para las propiedades mecánicas de la mezcla convencional y adicionada con PET en polvo

PET	Propiedades mecánicas	t	gl	Sig. (bilateral)
1.00%	Estabilidad	-0.027	24.078	0.978
	Flujo	5.022	18.481	0.000
	Porcentaje de vacíos	0.323	26.517	0.750
1.25%	Estabilidad	4.586	25.666	0.000
	Flujo	18.429	27.963	0.000
	Porcentaje de vacíos	1.030	27.878	0.312
1.50%	Estabilidad	4.452	27.913	0.000
	Flujo	19.612	25.502	0.000
	Porcentaje de vacíos	1.706	27.563	0.099

Fuente: Datos extraídos del SPSS

Interpretación:

Se observa en la tabla 30, que el valor de significancia para algunas propiedades es menor a 0.05, sin embargo, tenemos algunas propiedades con valores de significancia mayor a 0.05; por lo tanto, nos dirige a aceptar la H_0 , mencionando que los valores de estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos de la mezcla modificada con adiciones de PET en polvo al 1%, 1.25% y 1.5%, no son mejores que los valores de la mezcla asfáltica estándar.

Contrastación de hipótesis específica 5:

Tabla 32: Valor de significancia de las propiedades mecánicas para cada porcentaje de PET

PET	Propiedades mecánicas	Valor de significancia (t)
1.00%	Estabilidad	0.978
	Flujo	0.000
	Porcentaje de vacíos	0.749
1.25%	Estabilidad	0.000
	Flujo	0.000
	Porcentaje de vacíos	0.312
1.50%	Estabilidad	0.000
	Flujo	0.000
	Porcentaje de vacíos	0.099

Fuente: Datos extraídos del SPSS

Interpretación:

Se observa en la tabla 31, el nivel de significancia para el porcentaje de vacíos al 1.50% de adición de PET en polvo a la mezcla, muestra un valor de 0.099, que siendo mayor que 0.05, nos demuestra que no muestra mejoras con respecto a la convencional. Sin embargo, entre los tres porcentajes, es la adición que mejor resultado mostró mediante el análisis inferencial. (Ver el anexo 22)

Por lo tanto, se rechaza la H₀, aceptando la H₅, la cual nos menciona que el 1.50% de adición de PET, es el porcentaje de tereftalato de polietileno en polvo que brinda los mejores beneficios a la mezcla asfáltica en caliente.

Contrastación de hipótesis general:

Tabla 33: Resultados de la prueba estadística para la hipótesis general

PET	Propiedades mecánicas	t	gl	Sig. (bilateral)
1.00%	Estabilidad	-0.027	24.078	0.978
	Flujo	5.022	18.481	0.000
	Porcentaje de vacíos	0.323	26.517	0.750
1.25%	Estabilidad	4.586	25.666	0.000
	Flujo	18.429	27.963	0.000
	Porcentaje de vacíos	1.030	27.878	0.312
1.50%	Estabilidad	4.452	27.913	0.000
	Flujo	19.612	25.502	0.000
	Porcentaje de vacíos	1.706	27.563	0.099

Fuente: Datos extraídos del SPSS

Interpretación:

Como se observa en la tabla 32, que es resumen de las tablas 21, 22 y 23, donde se interpreta bajo el valor de significancia en el flujo de todos los porcentajes de adición de PET en polvo, de 0.000, siendo este menor a 0.05, se rechaza la H_0 , aceptando la H_1 , la cual nos menciona que la adición de tereftalato de polietileno en polvo en porcentajes de 1%, 1.25% y 1.5% tiene un efecto positivo en las propiedades mecánicas del asfalto en caliente; a excepción de la estabilidad y vacíos, quienes con una significancia mayor a 0.05 nos dirige a aceptar la H_0 , mencionando que la adición de tereftalato de polietileno en polvo en porcentajes de 1%, 1.25% y 1.5%, no tiene un efecto positivo en las propiedades mecánicas del asfalto en caliente.

V. DISCUSIÓN

Se menciona en la investigación de Camacho, Gómez y López (2019) realizada en Colombia, que al usar el tereftalato de polietileno en fibras menores a 0.5 cm, la adherencia que presenta la mezcla bituminosa cumple por más del 16% a los valores reglamentarios para una mezcla de asfalto en caliente, es por ello que en nuestra investigación se adicionó el PET en polvo, con dimensiones menores a 0.05 mm, para así conseguir que se distribuya homogéneamente con los agregados, y tenga una mejor adherencia con el bitumen.

Por otra parte, Bernardo y Mendiguri (2022) en su proyecto de investigación en la ciudad de Lima, optaron por usar diferentes cementos asfálticos de acuerdo a la penetración que estos, como el PEN 40/50, PEN 60/70 y PEN 85/100, y tomando en cuenta la adición de partículas de plástico reciclado. Concluyó que la mejor opción es el PEN 60/70, ya que tiene una excelente capacidad de adherencia a los agregados pétreos y el PET utilizados en la mezcla asfáltica; por ende, decidimos utilizar el PEN 60/70, ya que necesitamos una unión fuerte y duradera entre el asfalto y todos los agregados, que al mismo tiempo mejore la estabilidad y la resistencia del pavimento, además que demuestra que no causará resultados adversos al entrar en contacto con el PET.

Considerando la forma de incorporar el PET a la mezcla de asfalto, Flores (2020), indica que encuentra una estabilidad menor a la convencional, al sustituir al 2% el PET por cemento en la mezcla asfáltica, además que no se logró una buena adherencia entre el agregado grueso y el PET, ya que este se fundió al tomar contacto con las elementos pétreos calientes, tomando en cuenta lo expuesto, en nuestra investigación adicionamos el PET como un agregado más, mas no, como una sustitución de los convencionales, ya que, el PET cumple con la granulometría para ser añadida a la mezcla asfáltica para una MAC 2.

Además, como señala Choudhary, Kumar y Murkute (2018), en su artículo de investigación realizado en India, existen diferentes formas de introducir el plástico a una mezcla de asfalto. Como se tiene en conocimiento, el proceso en seco es el más adecuado para la adición, ya que el proceso húmedo segrega el betún con el plástico. Sin embargo, propone un procedimiento similar al seco,

donde la adición del PET se realiza después de que los agregados se mezclan con el betún. Por lo cual, en la investigación se adicionó el tereftalato de polietileno en polvo con este proceso en seco modificado, ya que resulta en cambios mínimos en la forma y propiedades del PET durante la mezcla.

Respecto a la cantidad de adición de PET a la mezcla asfáltica, López y Nonato (2020), mencionan que el 1% de adición de PET en partículas menores a 1", lograron obtener una estabilidad superior a la convencional, siendo superada hasta en 34 kg, por otro lado, mejoró el flujo, así como la resistencia del asfalto hasta en un 13%, por ello, en la investigación se plantea porcentajes cercanos al 1% para poder obtener valores superiores a los convencionales, y determinar el porcentaje óptimo para un pavimento de mejores capacidades.

Lozada y Montoya (2022), en su investigación tomaron en cuenta, adicionar PET triturado a una MAC 2, con agregados provenientes de una cantera de Jaén, los cuales pasaron por diferentes ensayos, para poder ser aceptados dentro de la mezcla asfáltica; al igual que ellos, nuestros agregados provenientes de la cantera Chero, tuvieron que cumplir diferentes requisitos de las especificaciones técnicas para carreteras que manda el EG 2013 para poder ser aceptados dentro de la mezcla asfáltica y obtener un resultado óptimo.

Por otro lado, Bernardo y Mendiguri (2022), en su investigación para obtener el título profesional de ingeniera civil, observó que a medida que se aumente el contenido de cemento asfáltico en la mezcla, se fortalece una mayor cohesión y estabilidad en la mezcla. Ya que, al utilizar un 5% de cemento asfáltico, encontró que la mezcla tenía una estabilidad de 9.48 KN. Sin embargo, al aumentar el porcentaje de cemento asfáltico al 6%, la estabilidad aumentó significativamente a 10.56 KN; en cambio en nuestra investigación, hallamos que al 5.10% de cemento asfáltico obtuvimos una estabilidad de 11.23 KN (1123 kg), y al añadir un 6.10% de cemento asfáltico, esta disminuyó considerablemente a 9.88 KN (988 kg); sin embargo, tenemos que tener en cuenta también al flujo y al porcentaje de vacíos, ya que con el objetivo de evitar un exceso de rigidez, que pueda conducir a problemas de fisuración en el pavimento. Por ello, en la investigación de Bernardo, tal como en la nuestra, se hizo un diseño de mezcla asfáltica Marshall para poder determinar la dosificación óptima, ya que es

importante garantizar un equilibrio adecuado en la proporción de los componentes de la mezcla; en el caso de Bernardo, arrojó valores de 38% de agregado grueso, 62% de agregado fino, y 6% de cemento asfáltico PEN 60/70; de la misma manera, en nuestra investigación, obtuvimos una dosificación óptima de 43% de agregado grueso, 57% de agregado fino y 5.75% de cemento asfáltico PEN 60/70.

Sobre todo, Bohórquez y Quintero (2020), en su investigación realizada en Bogotá, Colombia; analizaron el aporte de la inclusión de PET por vía seca a la mezcla asfáltica en caliente, donde determinaron que al incluir el PET triturado en partículas que pasen la malla N° 10 en porcentaje del 1.00% de PET y 5.85% de cemento asfáltico, obtuvo un valor de estabilidad de 12.17 KN, superior a la de la mezcla convencional de 11.61 KN. De igual manera en nuestra investigación, al incluir un porcentaje de 5.75% de cemento asfáltico, y el 1.00% de PET en polvo, obtuvimos un valor de estabilidad de 9.77 KN (977 kg), que cumple con el requisito mínimo de 5.44 KN que indica el las especificaciones técnicas de la EG 2013 para una MAC 2, sin embargo, el valor de la estabilidad adicionado es inferior a la estabilidad de la mezcla convencional con valor de 10.37 KN, esto puede ser debido a que el PET en polvo puede dificultar el proceso de compactación de la mezcla asfáltica. Durante la compactación, es necesario aplicar una presión adecuada para asegurar una distribución uniforme de los materiales y una adecuada adherencia entre ellos. Si el PET en polvo no se distribuye de manera uniforme o no se adhiere adecuadamente, se pueden formar vacíos o áreas con menor densidad en la mezcla compactada. Esto afectará negativamente la estabilidad de la mezcla, ya que se debilitarán las interacciones entre los materiales y se reducirá la capacidad de soportar cargas.

Así mismo, Alvines (2023), en su trabajo de investigación realizado en la ciudad de Pimentel en Perú, elaboró diferentes mezclas asfálticas modificadas con botellas recicladas, donde obtuvo resultados dentro de los rangos establecidos por la EG 2013, al añadir un 5.80% de cemento asfáltico y un porcentaje entre 0.5% y 2.00% de PET triturado. La estabilidad hallada mediante el método Marshall, mostró una tendencia a disminuir mediante se añadía más contenido de PET; por otro lado, el flujo al igual que los porcentajes de vacíos mostraron una tendencia a aumentar. Relacionando con nuestra investigación, con un

porcentaje óptimo de cemento asfáltico de 5.75%, la estabilidad también mostró una tendencia a disminuir mientras más porcentaje de PET se añadía, aún así, todos los valores tanto para la mezcla convencional como la mezcla adicionada cumplieron, con valores superando el mínimo de 5.44 KN; además, el flujo tanto como el porcentaje de vacíos, también mostró tendencia al aumento al adicionar mayor contenido de porcentaje de PET, para todos los porcentajes de cemento asfáltico; pero no todos los porcentajes de PET cumplieron con todos los requisitos de la EG 2013 para una MAC 2; solo le logra un resultado que cumpla con los valores de estabilidad, fluencia y porcentaje de vacíos, teniendo en cuenta un 1.50% de PET en polvo con 5.75%, 6.10% y 6.60% de cemento asfáltico.

Además, Moazami, Sahaf y Mohamadzadeh (2019), en su proyecto de investigación, buscó la influencia de reemplazar el agregado fino por partículas con tamaños menores de 0.05 mm de PET reciclado, sustituyéndolo en porcentajes de 2.00%, 5.00%, 6.70%, 10.00% y 12.50%, donde utilizando el método Marshall obtuvo valores aceptables entre los requisitos de la MTC E 504 para la estabilidad, fluencia y porcentaje de vacíos (12.20 KN, 12 mm y 4.80%, respectivamente) para un 6.70% de reemplazo de PET por el agregado fino. En nuestra investigación, decidimos adicionar el PET en polvo, como un agregado, más no como un sustituto de otro, en porcentajes de 1.00%, 1.25% y 1.50%, donde, para un porcentaje de 1.50% de adición de PET en polvo, y un 5.75% de cemento asfáltico, se obtuvo resultados de estabilidad, fluencia y porcentaje de vacíos (7.47 KN, 8.4 mm y 4.7%, respectivamente) con valores aceptables entre los requisitos de la MTC E 504, por lo que los resultados mediante el Método Marshal de Luque y nuestro proyecto de investigación son favorables.

Resaltamos la investigación realizada por Tapia (2021), realizada en Chiclayo, donde incluye el plástico PET en partículas menores a 0.009 mm a la mezcla asfáltica con el fin de mejorar las propiedades mecánicas en una avenida. Determinó un porcentaje óptimo de PET al 1.00% y con un porcentaje de 5.50% de cemento asfáltico obtuvo valores de estabilidad de 9.55 KN, un flujo de 13.4 mm y un porcentaje de vacíos de 4.2%, siendo valores aceptables en los parámetros, pero, no mejores que la mezcla convencional. Al igual, que en nuestra investigación, hallamos un porcentaje óptimo de adición de PET en polvo

de 1.50% y un 5.75% de cemento asfáltico, donde obtuvimos un valor de estabilidad de 7.47 KN, un flujo de 8.4 mm y un porcentaje de vacíos de 4.7%, los cuales están dentro de los parámetros de la MTC para una MAC 2, aun así, al igual que la investigación de Tapia, no mejoro los valores de la mezcla convencional, por lo que, no tiene un impacto positivo, más aún, puede ser una forma de reciclar y contribuir con la disminución de la contaminación plástica en el mundo.

VI. CONCLUSIONES

1. El tereftalato de polietileno que es introducido a la mezcla asfáltica en forma de polvo, tiene proporciones menores a 0.150 mm, este es transparente y al ser adicionado por el método seco modificado, no sufrió tantos cambios en las propiedades, ni se segregó.
2. El agregado grueso al igual que el agregado fino provenientes de la cantera Chero, cumplieron todas las especificaciones que dicta el MTC para poder participar de la mezcla asfáltica en caliente tipo 2, para tránsito medio.
3. El diseño de mezcla asfáltica estándar con el diseño de mezcla asfáltica adicionada utilizando el método Marshall, se observó que ambas tienen una dosificación de 43.00% de grava, 57.00% de arena y un porcentaje de asfalto PEN 60/70 óptimo de 5.75%.
4. Al comparar los valores de estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos entre la mezcla asfáltica estándar y la mezcla modificada con adiciones de PET en polvo al 1%, 1.25% y 1.5%, se observó que las mezclas modificadas no presentan mejoras significativas en las propiedades mecánicas. Se evidencia una disminución en la estabilidad y el flujo, y un aumento del porcentaje de vacíos a medida que se incrementa el contenido de PET en polvo.
5. Se establece que el 1.50% de PET en polvo, muestra mejoras en el flujo y la estabilidad de la mezcla asfáltica en polvo; siendo el porcentaje, entre las adiciones propuestas, que muestra los mejores beneficios a la mezcla asfáltica en caliente mediante el análisis estadístico inferencial.
6. En conclusión, se determina que el PET en polvo en porcentajes de 1.00%, 1.25% y 1.50% de adición, muestra mejora en el valor del flujo de las mezclas asfálticas; sin embargo, influye negativamente en la estabilidad y el porcentaje de vacíos, disminuyendo e incrementando sus valores respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere utilizar el método seco modificado para adicionar el PET en polvo, ya que, no sufre tantos cambios en sus propiedades, ni se segrega al entrar en contacto con la mezcla asfáltica en caliente.
2. Recomendamos, para futuras investigaciones en el ámbito de asfalto en caliente, utilizar dentro de su diseño de mezcla, agregados provenientes de la cantera Chero; ya que, cumplen con los requisitos para participar de la MAC 2, según lo establecido por la MTC.
3. Se recomienda, para el diseño de la mezcla asfáltica con agregados provenientes de la cantera Chero en Chimbote, utilizar una dosificación de 57.00% de arena, 43.00% de grava y el 5.75% de asfalto PEN 60/70.
4. Sugerimos adicionar 1.25% o 1.50% de adición de PET en polvo para mejoras en la estabilidad y el flujo, que cumplan además con los requisitos establecidos para la MAC 2.
5. Recomendamos de igual manera, para futuras investigaciones, usar porcentajes de adición de PET en polvo más altos, superiores al 2% o 4%, para ver el contraste en el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente.
6. Finalmente, sugerimos a los futuros investigadores que al adicionar el PET en polvo para una MAC 2, utilicen las siguientes ecuaciones: “estabilidad: $1170.018 - 111.410x - 24.657y$ ”, “flujo: $4.923 - 3.972x + 1.528y$ ” y “ $4.715 - 0.347x$ ”; tomando en cuenta a “x”, como la adición de PET, y a “y”, como el porcentaje de asfalto PEN 60/70.

REFERENCIAS

1. ABUADDOUS, Musab, TAAMNEH, Madhar y RABAB'AH, Samer. The potential use of recycled polyethylene terephthalate (RPET) plastic waste in asphalt binder. *International Journal of Pavement Research and Technology* [en línea]. 2021;14, 579–587. [Fecha de consulta: 01 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s42947-020-0120-2>
2. ALVINES, Joan. Elaboración de Mezcla Asfáltica Modificada con Botellas Plásticas Recicladas, Aplicando el Método Marshall para Tránsito Pesado. Tesis (Título para ingeniero civil) [en línea]. Perú: Universidad Señor de Sipán; 2023, 234 pp. [Fecha de consulta: 8 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11077>
3. ARNIDO, Lisseth y DE LA CRUZ, Nayberson. Mejoramiento del pavimento flexible con polímero de la carretera Huaraz-Recuay-Ancash, 2019. Tesis (Título para ingeniero civil) [en línea]. Perú: Universidad Cesar Vallejo de Huaraz, 2020. 86 pp. [Fecha de consulta: 18 de octubre del 2022]. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52535>
4. ARIZALA, Carl y RAZAL, Ramon. Recycled Polyethylene Terephthalate as Reinforcement Additive of Asphalt Mixture for Pavement Application. Filipinas: *Philippine Journal of Science* [en línea]. 2021; 150(3), 1061-1068 pp. [Fecha de consulta: 02 de octubre del 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/365154718_Recycled_Polyethylene_Terephthalate_as_Reinforcement_Additive_of_Asphalt_Mixture_for_Pavement_Application
ISSN: 2654-0178
5. BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. México: *Grupo editorial patria* [en línea]. 2017; 1(5), 230 pp. [Fecha de consulta: 02 de octubre del 2022]. Disponible en: <http://ebookcentral.proquest.com>
ISSN: 6358-1907
6. BERNARDO, Diana y MENDIGURI, Yanina. Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica usando polímeros Polietilentereftalato, Lima-2022. Tesis (Título para ingeniero civil) [en línea]. Perú: Universidad Ricardo

- Palma; 2022, 156 pp. [Fecha de consulta: 09 de octubre del 2022].
 Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/5787>
7. BOHÓRQUEZ, Edwin y QUINTERO, Geraldyn. Aporte estructural de mezcla asfáltica en caliente con inclusión de plástico PET por vía seca a estructuras de pavimento flexible para vías de bajo tráfico según especificaciones INVIAS. Tesis (Título para ingeniero civil) [en línea]. Colombia: Universidad Católica de Colombia; 2020, 198 pp. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2023].
 Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/ecd3940d-0038-4569-8233-74df17f5108f>
 8. CAMACHO, Yuly, GÓMEZ, Linda y LÓPEZ, Leidy. Viabilidad diseño de mezcla asfáltica modificada con 1% de fibra de PET, 2019. Tesis (Título para ingeniero civil) [en línea]. Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia; 2019, 187 pp. [Fecha de consulta: 05 de octubre del 2022].
 Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/d6117964-8c4a-402e-8d5f-2f66db3937d4/content>
 9. CHOUDHARY, Rojan, KUMAR, Abhinay y MURKUTE, Kishori. Properties of Waste Polyethylene Terephthalate (PET) Modified Aspha Mixes: Dependence on PET Size, PET Content, and Mixing Process. India: *Budapesti Muszaki es Gazdasagtudományi Egyetem* [en línea]. 2018; 62(3), 685-693 pp. [Fecha de consulta: 02 de septiembre del 2022].
 Disponible en: <https://pp.bme.hu/ci/article/view/10797>
 ISSN: 1033-0978
 10. COMBINED performance of waste polyethylene terephthalate plastic polymer and rubber crumb in modifying hot mix asphalt properties por Mekuria, Getnet [et al.]. Etiopía: *Avances en ciencia e ingeniería de materiales* [en línea]. 2023; 14(7), 14 pp. [Fecha de Consulta 24 de septiembre de 2022].
 Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2023/6320490>
 ISSN: 2314-0925
 11. DYNAMIC flows of polyethylene terephthalate (pet) plastic in China por Chu, Jianwen [et al.]. *Waste management* (Elmsford) [en línea]. 2021, 124,

- 273–282. [Fecha de consulta: 27 de septiembre del 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X21000465>
ISSN: 0956-053X
12. ESCALANTE, Henry e INFANTES, Gilmer. Propiedades de la mezcla asfáltica con adición de residuos plásticos - Nuevo Chimbote, 2019. Tesis (Título para ingeniero civil) [en línea]. Perú: Universidad Cesar Vallejo de Chimbote, 2019. 153 pp. [Fecha de consulta: 16 de octubre del 2022]. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68226>
 13. ESPINOZA, Eleonora. Universo, Muestra y Muestreo. *Metodología universal* [en línea]. 2016, n.º11. [Fecha de consulta: 15 de octubre del 2022].
Disponible en: <https://n9.cl/yf52>
 14. FLORES, Jhon. Comportamiento mecánico de mezcla asfáltica incorporando caucho por vía húmeda, avenida Perú, Callao, 2018. Tesis (Título para ingeniero civil) [en línea]. Lima: Universidad César Vallejo. s.n., 2018. 174 pp. [Fecha de consulta: 27 de septiembre del 2022].
Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25348>
 15. GIL, Juan. Técnicas e instrumentos para la recogida de información. UNED [en línea]. Diciembre 2016. [Fecha de consulta: 16 de octubre del 2022].
Disponible en: <https://n9.cl/yq7c8>
ISSN: 2007-4913
 16. GOMÉZ, Gustavo. Mejoramiento de la carpeta asfáltica del pavimento del Aeropuerto de Ayacucho usando mezclas asfálticas en caliente modificada con polímeros – 2020. Tesis (Título para ingeniero civil) [en línea]. Perú: Universidad Cesar Vallejo de Lima, 2020. 117 pp. [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2022].
Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66174>
 17. ISRAA, Saaed y HAWRAA, Al-Haidari. Mechanical Properties of Polyethylene Terephthalate-Modified Pavement Mixture. *IOP Conference series: Materials Science and Engineering* [en línea]. 2020, 2073(870). [Fecha de consulta: 29 de octubre del 2022].
Disponible en: [Mechanical Properties of Polyethylene Terephthalate-Modified Pavement Mixture - IOPscience](https://doi.org/10.1088/1757-899X/2073/1/012001)

DOI: 10.1088/1757-899X/870/1/012073

18. JEGATHEESAN, Nishanthini, RENGARASU, Terrance y BANDARA, Wasala. Effect of Polyethylene Terephthalate (PET) Fibres as Binder Additive in Hot Mix Asphalt Concrete. *Conference: Transaction of Annual Sessions of the Institution of Engineers Sri Lanka* [en línea]. 2018, 20(1), 175 – 182 pp. [Fecha de consulta: 13 de octubre del 2022].

Disponible en: <https://app.box.com/s/ciljhvfv5kr903craeubgqjthq84gx11b/file/336938086785>

19. KENNETH, Tutu y YAW, Tuffour. Warm-Mix Asphalt and Pavement Sustainability: A Review. *Revista Scientific Research* [en línea]. Vol.6 Núm.2. 2016. [Fecha de consulta: 04 de junio de 2022].

Disponible en: https://www.scirp.org/pdf/OJCE_2016030914581022.pdf
ISSN: 2164-3172

20. KIM, Sonny, YANG, Jidong y ETHERIDGE, Austin. Effects of mix design variables on flexibility index of asphalt concrete mixtures. *International Journal of Pavement Engineering (Washington, USA)* [en línea]. 2020, 21(10), 1275-1280. Disponible

en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10298436.2018.1538514?journalCode=gpav20>

ISSN: 1029-8436

21. LÓPEZ, Carlos y NONATO, Brayan. Propiedades mecánicas del asfalto en caliente adicionándole polietileno de tereftalato (PET) en porcentajes de 0.75%, 1% y 1.25%, Nuevo Chimbote, Ancash-2020. Tesis (Título para ingeniero civil) [en línea]. Perú: Universidad Cesar Vallejo de Chimbote, 2020. 153 pp. [Fecha de consulta: 14 de octubre del 2022].

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60639>

22. LOZADA, Wilmer y MONTOYA, Fiorella. Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca [en línea]. Tesis (título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad César Vallejo, 2022, 176 pp. [Fecha de consulta: 28 de septiembre de 2022]. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93978>

23. LUGEIYAMU, Lameck, KUNLIN, Ma, MENSAHN, Elvis y FARAZ, Ahmad. Utilization of waste polyethylene terephthalate (PET) as partial replacement of bitumen in stone mastic asphalt. *Construction and Building Materials* [en línea]. 2021;07(09), 3250-3260. [Fecha de consulta: 29 de septiembre del 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125176>
ISSN: 2395-0056
24. MAHDI, Teyba, SENADHEERA, Sanjaya y GHEBRAB, Tewodros. Effect of PET Size, Content and Mixing Process on the Rheological Characteristics of Flexible Pavement. *Materials* [en línea]. 2022; 15(10). [Fecha de consulta: 01 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma15103565>
ISSN: 1510-3565
25. MANUAL de carreteras. Sección 423: Pavimento de concreto asfáltico en caliente [en línea]. Perú: INN, 2018. 1285 pp. [Fecha de consulta: 16 de octubre del 2022].
Disponible en: <https://n9.cl/8s68l>
26. MANUAL de ensayo de materiales. Sección 05. [en línea]. Perú. INN, 2016. 1269 pp. [Fecha de consulta: 18 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://n9.cl/apl74>
27. METODOLOGÍA de la investigación científica por Hernández, Arturo [et al.]. Perú: *Alzamora* [en línea], Marzo 2018. [Fecha de consulta: 08 de junio de 2022].
Disponible en: <https://n9.cl/bdb1o>
ISBN: 978-84-948257-0-5
28. METODOLOGÍA de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis por Ñaupas, Humberto [et al.]. Bogotá: *Ediciones de la U* [en línea]. 2018; 8(5), 562 pp. [Fecha de Consulta 24 de septiembre de 2022].
Disponible en: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drugas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf
ISBN: 978-958-762-877-7
29. MOAZAMI, Dariush, SAHAF, Ali y MOHAMADZADEH, Abolghazl. Investigating the Rutting Behavior of Modified Asphalt Mixtures with Waste

- Materials. Numerical Methods in Civil Engineering [en línea]. Junio, 2019; 3(4), 53-65. [Fecha de consulta: 29 de septiembre del 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29252/nmce.3.4.53>
30. MODERA, Edwin. Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica densa en caliente con adición de polipropileno. Tesis (Título para ingeniero civil) [en línea]. Colombia: Universidad católica de Colombia, 2018. 80 pp. [Fecha de consulta: 15 de octubre del 2022].
Disponible en: <https://shortest.link/3Utc>
31. MUÑOZ, Carlos. Metodología de la investigación. *Mantero* [en línea]. 10(3), 2015. [Fecha de consulta: 07 de octubre del 2022].
Disponible en: <https://n9.cl/8zymm> ISBN 9786074265422
32. OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Sampling Techniques on a Population Study. *Revista Peruana URP Perfiles de Ingeniería* [en línea]. 2017(7): 6-52. [Fecha de consulta: 15 de octubre del 2022].
Disponible en: <https://n9.cl/cy0s>
ISSN 0717-9502
33. PINEDO, Cesar. Diseño de la carpeta asfáltica modificada con polímero polietileno para el mejoramiento del camino vecinal nuevo shupishiña morales 2016. Tesis (título de ingeniero civil) [en línea]. Tarapoto – Perú: Universidad Cesar Vallejo. 2016. 280 pp. [Fecha de consulta: 16 de octubre del 2022].
Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10332>
34. RAMÍREZ, Mayra. Influencia del Tiempo de Exposición al Agua en la Resistencia a la Compresión de Prismas de Albañilería Fabricados con Ladrillos Artesanales e Industriales de Arcilla en la Ciudad de Arequipa. Tesis (Título para Ingeniero Civil) [en línea]. Perú: Piura. Universidad nacional de Piura. 2018. 159 pp. [Fecha de consulta: 16 de octubre del 2022].
Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8381>
35. TAPIA, Rosmery. Diseño de mezcla asfáltica incorporando plástico Pet para mejorar la resistencia de la infraestructura vial en avenida Villa Hermosa, Chiclayo. Tesis (Título para ingeniero civil) [en línea]. Perú: Universidad César Vallejo; 2021, 145 pp. [Fecha de consulta: 9 de mayo del 2023].

- Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76760>
36. TAHERKHANI, Hasan y ARSHADI, Mohammad. Investigating the mechanical properties of asphalt concrete containing waste polyethylene terephthalate. *Road Materials and Pavement Design* [en línea]. 2019; 20(2), 381-398. Fecha de consulta: 29 de septiembre del 2022]. Disponible en: [10.1080/14680629.2017.1395354](https://doi.org/10.1080/14680629.2017.1395354)
37. VÁSQUEZ, Luis y GARCÍA, Francisco. An overview of asphalt pavement design for streets and roads. *Revista Facultad de Ingeniería* [en línea]. 2021, (98), 10. [Fecha de consulta: 27 de septiembre del 2022]. Disponible en:
<https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&u=univcv&id=GALE|A635538262&v=2.1&it=r>
ISSN: 0120-6230
38. VERGARA, Delkis, RUIZ, Leopoldo y MARÍN, Nacarí. Definición de metodología para la fabricación de material compuesto a base de polietileno de tereftalato y virutas metálicas. *Congreso Virtual APANAC* [en línea]. Junio 2021; pp. 156-162. [Fecha de consulta: 26 de septiembre del 2022]. Disponible en:
<https://revistas.utp.ac.pa/index.php/apanac/article/view/3068/3728>
ISSN: 2805-1807
39. VILA, Rolando y JARAMILLO, José. Incidencia del empleo de polímeros como modificadores del asfalto. *Revista lasallista de investigación* [en línea] (Guayaquil, Ecuador). 2018, 15(2), 315–326. [Fecha de consulta: 26 de septiembre del 2022]. Disponible en:
<https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=4cfbbfe6-e645-4483-bc8e-5246eb595980%40redis>
ISSN: 1794-4449.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es el efecto en las propiedades mecánicas del asfalto en caliente, al adicionar tereftalato de polietileno en polvo en porcentajes de 1%, 1.25% y 1.5%?</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son las características del tereftalato de polietileno? 	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar el efecto producido en las propiedades mecánicas del asfalto en caliente al adicionar el tereftalato de polietileno en polvo en porcentajes de 1%, 1.25% y 1.5%.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar las características del tereftalato de polietileno halladas en artículos de investigación. 	<p>Hi: La adición de tereftalato de polietileno en polvo en porcentajes de 1%, 1.25% y 1.5% tiene un efecto positivo en las propiedades mecánicas del asfalto en caliente.</p> <p>Ho: La adición de tereftalato de polietileno en polvo en porcentajes de 1%, 1.25% y 1.5% no tiene un efecto</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Adición de tereftalato de polietileno</p> <p>DIMENSIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Características del PET ○ Evaluación de los resultados y selección del porcentaje óptimo del PET <p>VARIABLE DEPENDIENTE Propiedades mecánicas del asfalto en caliente.</p> <p>DIMENSIONES</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACION: Aplicada</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACION: Experimental: Cuasi Experimental.</p> <p>ENFOQUE DE INVESTIGACION: Cuantitativa.</p> <p>POBLACION: Se considerará 48 briquetas</p> <p>TÉCNICA DE RECOLECCION DE DATOS:</p>

<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué características tienen los agregados que intervienen en el diseño de mezcla asfáltica? • ¿Cuáles son las diferencias entre el diseño de mezcla asfáltica estándar y el diseño de mezcla asfáltica adicionada utilizando el método Marshall? • ¿Cuáles son los valores de estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos en la mezcla asfáltica estándar en comparación con la mezcla modificada con 	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar los agregados que intervienen en el diseño de mezcla asfáltica. • Identificar las diferencias entre el diseño de mezcla asfáltica estándar y el diseño de mezcla asfáltica adicionada utilizando el método Marshall. • Comparar los valores de estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica estándar y la mezcla modificada con adiciones de PET en polvo al 1%, 1.25% y 1.5%. 	<p>positivo en las propiedades mecánicas del asfalto en caliente.</p> <p>H1: Las características del tereftalato de polietileno reportadas en autores de diferentes artículos de investigación coinciden.</p> <p>H1o: Las características del tereftalato de polietileno reportadas en autores de diferentes artículos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Características de los materiales y componentes que intervienen en el diseño de mezcla. ○ Diseño de mezcla asfáltica estándar y adicionada. ○ Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica estándar y adicionada 	<p>Observación.</p> <p>INSTRUMENTOS:  Protocolos.</p> <p>CONFIABILIDAD:  Protocolos normados nacional e internacionalmente</p> <p>VALIDEZ:  Calibración de instrumentos empleados.</p>
---	---	--	--	---

<p>adiciones de PET en polvo al 1%, 1.25% y 1.5%?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el porcentaje de tereftalato de polietileno en polvo que, según el análisis estadístico inferencial, proporcionará los mejores beneficios a la mezcla asfáltica en caliente? 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer el porcentaje de tereftalato de polietileno en polvo que brindará los mejores beneficios a la mezcla asfáltica en caliente mediante el análisis estadístico inferencial. 	<p>de investigación no coinciden.</p> <p>H2: Los agregados que intervienen en la mezcla asfáltica, cumplen los valores normativos para una MAC 2.</p> <p>H2o: Los agregados que intervienen en la mezcla asfáltica, no cumplen los valores normativos para una MAC 2.</p> <p>H3: El diseño de mezcla asfáltica convencional y adicionada, tienen el mismo porcentaje</p>		
---	---	---	--	--

		<p>óptimo de cemento asfáltico.</p> <p>H3o: El diseño de mezcla asfáltica convencional y adicionada, no tienen el mismo porcentaje óptimo de cemento asfáltico.</p> <p>H4: Los valores de estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos de la mezcla modificada con adiciones de PET en polvo al 1%, 1.25% y 1.5%, son mejores que los valores de la</p>		
--	--	--	--	--

		<p>mezcla asfáltica estándar.</p> <p>H4o: Los valores de estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos de la mezcla modificada con adiciones de PET en polvo al 1%, 1.25% y 1.5%, no son mejores que los valores de la mezcla asfáltica estándar.</p> <p>H5: El 1.50% de adición de PET, es el porcentaje de tereftalato de polietileno en polvo que brinda los mejores beneficios a</p>		
--	--	--	--	--

		<p>la mezcla asfáltica en caliente mediante el análisis estadístico inferencial.</p> <p>H5o: El 1.50% de adición de PET, no es el porcentaje de tereftalato de polietileno en polvo que brinda los mejores beneficios a la mezcla asfáltica en caliente mediante el análisis estadístico inferencial.</p>		
--	--	--	--	--

Fuente: Creación original

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Adición del tereftalato de polietileno	El tereftalato de polietileno es un polímero termoplástico cuasi-cristalino, origen de la reacción de la policondensación del etilenglicol y el ácido tereftálico; un material de poliéster con una superficie lisa, con un gran esfuerzo a la tracción, que, al ser añadido a la mezcla asfáltica en caliente, permite mejorar sus propiedades mecánicas, evitando su pronta degradación por diferentes factores. (Jegatheesan,	Será determinada mediante las propiedades del PET y la elección del porcentaje óptimo del PET, este último se encargará de evaluar los resultados.	Características del PET	Dimensiones de las partículas del PET	Intervalo
				Propiedades del PET	
			Evaluación de los resultados y selección del porcentaje óptimo del PET adicionado	Porcentaje óptimo de PET adicionado	Razón

	Rengarasu y Bandara, 2018, p.17)				
--	----------------------------------	--	--	--	--

Propiedades mecánicas del asfalto en caliente	Se define como el conjunto de características de la mezcla asfáltica en caliente, las cuales reaccionan al ser sometidas a fuerzas externas (estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos de aire). (Centeno y Roque, 2022, p.11).	Será evaluada mediante los ensayos y los protocolos planteados, tales como, análisis granulométrico de agregados gruesos y finos; contenido de humedad total de los agregados por secado; gravedad específica y absorción de agregados finos; peso específico y absorción de agregados gruesos, abrasión los Ángeles; partículas	Características de los materiales y componentes que intervienen en el diseño de mezcla	ENSAYOS DE AGREGADOS GRUESOS	Razón
				Granulometría	
				Durabilidad (al sulfato de Magnesio)	
				Abrasión de los Ángeles	
				Adherencia	
				Índice de durabilidad	
				Partículas chatas y alargadas	
				Caras fracturadas	
				Sales solubles totales	
				Absorción	

		<p>chatas y Alargadas; caras fracturadas; equivalente de arena; diseño de mezcla; ensayo Marshall, estos ensayos (protocolos) servirán para caracterizar los materiales y componentes que intervienen en la mezcla asfáltica, determinar el diseño de mezcla asfáltica estándar y adicionada.</p>		<p>ENSAYOS DE AGREGADOS FINOS</p> <p>Granulometría</p> <p>Equivalente de arena</p> <p>Angularidad del agregado fino</p> <p>Azul de metileno</p> <p>Índice de plasticidad</p> <p>Índice de durabilidad</p> <p>Adhesividad (Riedel Weber)</p> <p>Sales solubles totales</p>	
--	--	---	--	--	--

			Diseño de mezcla asfáltica estándar y adicionada	DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS: Cemento asfáltico PEN 60/70 (%) Agregado fino (kg) Agregado grueso (kg) PET (1.00%, 1.25%,1.50%)	Razón
			Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica estándar y adicionada	ENSAYO MARSHALL	Razón
				Estabilidad	
				Fluencia	
				Porcentaje de vacíos	

Fuente: Creación original

Anexo 3. Matriz de trazabilidad – Variable independiente

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN – TRAZABILIDAD										
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN	SUBDIMENSIONES	INDICADORES	ANTECEDENTES	INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN	RESULTADOS	DISCUSIÓN	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
VARIABLE INDEPENDIENTE (Adición del resbalato de polietileno)	El resbalato de polietileno es un polímero termoplástico cuasicristalino, origen de la reacción de la policondensación del etilenglicol y el ácido tereftálico; un material de políester con una superficie lisa, con un gran adherido a la tracción, que, al ser añadido a la mezcla asfáltica en caliente, permite mejorar sus propiedades mecánicas, evitando su pronta degradación por diferentes factores. (Negrechesan, Rengaratu y Bianfara, 2018, p. 17)	Será determinada mediante las propiedades del PET y la selección del porcentaje óptimo del PET, este último se encargará de evaluar los resultados.	Características del PET	Dimensiones de las partículas PET Propiedades del PET	LOZADA Y MONTOYA (2022)	Instrumento de Investigación (Matriz de categorización PET)	La muestra de PET en polvo, logro pasar hasta el tamiz N° 200, obteniendo partículas muy finas de 0.075 mm de resbalato de polietileno.	Se menciona en la investigación de Carsacho, Gómez y López (2021) realizada en Colombia, que al usar el resbalato de polietileno en fibras menores a 0.5 cm, la adherencia que presenta la mezcla bituminosa curable por más del 70% a los valores reglamentarios para una mezcla de asfalto en caliente, es por ello que en nuestra investigación se adicionó el PET en polvo, con dimensiones menores a 0.05 mm, para así conseguir que se distribuya homogéneamente con los agregados, y tenga una mejor adherencia con el bitumen.	1. El resbalato de polietileno que es introducido a la mezcla asfáltica en forma de polvo, serie proporciones menores a 0.50 mm, vive su transparencia y al ser adicionado por el método seco modificado, no hubo tantos cambios en las propiedades, ni se segregó.	1. Se sugiere utilizar el método seco modificado para adicionar el PET en polvo, ya que, no hubo tantos cambios en sus propiedades, ni se segregó al estar en contacto con la mezcla asfáltica en caliente.
			Evaluación de los resultados y selección del porcentaje óptimo del PET	Porcentaje óptimo de PET	LOPEZ Y MONATO (2020)	Análisis inferencial (Escala SPSS)	El porcentaje óptimo de adición de PET en polvo a la mezcla asfáltica es de 1.5%, ya que muestra valores dentro de los rangos de la MAC-2, aun así, no muestra mejores resultados que la muestra convencional.	Resaltamos la investigación realizada por Tapia (2021), realizada en Chilayo, donde midió el módulo PET en partículas menores a 0.005 mm a la mezcla asfáltica con el fin de mejorar las propiedades mecánicas en una avenida. Obtuvo un porcentaje óptimo de PET al 1.00% y con un porcentaje de 5.50% de cemento asfáltico obtuvo valores de estabilidad de 9.55 kN, un flujo de 13.4 mm y un porcentaje de vacíos de 4.2%, siendo valores aceptables en los parámetros, pero, no mejores que la mezcla convencional. Al igual, que en nuestra investigación, hallamos un porcentaje óptimo de adición de PET en polvo de 1.50% y un 5.75% de cemento asfáltico, donde obtuvimos un valor de estabilidad de 7.47 kN, un flujo de 8.4 mm y un porcentaje de vacíos de 4.2%, los cuales están dentro de los parámetros de la MAC-2, aun así, al igual que la investigación de Tapia, no mejoró los valores de la mezcla convencional, por lo que, no tiene un impacto positivo, más aún, puede ser una forma de reciclar y contribuir con la disminución de la contaminación plástica en el mundo.	5. Se establece que el 1.50% de PET en polvo, muestra mejoras en el flujo y la estabilidad de la mezcla asfáltica en polvo, siendo el porcentaje, entre las adiciones propuestas, que muestra los mejores beneficios a la mezcla asfáltica en caliente mediante el análisis estadístico inferencial.	6. Finalmente, sugerimos a los futuros investigadores que al adicionar el PET en polvo para una MAC-2, utilicen las siguientes ecuaciones: "estabilidad = 1070.081 - 111.493x - 24.657x²", "flujo = 4.323 + 3.970x + 1.525x²" y "vacíos = 4.715 - 0.343x", tomando en cuenta "x", como la adición de PET, y a "y", como el porcentaje de asfalto PEN 60/70.

Fuente: Creación original

Anexo 4. Matriz de trazabilidad – Variable dependiente

		ENSAYOS REQUERIDOS PARA SU							
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE (Propiedades mecánicas del asfalto en caliente)</p>	<p>Se define como el contenido de características de la mezcla asfáltica en caliente, las cuales reaccionan al ser sometidas a fuerzas externas (estabilidad, flujo y porcentaje de asentamiento) (Cemento y Pómez 2022, p.71)</p>	<p>Se evaluó mediante los ensayos y los protocolos planeados, tales como, ensayo granularizado de agregados gruesos y finos, contenido de humedad total de los agregados por ensayo gravimétrico y absorción de agregados finos, peso específico y absorción de agregados gruesos, abstracción los Angeles, para otros ensayos y agregados, entre otros ensayos equivalentes de ensayo de mezcla, ensayo Marshall, otros ensayos (protocolos) según lo más adecuado los materiales y componentes que intervienen en la mezcla asfáltica, determinar el diseño de mezcla asfáltica estándar y subestándar</p>	<p>Características de los materiales y componentes que intervienen en el diseño de mezcla</p>	<p>ENSAYOS REQUERIDOS PARA SU</p>	<p>Requisito cumplido, ya que ensayo N° 5, 121, y se permite hasta un máximo de 15%;</p>	<p>Lozada y Montoya (2022), en su investigación tomaron en cuenta, además del PFT titulado a una MAC 2, con agregados provenientes de una canchales de vías, los cuales poseen por diferentes ensayos, así como los aceptados dentro de la mezcla asfáltica a igual que ellos, nuestros agregados provenientes de la canchales Cheto, hoy en día que cumple diferentes requisitos de las especificaciones técnicas y a su vez que cumple el IEC 2021 para poder ser aceptados dentro de la mezcla asfáltica y obtener un resultado óptimo.</p>	<p>2. El agregado grueso al igual que el agregado fino provenientes de la canchales Cheto, ya que, cumplimos todas las especificaciones que dicta el MTC para poder participar de la mezcla asfáltica en caliente tipo 2, para el tipo medio.</p>	<p>2. Recomendamos, para futuras investigaciones en el ámbito de ensayos en caliente, utilizar óvalo de su diseño de mezcla, agregados provenientes de la canchales Cheto, ya que, cumplimos todas las especificaciones que dicta el MTC para poder participar de la mezcla asfáltica en caliente tipo 2, para el tipo medio.</p>	
			<p>Durabilidad (el número de fragmentos)</p>	<p>ENSAYO N° 100 DE MATERIALES DE MATERIALES</p>	<p>Ensayo y Protocolos realizados en laboratorio</p>				<p>Requisito cumplido, ya que ensayo N° 100, y se permite hasta un máximo de 40%;</p>
			<p>Adhesión</p>	<p>ENSAYO N° 100 DE MATERIALES DE MATERIALES</p>	<p>Ensayo y Protocolos realizados en laboratorio</p>				<p>Requisito cumplido, ya que ensayo N° 100, y se permite hasta un máximo de 15;</p>
			<p>Índice de durabilidad</p>	<p>ENSAYO N° 100 DE MATERIALES DE MATERIALES</p>	<p>Ensayo y Protocolos realizados en laboratorio</p>				<p>Requisito cumplido, ya que ensayo N° 100, y como mínimo debe ser 30;</p>
			<p>Partículas (kurtal y alagadas)</p>	<p>ENSAYO N° 100 DE MATERIALES DE MATERIALES</p>	<p>Ensayo y Protocolos realizados en laboratorio</p>				<p>Requisito cumplido, ya que ensayo N° 100, y se permite hasta un máximo de 80;</p>
			<p>Caras fracturadas</p>	<p>ENSAYO N° 100 DE MATERIALES DE MATERIALES</p>	<p>Ensayo y Protocolos realizados en laboratorio</p>				<p>Requisito cumplido, ya que ensayo N° 100, y como mínimo debe ser 30%;</p>
			<p>Salts solubles totales</p>	<p>ENSAYO N° 100 DE MATERIALES DE MATERIALES</p>	<p>Ensayo y Protocolos realizados en laboratorio</p>				<p>Requisito cumplido, ya que ensayo N° 100, y se permite hasta un máximo de 0,5%;</p>
			<p>Absorción</p>	<p>ENSAYO N° 100 DE MATERIALES DE MATERIALES</p>	<p>Ensayo y Protocolos realizados en laboratorio</p>				<p>Requisito cumplido, ya que ensayo N° 100, y se permite hasta un máximo de 100%;</p>
			<p>Equivalente de arena</p>	<p>ENSAYO N° 100 DE MATERIALES DE MATERIALES</p>	<p>Ensayo y Protocolos realizados en laboratorio</p>				<p>Requisito cumplido, ya que ensayo N° 100, y se como mínimo debe ser 45%;</p>
			<p>Angulosidad del agregado fino</p>	<p>ENSAYO N° 100 DE MATERIALES DE MATERIALES</p>	<p>Ensayo y Protocolos realizados en laboratorio</p>				<p>Requisito cumplido, ya que ensayo N° 100, y se como mínimo debe ser 30;</p>
			<p>Índice de plasticidad</p>	<p>ENSAYO N° 100 DE MATERIALES DE MATERIALES</p>	<p>Ensayo y Protocolos realizados en laboratorio</p>				<p>Requisito cumplido, ya que se tiene un valor de 2,3, y como máximo se permite 6;</p>
			<p>Índice de durabilidad</p>	<p>ENSAYO N° 100 DE MATERIALES DE MATERIALES</p>	<p>Ensayo y Protocolos realizados en laboratorio</p>				<p>Requisito cumplido, ya que ensayo N° 100, y se como mínimo debe ser 30;</p>
			<p>Indicador (Ponderación)</p>	<p>ENSAYO N° 100 DE MATERIALES DE MATERIALES</p>	<p>Ensayo y Protocolos realizados en laboratorio</p>				<p>Requisito cumplido, ya que ensayo N° 100, y se como mínimo debe ser 20;</p>
			<p>Salts solubles totales</p>	<p>ENSAYO N° 100 DE MATERIALES DE MATERIALES</p>	<p>Ensayo y Protocolos realizados en laboratorio</p>				<p>Requisito cumplido, ya que ensayo N° 100, y se como mínimo debe ser 0,5%;</p>
			<p>Absorción</p>	<p>ENSAYO N° 100 DE MATERIALES DE MATERIALES</p>	<p>Ensayo y Protocolos realizados en laboratorio</p>				<p>Requisito cumplido, ya que ensayo N° 100, y se como mínimo debe ser 0,5%;</p>
<p>Diseño de mezcla asfáltica estándar y subestándar</p>	<p>Disolución de los agregados</p>	<p>American Society of Testing and Materials (ASTM D 669)</p>	<p>Ensayo y Protocolos realizados en laboratorio</p>	<p>La dosis más de los agregados, será de un 40% de Grava y 60% de Arena, y porcentaje óptimo de contenido de cemento asfáltico PEN: 50/70 es de 5,70%;</p>	<p>Por otro lado, Elensado y Mendigari (2022), en su investigación para obtener el tipo profesional de regímenes vía, obtuvieron que a medida que se aumenta el contenido de cemento asfáltico en la mezcla, se fortalece una mayor cohesión y estabilidad en la mezcla. Ya que, analiza un 6% de cemento asfáltico, evidenciando que la mezcla tiene una estabilidad de 0,40 1/3%. Sin embargo, al aumentar el porcentaje de cemento asfáltico al 6%, la estabilidad aumentó significativamente a 10,56 1/3%. En cambio en nuestra investigación, hallamos que un 6% de cemento asfáltico obtuvo una estabilidad de 0,23 1/3% (102 kg), y al añadir un 5,70% de cemento asfáltico, una disminución considerablemente a 5,80 1/3% (100 kg), en el ensayo, tenemos que tener en cuenta también al flujo y al porcentaje de vacíos, ya que con el objetivo de estar en un estado líquido, que pueda compactar y obtener una buena unión en el pavimento. Por ello, en la investigación de Barredo, tal como en la mezcla, se hizo un diseño de mezcla asfáltica Marshall para poder determinar la dosificación óptima, ya que es importante que antes un equilibrio adecuado en la proporción de los componentes de la mezcla, en el caso de Elensado, entre valores de 20% de agregado grueso, 62% de agregado fino, y 6% de cemento asfáltico PEN 65/75 de la misma manera, en nuestra investigación, obtenimos una dosificación óptima de 62% de agregado grueso, 37% de agregado fino y 5,70% de cemento asfáltico PEN 65/75.</p>	<p>2. El diseño de mezcla asfáltica estándar con el diseño de mezcla asfáltica subestándar, al lado del ensayo Marshall, se obtuvieron que antes tener una distribución de 51,00% de arena, 47,00% de grava y 5,00% de cemento asfáltico PEN 65/75.</p>	<p>2. Se recomienda, para el diseño de la mezcla asfáltica con agregados provenientes de la canchales Cheto, utilizar una distribución de 51,00% de arena, 47,00% de grava y 5,00% de cemento asfáltico PEN 65/75.</p>		
<p>Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica estándar y subestándar</p>	<p>Ensayo Marshall</p>	<p>MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES (MTC E 594)</p>	<p>Ensayo y Protocolos realizados en laboratorio</p>	<p>Conformamos con el flujo, de la muestra convencional al 5,70% de C.A. que es el contenido óptimo, es de 12,8 mm. Por otro lado, el porcentaje de vacíos, es de 4,4%, y finalmente la estabilidad es de 9336 kg. Por consiguiente, al 100%, la adición de PET a la mezcla asfáltica y al 5,70% de porcentaje óptimo de C.A., el flujo es de 0,80 mm, el porcentaje de vacíos es de 4,9% y la estabilidad es de 9777 kg. Luego, al 120% de adición de PET a la mezcla asfáltica y al 5,70% de C.A., el flujo es de 7,40 mm, el porcentaje de vacíos es de 6,7% y la estabilidad es de 993 kg. Finalmente, al 150% de adición de PET a la mezcla asfáltica y al 5,70% de C.A., el flujo es de 3,48 mm, el porcentaje de vacíos es de 4,7% y la estabilidad es de 747 kg.</p>	<p>Alonso (2023), en su trabajo de investigación realizado en la ciudad de Píscos en Perú, realizó diferentes mezclas asfálticas modificadas con botellas recicladas, donde obtuvo resultados dentro de los rangos establecidos por la EIA 2021, al añadir un 3,00% de cemento asfáltico y un porcentaje entre 0,5% y 2,00% de PET titulado. La estabilidad hallada resultó ser el ensayo Marshall, mostró una tendencia a disminuir levemente al añadir más contenido de PET, por otro lado, el flujo al igual que los porcentajes de vacíos con respecto a una tendencia a aumentar. Pese a que con nuestra investigación, con un porcentaje de cemento asfáltico de 6,70%, la estabilidad resultó mostrar una tendencia a disminuir mientras más porcentaje de PET se añadió, sin así, todos los valores tanto para la mezcla convencional como la mezcla adicional cumplieron, con valores superiores al mínimo de 5,64 4/3, además, el flujo tanto como el porcentaje de vacíos, también mostró tendencia al aumento al adicionar mayor contenido de porcentaje de PET, para todos los porcentajes de cemento asfáltico, pero no todos los porcentajes de PET cumplieron con todos los requisitos de la EIA 2021 para una MAC 2, sino se logró un resultado que cumple con los valores de estabilidad, flexión y porcentaje de vacíos, teniendo en cuenta un 100% de PET en polvo con 5,70%, 6,00% y 6,60% de cemento asfáltico.</p>	<p>4. Al preparar los valores de estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos con respecto a la mezcla asfáltica estándar y la mezcla modificada con adiciones de PET en polvo al 1%, 2,00% y 3,00%, se obtuvieron que las mezclas modificadas no presentaron mejoras significativas en sus propiedades mecánicas. Se evidenció una disminución en la estabilidad y el flujo, y un aumento del porcentaje de vacíos a medida que se incrementa el contenido de PET en polvo.</p>	<p>4. Sugierimos utilizar 120% o 150% de adición de PET en polvo para mejorar en la estabilidad y el flujo, que cumplen además con los requisitos establecidos para la MAC 2.</p>		

Fuente: Creación original

Anexo 5. Normas de los ensayos del proyecto de investigación

	MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES (EM 2000)	
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO		
MTC E 209 – 2000 NTP 400.016		
<p>Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM C 88 y AASHTO T 104, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.</p> <p>Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.</p>		
1. OBJETIVO		
<p>1.1 Describe el procedimiento que debe seguirse, para determinar la resistencia a la desintegración de los agregados, por la acción de soluciones saturadas de sulfato de sodio o de magnesio.</p> <p>1.2 Este método suministra una información útil para juzgar la calidad de los agregados que han de estar sometidos a la acción de los agentes atmosféricos, sobre todo cuando no se dispone de datos sobre el comportamiento de los materiales que se van a emplear, en las condiciones climáticas de la obra.</p> <p>Con él se puede hacer una estimación preliminar de la inalterabilidad de los agregados que se usarán para la fabricación de Concreto de Cemento Portland u otros propósitos.</p> <p>1.3 Se advierte el hecho que los resultados que se obtengan varían según la sal que se emplee; y que hay que tener cuidado al fijar los límites en las especificaciones en que se incluya este ensayo. Dado que su precisión es limitada, el rechazo de los agregados que no cumplan las especificaciones pertinentes, no puede darse únicamente con él; se deben confirmar con resultados de otros ensayos más ligados a las características del material.</p> <p>1.4 Los valores de porcentaje de pérdidas admisibles, resultantes de aplicar este método, generalmente difieren para agregados finos y agregados gruesos.</p>		
2. APARATOS		
<p>2.1 Los tamices necesarios, de acuerdo con los numerales 4.1 y 4.2 son los siguientes:</p>		
ICG – Instituto de la Construcción y Gerencia	MTC E 209 – 2000 / Pág. 1	

Fuente: Manual de ensayo de materiales (EM 2000).



ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 ½")

MTC E 207 – 2000

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM C 131, AASHTO T 96 y ASTM C 535, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

1.1 Se refiere al procedimiento que se debe seguir para realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos hasta de 37.5 mm (1 ½") por medio de la máquina de Los Ángeles.

1.2 El método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando la citada máquina con una carga abrasiva.

1.3 Para la abrasión de agregados gruesos. Ver anexo.

2. APARATOS Y MATERIALES

2.1 Balanza, que permita la determinación del peso con aproximación de 1 g.

2.2 Estufa, que pueda mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F).

2.3 Tamices:

2.4 Máquina de Los Ángeles: la máquina para el ensayo de desgaste de Los Ángeles tendrá las características que se indican en la Figura 1. Consiste en un cilindro hueco, de acero, con una longitud interior de 508 ± 5 mm (20 ± 0.2 ") y un diámetro, también interior, de 711 ± 5 mm (28 ± 0.2 ").

Dicho cilindro lleva sus extremos cerrados y en el centro de cada extremo un eje, que no penetra en su interior, quedando el cilindro montado de modo que pueda girar en posición horizontal alrededor de este eje. El cilindro estará provisto de una abertura, para introducir la muestra que se desea ensayar, y un entrepaño, para conseguir la rotación de la mezcla y de la carga abrasiva. La abertura podrá cerrarse por medio de una tapa con empaquetadura que impida la salida del polvo, fijada por medio de pernos.

La tapa se diseñará de manera tal que se mantenga el contorno cilíndrico interior. El entrepaño se coloca de modo que la carga no caiga sobre la tapa durante el ensayo, ni se ponga en contacto con

ENSAYO DE ADHERENCIA DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS AGREGADOS GRUESOS ASTM D-1664

Fundamento

Todos los agregados son porosos, y algunos son más que otros. La porosidad se determina sumergiendo los agregados en un baño y determinando la cantidad de líquido que absorbe.

La capacidad de un agregado para absorber agua (o asfalto) es un factor importante que debe ser cuantificado en el diseño de mezclas asfálticas. Si un agregado es altamente absorbente, entonces continuará absorbiendo asfalto después del mezclado inicial, disminuyendo la cantidad de asfalto para ligar las demás partículas de agregado. Por ello, un agregado más poroso requiere cantidades mayores de asfalto que las que requiere un agregado con menos porosidad.

Los agregados altamente porosos y absorbentes normalmente no son usados, a menos que posean características que los hagan deseables. Algunos ejemplos de dichos materiales son la escoria de alto horno y ciertos agregados sintéticos. Estos materiales son altamente porosos, pero también son livianos en peso y poseen alta resistencia al desgaste.

El concepto de adherencia en el diseño de mezclas asfálticas está relacionado a la afinidad del agregado por el asfalto, es la tendencia del agregado a aceptar y retener una capa de asfalto. Las calizas y las dolomitas tienen alta afinidad con el asfalto sin embargo también son hidrofóbicas (repelen el agua) porque resisten los esfuerzos del agua por separar el asfalto de sus superficies.

Los agregados hidrofílicos (que atraen el agua) tienen, por otro lado, poca afinidad por el asfalto. Por consiguiente, tienden a separarse de las películas de asfalto cuando son expuestas al agua. Los agregados silíceos (cuarcita y algunos granitos) son ejemplos de agregados susceptibles al desprendimiento y deben ser usados con precaución.

Como se ha explicado el concepto de adherencia no está necesariamente ligado al concepto de porosidad.

**INDICE DE DURABILIDAD DE AGREGADOS****MTC E 214 – 2000**

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM D 2744 y AASHTO T 210, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no prevee los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y advertencia correspondientes, y detennar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

Determinar la durabilidad de agregados. El índice de durabilidad es un valor que muestra la resistencia relativa de un agregado para producir finos dañinos, del tipo arcilloso, cuando se somete a los métodos de degradación mecánica que se describen.

2. RESUMEN DEL MÉTODO

2.1 Fue desarrollado para permitir la precalificación de los agregados, propuestos para uso en la construcción de vías. Básicamente, el ensayo establece una resistencia de los agregados a generar finos, cuando son agitados en presencia de agua. Procedimientos de ensayo separados y diferentes son usados para evaluar las porciones gruesa y fina del material.

2.2 Una muestra de agregado grueso es preparada con una gradación específica y luego es lavada en un agitador mecánico durante 2 min. Después de secado y descartado el material que pasa el tamiz de 4.75 mm (No. 4), la muestra de ensayo lavada es preparada a la gradación final del ensayo.

2.3 La muestra de agregado grueso es entonces agitada en el vaso mecánico de lavado, por un período de 10 min. El agua de lavado resultante, junto con los finos que pasan el tamiz de 75 μ m (No. 200), son unidos y mezclados con una solución de cloruro de calcio y depositados en un cilindro plástico. Después de un tiempo de sedimentación de 20 minutos, se lee el nivel de la columna de sedimentación. La altura del valor de sedimentación es usada entonces para calcular el índice de durabilidad del agregado grueso (D_c).

2.4 La muestra de agregado fino se prepara lavando una cantidad específica de material en el vaso mecánico de lavado por un período de 2 min. Todo el material que pasa el tamiz de 75 μ m (No. 200) mediante operación de lavado, es descartado. La porción que no pasa dicho tamiz es secada y tamizada por 20 min. Todos los tamaños del tamizado, incluyendo, aquella fracción recogida en el depósito final, son recombinados. La muestra final de ensayo se prepara a partir de este material lavado, secado y recombinado.

Método de prueba estándar para la determinación de partículas planas, alargadas o planas y alargadas de agregado grueso. ASTM D 4791-99

1. ALCANCE.

- 1.1 Este método de prueba cubre la determinación de los porcentajes de partículas planas, alargadas o alargadas y planas de agregado grueso.
- 1.2 Los valores señalados en libras-pulgada son los considerados como estándar excepto los considerados para tamaños de malla y el tamaño del agregado los cuales están en unidades del Sistema Internacional (SI) de acuerdo con la especificación ASTM E 11. Las unidades del SI en paréntesis son para propósitos de información únicamente.
- 1.3 Esta norma no señala todos los riesgos. Es responsabilidad de la persona que lo use establecer las condiciones de seguridad e higiene y determinar su aplicabilidad previo uso.

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

2.1 Normas ASTM:

ASTM C 125 Terminología relativa a concreto y agregados para concreto.
ASTM C 136 Método para análisis granulométrico de agregados finos y granulares
ASTM C 670 Practica para la declaración de la precisión e incertidumbre de materiales de prueba para la construcción.
ASTM C 702 Método para reducir muestras de campo de agregados a tamaños de prueba.
ASTM D 75 Práctica para muestreo de agregados.
ASTM E 11 Especificación para mallas con propósito de prueba

3. TERMINOLOGÍA.

3.1 Definiciones:

- 3.1.1 *Partículas de agregado planas o alargadas.* Aquellas partículas de agregado que tienen una relación de ancho a espesor o largo a ancho mayor que un valor especificado (ver terminología C 125).
- 3.1.2 *Partículas de agregado planas y alargadas.* Aquellas partículas de agregado que tienen una relación de largo a espesor mayor que un valor especificado.
- 3.1.3 *Longitud.* Dimensión máxima de la partícula.
- 3.1.4 *Espesor.* Dimensión máxima perpendicular a la longitud y ancho.
- 3.1.5 *Ancho.* Dimensión máxima en el plano perpendicular a la longitud.

4. RESUMEN DEL MÉTODO DE PRUEBA.

- 4.1 Las partículas individuales de agregado de tamaños de malla específico son medidas para determinar las relaciones de ancho a espesor, largo a ancho o de largo a espesor.

**PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS****MTC E-210-2000**

Este Modo Operativo está basado en la Norma ASTM D 5521, el mismo que se ha adaptado, a nivel de implementación, a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

1.1 Describe el procedimiento para determinar el porcentaje, en peso, del material que presente una, dos o más caras fracturadas de las muestras de agregados pétreos.

2. APARATOS

2.1 Balanza, de 5000 g de capacidad y aproximación de 1 g.

2.2 Tamices, de 37.5, 25.0, 19.0, 12.5 y 9.5 mm (1 1/2", 1", 3/4" y 1/2" y 3/8").

2.3 Cuarteador, para la obtención de muestras representativas.

2.4 Espátula, para separar los agregados.

3. MUESTRA

3.1 La muestra para ensayo deberá ser representativa y se obtendrá mediante un cuidadoso cuarteo del total de la muestra recibida. Hágase el análisis granulométrico de la muestra cuarteada.

3.2 Sepárese por tamizado la fracción de la muestra comprendida entre los tamaños 3 7.5 mm y 9.5 mm (1 1/2" y 3/8"). Descártese el resto.

3.3 El peso total de la muestra dependerá del tamaño del agregado así:

Tamaño del agregado		Peso en g
37.5 a 25.0 mm	(1 1/2" a 1")	2000
25.4 a 19.0 mm	(1" a 3/4")	1500
19.0 a 12.5 mm	(3/4" a 1/2")	1200
12.5 a 9.5 mm	(1/2" a 3/8")	300



SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

MTC E 219 – 2000

Este Modo Operativo está basado en la Norma LHY - 3 (Chile), la misma que se ha adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

1.1 Establece el procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, de los agregados pétreos empleados en bases mezclas bituminosas. Este método sirve para efectuar controles en obra, debido a la rapidez de visualización y cuantificación de la existencia de sales.

2. RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO

2.1 Una muestra de agregado pétreo se somete a continuos lavados con agua destilada a ebullición, hasta la total de sales. La presencia de éstas, se detecta mediante reactivos químicos, los cuales, al menor indicio de sales forman precipitados fácilmente visibles. Del agua total de lavado, se toma una parte alícuota y se procede a cristalizar para determinar la cantidad de sales presentes.

3. APARATOS, MATERIALES Y REACTIVOS

- Balanza sensibilidad 0,01 gramo
- Mecheros
- Matraces aforados
- Vasos de precipitado
- Pipetas
- Solución de Nitrato de Plata
- Solución de Cloruro de Bario
- Agua destilada
- Estufa
- Tubos de ensayo.

4. EXTRACCION Y ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA

4.1 La muestra se debe extraer y preparar previamente. La cantidad de muestra debe ajustarse a la siguiente tabla:



PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

MTC E 206 – 2000 NTP 400.021

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM C 127 y AASHTO T 85, los mismos que se han adaptado, a nivel de implementación, a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no impone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

Describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación de los pesos específicos aparente y nominal, así como la absorción, después de 24 horas de sumergidos en agua, de los agregados con tamaño igual o mayor a 4.75 mm (tamiz No. 4).

2. DEFINICIONES

2.1 Volúmenes aparentes y nominales. En un sólido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacíos accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado "aparente"; si se excluye este volumen de vacíos al volumen resultante, se denomina "nominal".

2.2 Peso específico aparente y nominal. En estos materiales, se define el peso específico aparente como la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen aparente, y peso específico nominal a la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen nominal.

3. APARATOS

3.1 Balanzas, con capacidad igual o superior a 5000 g, según el tamaño máximo de la muestra para ensayo (véase Tabla 1), con sensibilidad de 0.5 g para pesos hasta de 5000 g, o 0.0001 veces el peso de la muestra, para pesos superiores.

3.2 Canastillas metálicas, como recipientes para las muestras en las pesadas sumergidas. Se dispondrá de dos tipos de canastillas metálicas, de aproximadamente igual base y altura, fabricadas con armazón de suficiente rigidez y paredes de tela metálica con malla de 3 mm. Para agregados con tamaño máximo inferior a 38 mm (1 ½") se utilizarán canastillas con capacidades de 4 a 7 dm³ y para tamaños superiores canastillas con capacidades de 8 a 16 dm³ (litros).

**EQUIVALENTE DE ARENA, SUELOS Y AGREGADOS FINOS****MTC E 114 - 2000**

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM D 2419 y AASHTO T 179, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

Determinar la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo, o material arcilloso, en los suelos o agregados finos. Es un procedimiento rápido del campo.

2. APARATOS

2.1 *Cilindro graduado de plástico*, con diámetro interior de $31,75 \pm 0,381$ mm ($1 \frac{1}{4} \pm 0,015$ ") y altura de 431,8 mm (17") aproximadamente, graduado en espacios de 2,54 mm (0.1"), desde el fondo hasta una altura de 381 mm (15"). La base del cilindro debe ser de plástico transparente de 101,6 x 101,6 x 12.7 mm (4" x 4" x 1/2") bien asegurada al mismo, como se muestra en la Figura 1. (Montaje B).

2.2 *Tapón macizo de caucho o goma*, que ajuste en el cilindro.

2.3 *Tubo irrigador*, de acero inoxidable, de cobre o de bronce, de 6,35 mm (1/4 de diámetro exterior y 0,89 mm (0,035") de espesor, con longitud de 508 mm (20"), con uno de sus extremos cerrado formando una arista. Las caras laterales del extremo cerrado tienen dos orificios de 1 mm de diámetro (calibre No. 60), cerca a la arista que se forma. Figura 1 (detalles).

2.4 *Tubo flexible* (de plástico o caucho) de 4,7 mm (3/16") de diámetro y de 1,20 m de largo, aproximadamente, con una pinza que permita cortar el paso del líquido a través del mismo. Este tubo conecta el sifón con el tubo irrigador.

2.5 *Dos botellas de 3,785 l* (1 galón) de capacidad, el primero destinado a contener la solución de trabajo de cloruro de calcio; el tapón de este frasco lleva dos orificios, uno para el tubo del sifón y el otro para entrada de aire; el frasco debe colocarse a 915 ± 25 mm (36 ± 1 ") de altura sobre la mesa de trabajo. Mientras que el segundo destinado para contener la solución Stock.

Nota 1. Puede usarse un recipiente de cristal o plástico de mayor tamaño, siempre que el nivel de la solución en su interior se mantenga entre 0,914 y 1,14 metros (36" y 45") por encima de la superficie de trabajo.



ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO ⁽¹⁾

MTC E 222 – 2000

Este Modo Operativo está basado en la Norma NATIONAL AGGREGATES ASSOCIATION, la misma que se ha adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

1.1 Determinar mediante el cálculo de vacíos de aire y la angularidad de los agregados finos, la cual se correlaciona con la resistencia al ahueamiento.

2. DEFINICIÓN

2.1 Se define como angularidad del agregado fino el porcentaje de vacíos con aire presente en las partículas menores de 2,36 mm, levemente compactados.

3. APARATOS Y MATERIAL

El equipo debe estar de acuerdo con los requerimientos dados en la Fig. 1

3.1 Cilindro metálico de volumen conocido.

3.2 Embudo metálico

3.3 Marco metálico

3.4 Tamices 2,36 mm (No 8) y 75 μm (No. 200)

4. PROCEDIMIENTO

- La muestra será de los agregados utilizados en la elaboración de la mezcla asfáltica.
- Se separa material que pase el tamiz 2,36 mm (No. 8) y sea retenido en el tamiz 75 μm (No. 200).
- Se determinará la gravedad específica bruta del agregado seleccionado (Gsb)

Fuente: Manual de ensayo de materiales (EM 2000).

VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS

INV E – 235 – 13

1 OBJETO

- 1.1 Esta norma indica el procedimiento para determinar el valor de azul de metileno de la fracción que pasa el tamiz de 4.75 mm (No. 4) de la mezcla total de agregados.
- 1.2 Esta norma reemplaza la norma INV E-235-07.

2 RESUMEN DEL MÉTODO

- 2.1 El ensayo consiste en añadir de manera sucesiva pequeñas dosis de una solución de azul de metileno a una suspensión de la muestra de ensayo en agua. Después de cada dosis se comprueba la absorción de solución colorante por parte la muestra, realizando una prueba de coloración sobre papel de filtro para detectar la presencia de colorante libre.
- 2.2 Una vez confirmada la presencia de colorante libre, se calcula el valor de azul de metileno, expresado en gramos de colorante absorbido por kilogramo de la fracción granulométrica ensayada.

3 IMPORTANCIA Y USO

- 3.1 El valor de azul de metileno determinado mediante esta norma se puede emplear para estimar la cantidad de arcilla nociva presente en un agregado. Un valor de azul significativo indica una gran cantidad de arcilla presente en la muestra.

4 EQUIPOS Y MATERIALES

- 4.1 *Bureta* – Con una capacidad de, por lo menos, 50 ml con graduaciones de 0.1 ml.
- 4.2 *Papel de Filtro Whatman No.20.*



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MTC E 111 – 2000

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM D 4318 y AASHTO T 90, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer los pluses de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

1.1 Es la determinación en el laboratorio del límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo.

1.2 Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen.

2. APARATOS

2.1 *Espátula, de hoja flexible*, de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.

2.2 *Recipiente para Almacenaje*, de porcelana o similar, de 115 mm (4 1/2") de diámetro.

2.3 *Balanza*, con aproximación a 0.01 g.

2.4 *Horno o Estufa*, termostáticamente controlado regulable a 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F).

2.5 Tamiz, de 426 μ m (N° 40).

2.6 Agua destilada.

2.7 Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.

2.8 Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

3.1 Si se quiere determinar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 426 μ m (N° 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de 1,5 gr a 2,0 gr de dicha esfera como muestra para el ensayo.

- El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede cambiar (en general, disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante.



MTC E 220

ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS (PROCEDIMIENTO RIEDEL-WEBER)

1.0 OBJETO

- 1.1 Describe el procedimiento que debe seguirse para determinar la adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos, arenas naturales o chancadas, de empleo en construcción de carreteras.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 El método de ensayo es empleado para determinar el grado de afinidad del par agregado fino - ligante bituminoso.
- 2.2 Este método puede aplicarse a todo tipo de ligante bituminoso, como betunes de penetración modificados o sin modificar, fluidificados, fluxados, emulsiones bituminosas y alquitranes

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 NLT - 355: Adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos (Procedimiento Riedel Weber)

4.0 EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

4.1 EQUIPOS Y MATERIALES

- 4.1.1 Tamices: tamices Nº 30 y Nº 70 respectivamente.
- 4.1.2 Balanza. Suficiente para determinar masas de 200 g, con precisión de 0,01 g.
- 4.1.3 Estufa. Adecuada para alcanzar y mantener la temperatura de $145 \pm 5^\circ\text{C}$. La estufa dispondrá de sistemas de ventilación forzada de aire y de regulación termostática.
- 4.1.4 Tubos de ensayo. Doce (12) tubos de ensayo de unos 200 mm de altura y 20 mm de diámetro interior.
- 4.1.5 Material auxiliar y general de laboratorio. Cuarteador de agregado fino, cazos de porcelana, gradilla para los tubos de ensayo, vasos de cristal de unos 50 cm^3 de capacidad, pinzas, varillas de cristal, etc.

4.2 REACTIVOS

- 4.2.1 Disoluciones de carbonato sódico, de concentraciones molares crecientes, M/256 a M/1, preparadas como se refiere en el procedimiento, siguiente.
- 4.2.1.1 Las disoluciones de carbonato sódico se preparan a partir de carbonato sódico, Na_2CO_3 puro, anhidro y agua, H_2O , destilada.
- 4.2.1.2 La disolución de concentración molar, M/1, se obtiene disolviendo 106 g (masa molecular) de carbonato sódico anhidro en agua destilada hasta totalizar un litro de disolución (carbonato más agua).
- 4.2.1.3 Las disoluciones de concentración molar M/2, M/4, M/8... M/256 se elaboran diluyendo, sucesivamente, la disolución molar M/1, prevenida según 4.2.1.2, o disolviendo las cantidades adecuadas de carbonato sódico anhidro en agua destilada hasta completar un litro de disolución. Las cantidades de carbonato sódico precisas se muestran en la siguiente tabla 1.

Fuente: Manual de ensayo de materiales (EM 2000).

	MINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA FUNDACION LABORATORIO NACIONAL DE VIALIDAD FUNDALANAVIAL	FLNV-MVA 20
		Fecha: 28/11/2003
VERSION 2	MANUAL VISUALIZADO	Pág. 1 de 16
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MARSHALL DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE (COMPACTADAS)		

NORMA A.S.T.M. D 1559/ NLT - 159-168/ I.N.V.E. 748

1 OBJETIVO Este ensayo tiene por objeto describir el procedimiento que debe seguirse para determinar Las Propiedades Marshall de las mezclas asfálticas en caliente (compactadas).

2 ALCANCE Establecer los parámetros necesarios para determinar las cualidades y propiedades (estabilidad, fluencia, durabilidad, trabajabilidad, resistencia al deslizamiento) que debe tener la mezcla de pavimentación y seleccionar un tipo de agregado y un tipo compatible de asfalto que puedan combinarse para producir esas cualidades.

3 COMENTARIO El Método Marshall se establece con el propósito de agrupar una serie de parámetros que permitirán obtener datos capaces de garantizar y optimizar los valores de cemento asfáltico para una combinación de agregados determinados. El método igualmente nos provee de información sobre las propiedades de la mezcla y establece valores de densidades y contenido óptimo de vacío los cuales deben ser cumplidos según las especificaciones, durante la ejecución del diseño y la construcción del pavimento.

4 DURACION Con práctica se puede hacer el ensayo en el Laboratorio en tres días.

5 EQUIPOS REQUERIDOS



Figura 1 Equipo utilizado Prensa Marshall



Figura 2 Equipo de compactación y extractor de muestras

	MINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA FUNDACION LABORATORIO NACIONAL DE VIALIDAD FUNDALANAVIAL	FLNV-MVA 20
		Fecha: 28/11/2003 Pág. 2 de 16
VERSION 2	MANUAL VISUALIZADO	

Pa
pel
para
fina
do (F
iltr

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MARSHALL DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE (COMPACTADAS)

- ⚡ Prensa para ensayo Marshall
- ⚡ Anillo de carga y medidor (estabilidad).
- ⚡ Medidor de deformaciones. (flujo).
- ⚡ Mordaza
- ⚡ Baño de maría (regulador de temperatura) (véase figura 1)
- ⚡ Equipo de compactación: moldes, placas de base, y collares de extensión. 3 martillos de compactación y un pedestal de compactación.
- ⚡ Extractor de muestras (véase figura 2)
- ⚡ Plato caliente eléctrico: (60X30 cms), mínimo y con regulador de temperatura.
- ⚡ Termómetro tipo dial: con escala hasta (240°C) y sensibilidad de (3°C)
- ⚡ Bandeja. 60 x 60 x 5 cms.
- ⚡ Cronometro
- ⚡ Vêase nier
- ⚡ Cuchara de granero
- ⚡ Espátula
- ⚡ Guantes de asbesto
- ⚡ Cuchara de mezclado
- ⚡ Ponchera metálica para mezclado
- ⚡ Balanza de capacidad 4 kg.

os)
(VéaseFigura 3)
⚡ **Horno** (Capacidad de 220 litros)
(véase figura 4)



Figura 3 Equipos para ensayo Marshall



Figura 4 Horno para ensayo Marshall

6 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Luego de caracterizados los agregados y el ligante asfáltico (véase manuales visualizados para caracterización de agregados, FLNV-MVAG-4/07/08/11/12/13/

MTC E 504
RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

1.0 OBJETO

1.1 Determinar a partir de la preparación y compactación de especímenes de mezcla bituminosa, el diseño de una mezcla asfáltica y calcular sus diferentes parámetros de comportamiento.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 está destinado su empleo con mezclas densas bituminosas de laboratorio y aquellas producidas en planta, con agregados hasta de 25 mm de tamaño máximo

2.2 Los especímenes de mezclas bituminosas compactadas, moldeadas por este procedimiento son empleados para varios ensayos físicos tales como

- estabilidad,
- flujo,
- resistencia a tracción indirecta y
- módulos.

El análisis de densidad y vacíos también es conducido sobre especímenes para diseño de mezcla y evaluación de la compactación en campo.

Nota 1. Las mezclas no compactadas son empleadas para la determinación del peso específico teórico máximo.

2.3 Los valores de

- Estabilidad Marshall
- Flujo
- Densidad,
- Vacíos de aire de la mezcla total,
- Vacíos en el agregado mineral ó simplemente vacíos ó ambos, llenados con asfalto

Son empleados para el diseño de mezclas en laboratorio así como para la evaluación de mezclas asfálticas.

Así también la estabilidad y flujo Marshall pueden ser empleados para monitorear los procesos de producción de mezclas bituminosas en planta.

- La estabilidad Marshall es la máxima resistencia a la deformación a una razón constante de carga.
- El flujo Marshall es una medida de la deformación de las mezclas bituminosas determinado durante el ensayo de estabilidad.

2.5 Para propósitos de diseño de mezcla los resultados de los ensayos de estabilidad y flujo deberán consistir del promedio de un mínimo de 03 especímenes por cada incremento de contenido de ligante, donde el contenido de ligante varía en incrementos de 0,5% sobre un rango de contenido de ligante.

2.9 Los valores de estabilidad y flujo Marshall pueden ser determinados también empleando núcleos provenientes de un pavimento para información y evaluación. Sin embargo estos resultados no pueden ser comparados con resultados de especímenes preparados en laboratorio y no deberán ser empleados para propósitos de especificación ó aceptación.

Anexo 6. Resultados de los ensayos de los agregados

 GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. <small>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS</small> <small>OFICINA: SE C LOTE 6 PP.B 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - IRI: 20004196040 CELULAR: 954877130 - 945417174 e-mail: geolab22@hotmail.com</small>					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO					
INDICE DE DURABILIDAD DE AGREGADOS NORMAS TÉCNICAS: ASTM D3744, AASHTO T 210, MTC E 214					
DATOS DE LA MUESTRA					
TESIS	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFTALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023				
TESISTAS	NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH - CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO - AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA				
FECHA	20 DE MAYO DEL 2023				
MUESTRA	AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA CHERO				
INDICE DE DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO					
TAMAÑOS DE MALLAS			MUESTRA	AGITACION MUESTRA (10 minutos)	CONTENIDO DE AGUA DESTILADA (ml)
PASA	RETENIDO	PESO (gr)			
3/4"	1/2"	1070+10	1250		
1/2"	3/8"	570+10	905		
3/8"	N° 4	910+5	1230	10'	1000.0
DESCRIPCION			IDENTIFICACION		
N° DE ENSAYO			1	2	PROMEDIO
Hora de entrada a decantación			0:00	0:00	
Hora de salida de decantación (mas 20')			0:00	0:00	
Altura máxima de material fino (pulg 0.1")			2,00	2,20	
Índice de Durabilidad (De la tabla)			50,8	55,9	53,4
Nota:					
Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.					
			GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO <hr/> Ing. Wilson J. Zelaya Santos N° 195273 - CONSULTOR C - 127796 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA		

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C. LOTE 6, PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - HIC. 20004190640
CELULAR: 954877130 - 945417124 e-mail: wilson22@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ABRASIÓN LOS ÁNGELES
NORMAS TÉCNICAS: NTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREPHTALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
TENISTAS - CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA
FECHA 20 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA CHERO

METODO		PESOS Y GRANULOMETRIAS REQUERIDOS				PESOS Y GRANULOMETRIAS EMPLEADOS			
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	A	B	C	D	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 ± 25							
1"	3/4"	1250 ± 25							
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10				2500 ± 10		
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10				2501 ± 10		
3/8"	1/4"			2500 ± 10					
1/4"	Nº 4			2500 ± 10					
Nº 4	Nº 8				5000 ± 10				
PESO TOTAL		5000 ± 10	9000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10		5001 ± 10		
Nº de Esferas		12	11	8	6		11		
Peso de las Esferas (gr)		390 - 445	391 - 445	392 - 445	393 - 445		391 - 445		
Peso Retenido en la malla Nº 12					(gr)		4.472		
Peso que pasa en la malla Nº 12					(gr)		528,9		
Desgaste					(%)		10,6%		

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 475.173 - CONSULTOR C - 1/2TIN
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6, PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC.20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilz822@hotmail.com

ENSAYO DE ADHERENCIA NORMA ASTM D 1664 / MTC E 519

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TESIS	PROPIEDADES MECANICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFTALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023 NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
TESISTAS	- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO - AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA
FECHA	20 DE MAYO DEL 2023
CANTERA	CHERO

*Hecho Por: N.Z.S.
Ing. Resp.: W.Z.S.*

Bitumen - Aditivo :

Contenido de Cemento Asfáltico PEN 60/70 5,5 ±0.2 g



Agregados Pétreos [Proporciones] :

• Agregado Grueso [Piedra Chancada Tmáx. 3/4"] 100 ±1g

[Estimación Visual]

Descripción - ensayo	Resultado
Recubrimiento, %	100,0
Desprendimiento, % retenido	+ 95,0

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
DIP. 115373 - CONSULTOR C - 127196
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHNA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CENTROS DE CALIDAD EN OBRA, ESPECIALISTAS, PERFILES TECNICO, SUPERVISION, RESIDENCIAL,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



DIRECCION: MA. C. LOTE 4, P.P. 3 DE OCTUBRE - NUESTRO QUINIENTOS - RUC: 2060410040
CELULAR: 984677150 945417174 e-mail: wilson@geolab.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE DURABILIDAD CON SULFATO DE SODIO NORMAS TECNICAS: ASTM C88, AASHTO T 164, MTC E 209

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS	PROPIEDADES MECANICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFTALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023 NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
TESISTAS	- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO - AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA
FECHA	20 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA	AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA CHERO

TABLA 1 DATOS DEL ENSAYO

TAMIZ	PESO REQUERIDO (gr)	TAMANO DEL ARIDO	GRANUL. ORIGINAL % RET.	PESO FRACCION		PASANTE DESPUES DEL ENSAYO (gr)	PERDIDA TOTAL %	PERDIDA CORREGIDA %	
				ANTES DEL ENSAYO (gr)	DESPUES DEL ENSAYO (gr)				
INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO									
2 1/2"	2"	5000	2 1/2"						
2"	1 1/2"	2000	1 1/2"						
1 1/2"	1"	1000	1"						
1"	3/4"	500	3/4"						
3/4"	1/2"	670	1/2"	42,40	670,3	663	7,1	1,06	0,45
1/2"	3/8"	330	3/8"	26,20	330,2	313	17,6	5,33	1,50
3/8"	Nº 4	300	Nº 4	25,30	330,3	286	44,0	13,32	3,37
TOTALES				95,90	1330,8	1262			5,32

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 893373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPERIENCIA, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: PZ. C LOTE 6, P.P. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - BUC: 20604190640
 CELULAR: 954077130 - 985417128 e-mail: wjz@geolab.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS										
DETERMINACIÓN DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS										
NORMA TÉCNICA: ASTM D 4751										
DATOS DE LA MUESTRA										
TEMA:	PROPIEDADES MECANICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023									
UBICACION:	NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH									
PROYECTO:	- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO									
CLIENTE:	- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA									
FECHA:	30 DE MAYO DEL 2023									
MUESTRA:	AGREGADO GRUESO PEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA CHERO									
FORMA DEL AGREGADO :	ANGULAR									
RELACION DE ENSAYO :	1 : 3									
MATERIAL		AGREGADO GRUESO			PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS					
TAMIZ	ABIERTURA	RETENIDO ORIGINAL (%)	PESO MUESTRA (g)	NUMERO DE PARTICULAS	EN PESO			NUMERO DE PARTICULAS		
					PESO (g)	%	CORREGIDO	PARTICULAS	%	CORREGIDO
(mm)	(mm)									
3"	76,200									
2 1/2"	63,500									
2"	50,800									
1 1/2"	38,100									
1"	25,400									
3/4"	19,050									
1/2"	12,700	42,4	1149,0	200	55,7	4,9	2,06	16	8,0	3,39
3/8"	8,750	28,2	375,2	200	38,8	10,3	2,92	33	16,5	4,65
1/4"	6,350	1,8								
Total:		72,4	1524	400	95		4,97	49		8,05

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CUS 105373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: ML. C. LOTE 6, PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - REC. 20604290640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wjz@geolab.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 210, ASTM D 5821

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
TESISTAS NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
- AVILA CUEVA KRISTHEL SARRINA
FECHA 20 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA CHERO

CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS

PASA TAMIZ	RETENE TAMIZ	PESO DE LA MUESTRA (A) (g)	PESO MUESTRA CON CARAS FRACT. (B) (g)	PORCENTAJE DE CARAS FRACT. 80*100 (C) (%)	RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL (D) (%)	PROMEDIO DE CARAS FRACT. C/D (E)
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	500,6 g	480,3 g	95,9%	42,4%	4087,9
1/2"	3/8"	200,3 g	150,0 g	74,9%	28,2%	2111,9
TOTAL		700,9			70,6%	6179,8

% con una o más caras fracturadas: (E/D)

87,5%

CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

PASA TAMIZ	RETENE TAMIZ	PESO DE LA MUESTRA (A) (g)	PESO MUESTRA CON CARAS FRACT. (B) (g)	PORCENTAJE DE CARAS FRACT. 80*100 (C) (%)	RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL (D) (%)	PROMEDIO DE CARAS FRACT. C/D (E)
1 1/2"	1"				0,0%	
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	500,6 g	289,3 g	57,8%	42,4%	2450,3
1/2"	3/8"	200,3 g	175,2 g	87,5%	28,2%	2486,7
TOTAL		700,9			70,6%	4937,0

% con dos o más caras fracturadas: (E/D)

69,6%

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.D. 134373 - CONSULTOR C - 1/7796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 4 PP. B. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604196640
CELULAR: 954677150 - 945417124 e-mail: wizer82@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SALES SOLUBLES TOTALES

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFTALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

TESISTAS - CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
- AVILA CUEVA KRISTHEL SARRINA

FECHA 20 DE MAYO DEL 2023

MUESTRA AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA CHERO

MUESTRA GRAVA		1	2	
Peso de Tara	(gr)	170,23	169,12	
Peso tara + agua + sal	(gr)	219,33	220,01	
Peso tara + sal	(gr)	170,24	169,13	
Peso sal	(gr)	0,005	0,010	
Peso agua	(gr)	49,10	50,88	
Sales solubles totales	(%)	0,010	0,020	
Promedio de Sales Solubles Tot. (%)				0,015

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
RUC: 20604196640 - CONSULTOR C - 1/27196
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6, P.P.B. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - REC: 2009429040
CELULAR: 954077150 - 943417124 e-mail: wjz@geolab.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 206-206, ASTM C 127-128 AASHTO 94-05

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE
POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
TESISTAS - CASTRO RAMOS, MARIO ALIJANDRO
- AVILA CUEVA KRISTHEL SARRINA
FECHA 20 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA CHERO

AGREGADO GRUESO MTC E 206

A	Peso Mat Sat. Sup. Seca (En Aire)	(gr)	4880,0	4560,0	
B	Peso Mat Sat. Sup. Seca (En Agua)	(gr)	3110,0	2896,0	
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B	(gr)	1770,0	1664,0	
D	Peso material seco en estufa (105°C)	(gr)	4845,0	4528,0	
E	Vol. de masa = C- (A - D)	(cm³)	1735,0	1632,0	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	(gr/cm³)	2,737	2,721	2,729
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	(gr/cm³)	2,757	2,740	2,749
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	(gr/cm³)	2,793	2,775	2,784
	Absorción = ((A - D) / D * 100)	(%)	0,722	0,707	0,71

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 193373 - CONSULTOR C - 121796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

OFICINA - MZ. C LOTE 6, PP.B 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604199640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilton822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 206-206, ASTM C 127-128 AASHTO 84-88

DATOS DE LA MUESTRA	
TESTIS	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
	NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
TESTISTAS	- CASTRO RAMOS, MARIO ALIJANDRO - AVILA CUEVA KRISTHEL, SABRINA
FECHA	20 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA	AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA CHERO

AGREGADO GRUESO MTC E 206					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Aire)	(gr)	5000,0	5000,0	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Agua)	(gr)	3180,0	3185,0	
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B	(gr)	1820,0	1835,0	
D	Peso material seco en estufa (105°C)	(gr)	4951,0	4955,0	
E	Vol. de masa = C - (A - D)	(cm³)	1771,0	1790,0	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	(g/cm³)	2,720	2,700	2,710
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	(g/cm³)	2,747	2,725	2,736
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	(g/cm³)	2,796	2,768	2,782
	Absorción = ((A - D) / D * 100)	(%)	0,990	0,908	0,9

Nota:
Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.R.C. 193.171 - CONSULTOR C - 127794
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. CLOTE 6, PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - DUC. 20604180640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wjze@geolab.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 203, ASTM C 29-91

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
TESISTAS NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
- AVILA CUEVA KRISTHEL SARRINA
FECHA 20 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA CHERO

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

CANTERA :							
MUESTRA :							
MOLDE :	N°	SUELTO			VARILLADO		
DETERMINACION N°		1	2	3	4	5	6
Peso del molde más agregado seco (gr)		30421	30408	30853	32451	32852	32751
Peso del molde (gr)			8993			8993	
Peso del agregado seco (gr)		21428	21415	21660	23458	23859	23758
Volumen del molde (cm ³)			14187			14187	
Peso específico Bulk del agregado (gr/cm ³)			2.736			2.736	
Absorción del agregado (%)			0.95			0.95	
Peso Unitario en condición SSS (kg/m ³)		1525	1524	1541	1669	1698	1691
Vacos en el agregado (%)		44.7	44.7	44.1	39.4	38.4	38.7
Peso Unitario en condición Seca (kg/m ³)		1510	1509	1527	1653	1682	1675
Peso Unitario Seco promedio (kg/m ³)			1516			1670	

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.P. 12713 - CONSULTOR C. - 1277196
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAL,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6, P.P.J. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - DUC: 70604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wdra822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
TESISTAS: - CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
- AVILA CUEVA KRISTHEL SABBINA
FECHA: 20 DE MAYO DEL 2023
N° MUESTRA: AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA CHERO

DATOS

DESCRIPCION	UND.	MUESTRA. - 1			PROMEDIO
Recipiente	N°	1			
Recipiente + Suelo Humedo	gr.	2000,00			
Recipiente + Suelo Seco	gr.	1985,35			
Peso del Recipiente	gr.	0,00			
Peso del Agua	gr.	13,65			
Peso del Suelo Seco	gr.	1986,35			
Humedad	%	0,69			0,69

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
DIP. 19295 - CONSULTOR C - 12778
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: ML. C. LOTE 6, PP. 8, 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE, RUC: 20604190640
CELULAR: 954677150 - 945417128 e-mail: wjz@geolab.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: NTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

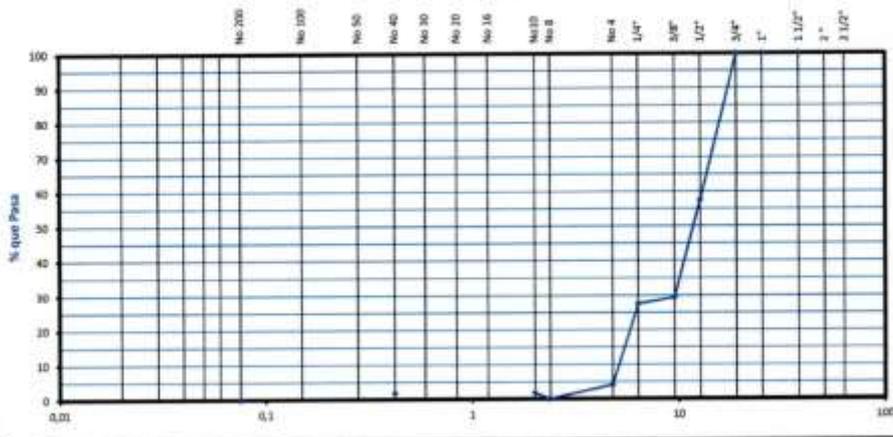
DATOS DE LA MUESTRA

TÍTULO: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
TENISTAS: NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
- CASTRO RAMOS, MARCO ALEJANDRO
- AVILA CUEVA KRISTHEL SABBINA
FECHA: 20 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA: ADREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 12" - CANTERA CHERO

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RET. (gr)	RETENIDO		PASANTE (%)	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)			
3"	76,200						Tamaño Maximo : 3/4" pulg.
2 1/2"	63,500						Humedad : 0,68 %
2"	50,800						Piedra : 95,9 %
1 1/2"	38,100				100,0		Arena : 4,1 %
1"	25,400				100,0		Modulo de Fineza : 6,6 -
3/4"	19,050				100,0		
1/2"	12,700	4263,7	42,4	42,4	57,6		
3/8"	9,525	2837,2	28,2	70,6	29,4		Peso Especifico : 2,736 gr/cm ³
1/4"	6,350	185,2	1,8	72,4	27,6		Absorcion : 0,95 %
No. 4	4,750	2547,2	25,3	95,9	4,1		P. U. S : 1516 kg/m ³
No. 8	2,360	230,2	2,3	98	0,0		P. U. C : 1670 kg/m ³
No. 10	2,000						Salas solubles : 0,01 %
No. 16	1,190						
No. 20	0,834						
No. 30	0,600						
No. 40	0,420						Atracion : 10,6 %
No. 50	0,300						Part. Chetas y Alarg. : 4,97 %
No. 60	0,250						Ceras fracturadas : 87,5 %
No. 80	0,177						
No. 100	0,149						
No. 200	0,075						
-200							



CURVA GRANULOMETRICA



Nota: Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP 495373 - CONSULTOR C - 127196
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, REMEDIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6, PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604190640
CELULAR: 954877158 - 945417124 e-mail: wilson22@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EQUIVALENTE DE ARENA
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 114, ASTM D 2415, AASHTO T 176

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREPHTALATO DE POLIETILENO EN PÓLVORO, CHIMBOTE-2023
NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
TESISTAS: - CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA
FECHA: 20 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA: AGREGADO FINO - CANTERA CHERO

DESCRIPCION		IDENTIFICACION			Promedio %
		1	2	3	
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	(mm)	4,76	4,76	4,76	
Hora de entrada a saturación		12:00	12:02	12:04	
Hora de salida de saturación (mas 10')		12:10	12:12	12:14	
Hora de entrada a decantación		12:12	12:14	12:16	
Hora de salida de decantación (mas 20')		12:32	12:34	12:36	
Altura máxima de material fino	(g/g)	4,30	4,30	4,20	
Altura máxima de la arena	(g/g)	3,60	3,66	3,60	
Equivalente de Arena	(%)	84	83	83	83



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C. 19873 - CONSULTOR C - 127716
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6 PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - HDC.20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANGULARIDAD AGREGADO FINO

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONADO POLIETILEN DE TEREFTALATO EN POLVO, CHIMBOTE -2022
NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

TESISTAS - CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA

FECHA 20 DE MAYO DEL 2023

MUESTRA AGREGADO FINO - CANTERA CHERO

MUESTRA ARENA		3	4
Volumen del cilindro	(cm ³)	100,00	100,00
Peso de agregado fino	(gr)	150,00	152,00
Peso especifico	(gr/cm ³)	2,68	2,68
Angularidad del agregado	(%)	44,126	43,381
Angularidad Promedio (%)		43,8	

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson E. Zelaya Santos
125073 - CONSULTOR C - 127766
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: ML. C. LOTE 6, PP.B. 2 DE OCTUBRE - ALEJO CHIMBOTE. SOC. 266419648
CELULAR: 954877150 - 943417124 e-mail: wlb@32@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

INDICE DE DURABILIDAD DE AGREGADOS NORMAS TÉCNICAS: ASTM D3744, AASHTO T 215, MTC E 214

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
TESISTAS - CASTRO RAMOS, MARIO ALIJANDRO
- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA
FECHA 30 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA AGREGADO FINO - CANTERA CHERO

INDICE DE DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO

TAMAÑOS DE MALLAS			AGITACION DE MUESTRA	CONTENIDO DE AGUA DESTILADA	MUESTRA LATA
PASA	RETENIDO	PESO (gr)	(10 minutos)	(ml)	(ml)
# 4	fondo	500	10'	1000,0	85

DESCRIPCION	IDENTIFICACION			
	N° DE ENSAYO	1	2	PROMEDIO
Hora de entrada a saturación		11:12	11:22	
Hora de salida de saturación (mas 10')		11:22	11:32	
Hora de entrada a decantación		11:34	11:44	
Hora de salida de decantación (mas 20')		11:54	12:04	
Altura máxima de la arcilla (pulg.0.1")		4,30	4,40	
Altura máxima de la arena (pulg.0.1")		3,20	3,30	
Índice de Durabilidad (DI = L.arena/L. arcilla*100)		74,4	75,8	74,7

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Inq. Wilson J. Zelaya Santos
CIP 19331 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6 PP.B. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640
CELULAR: 954677150 - 945417124 e-mail: wllv822@hotmail.com

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

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TESIS	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023	
TESISTAS	NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH	Hecho Por: N.Z.S.
SOLICITANTE	- CASTRO RAMOS, MARCO ALEJANDRO	Ing. Resp.: W.Z.S.
FECHA	- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA	
	20 DE MAYO DEL 2023	

REFERENCIA DE LAS MUESTRAS

Agregado :	Arena gruesa	100%	Ligante Bituminoso	Tipo de Asfalto	PEN 60 - 70
			Aditivo		Sin Aditivo

DENOMINACION		DESPRENDIMIENTO ARIDO - ASFALTO	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES	
Concentración de carbonato sólido	AGUA DESTILADA	0	NULO	PARCIAL: 5 TOTAL: 10	Min 4 = Cumple
	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		

Nota: Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson I. Zelaya Santos
C.P. 189773 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ C LOTE 6, PP.B. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - BUC: 70684190640
CELULAR: 954877130 - 945417124 e-mail: vilco622@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SALES SOLUBLES TOTALES

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFTALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023 NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
TESISTAS	- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO - AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA
FECHA	20 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA	AGREGADO FINO - CANTERA CHERO

MUESTRA ARENA		3	4	
Peso de Tara	(gr)	98,90	98,86	
Peso tara + agua + sal	(gr)	147,31	148,02	
Peso tara + sal	(gr)	98,91	98,87	
Peso sal	(gr)	0,010	0,010	
Peso agua	(gr)	48,40	49,15	
Sales solubles totales	(%)	0,021	0,020	
Promedio de Sales Solubles Tot. (%)				0,021

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Inge. Wilson J. Zelaya Santos
C.D. 199173 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: ML. C LOTE 6, PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 29604190640
CELULAR: 954677150 - 945417124 e-mail: wilson22@hotmail.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS
NORMAS TECNICAS: MTC E 205-206, ASTM C 127-128 AASHTO 84-85

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS PROPIEDADES MECANICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFTALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
TESISTAS NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA
FECHA 20 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA AGREGADO FINO - CANTERA CHERO

DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO MTC E 206

		(gr)	500,00	500,00	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)	(gr)	500,00	500,00	
B	Peso Frasco + agua	(gr)	673,00	673,00	
C	Peso Frasco + agua + A	(gr)	1173,00	1173,00	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco	(gr)	986,00	987,50	
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D	(gr)	187,00	185,50	
F	Pa. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	(gr)	496,20	496,00	
G	Vol de masa = E - (A - F)	(cm ³)	183,20	181,50	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	(gr/cm ³)	2,55	2,57	2,564
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	(gr/cm ³)	2,674	2,695	2,685
	Pe aparente (Base Seca) = F/D	(gr/cm ³)	2,709	2,733	2,721
	Absorción = ((A - F)/F)*100	(%)	0,766	0,806	0,786

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
RUC: 195273 - CONSULTOR C - 177794
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6, PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wlfz622@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 206-206, ASTM C 127-126 AASHTO 64-66

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFTALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
TESISTAS - CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
SOLICITANTE - AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA
FECHA 20 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA AGREGADO FINO - CANTERA CHERO

DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO MTC E 206					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)	(gr)	1500,00	1000,00	
B	Peso Frasco + agua	(gr)	720,00	720,00	
C	Peso Frasco + agua + A	(gr)	2220,00	1720,00	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco	(gr)	1655,00	1345,00	
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D	(gr)	565,00	375,00	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C)	(gr)	1493,30	995,89	
G	Vol de masa = E - (A - F)	(cm ³)	558,30	370,89	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	(gr/cm ³)	2,64	2,66	2,649
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	(gr/cm ³)	2,655	2,667	2,661
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	(gr/cm ³)	2,675	2,685	2,680
	Absorción = ((A - F)/F)*100	(%)	0,449	0,413	0,431

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
R. 193713 - CONSULTOR C - 127716
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

OFICINA: PSE. C LOTE 6, P.P. 2 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - PUC. 20664/196640
GEOLAB: 934877128 - 982417128 e-mail: wjz@geolab.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: AEC E 107, ASTM D. 421, ASTM D. 138

DATOS DE LA MUESTRA

TENIS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADECUANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLV. CHIMBOTE-2023

TESTISTAS NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
- AVILA CUEVA KRISTHEL SABELINA

FECHA 29 DE MAYO DEL 2023

MUESTRA AGREGADO FINO - CANTERA CHERO

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. (gr)	RETENIDO		PASANTE (%)	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			REAL (%)	ADICIONADO (%)			
3"	76,200						Tamaño Máximo : 114" pulg
2 1/2"	63,500						Humedad : 0,06 %
2"	50,800						Piedra : 6,2 %
1 1/2"	38,100						Árrea : 83,8 %
1"	25,400						Módulo de Fines : 3,60 -
3/4"	19,050						Malla 200 : 3,9 %
1/2"	12,700						Equiv. Área : g/REFI %
3/8"	9,525				100,0		Peso Especifico : 2,665 gr/cm ³
1/4"	6,350				83,6		Absorción : 0,79 %
No. 4	4,750	52,4	6,2	6,2	84,0		P. U. S : 1489 kg/m ³
No. 8	2,360	25,6	29,8	36,0	66,7		P. U. C : 1642 kg/m ³
No. 10	2,000	62,0	7,3	43,3	56,7		Sales solubles : 0,02 %
No. 16	1,190	154,2	18,1	61,4	38,6		Durabilidad : 11,66 %
No. 20	0,834						
No. 30	0,600	124,5	14,6	76,0	24,0		
No. 40	0,420	49,1	5,8	61,8	18,2		
No. 50	0,300	39,7	4,7	66,5	13,5		
No. 60	0,250	44,5	5,2	61,7	8,3		
No. 80	0,177						Índice de durabilidad : 74,7 %
No. 100	0,149	21,7	2,8	64,3	5,7		PESO TOTAL (Gr) : 886,0
No. 200	0,075	39,7	4,7	99,0	1,0		SUCS : SP
-200		8,3					



Nota: Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
REG. PROF. 152373 - CONSULTOR C - 127796
INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6 PP.B. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilson822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

TESISTAS - CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA

FECHA 20 DE MAYO DEL 2023

MUESTRA AGREGADO FINO - CANTERA CHERO

DATOS

DESCRIPCION	UND.	MUESTRA. - 1				PROMEDIO
Recipiente	N°	1				
Recipiente + Suelo Humedo	gr.	900,00				
Recipiente + Suelo Seco	gr.	892,30				
Peso del Recipiente	gr.	0,00				
Peso del Agua	gr.	7,70				
Peso del Suelo Seco	gr.	892,30				
Humedad	%	0,86				0,86

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C. 127796 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 4, PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wjz@622@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 203, ASTM C 29-91

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFTALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023 NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
TESISTAS	- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO - AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA
FECHA	20 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA	AGREGADO FINO - CANTERA CHERO

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

DETERMINACION N°	SUELTO			VARILLADO		
	1	2	3	4	5	6
Peso del molde más agregado seco (gr)	6903	6910	6915	7325	7346	7350
Peso del molde (gr)		2713			2713	
Peso del agregado seco (gr)	4190	4197	4202	4612	4633	4637
Volumen del molde (cm ³)		2818			2818	
Peso específico Bulk del agregado (gr/cm ³)		2,685			2,685	
Absorción del agregado (%)		0,79			0,79	
Peso Unitario en condición SSS (kg/m ³)	1499	1501	1503	1649	1657	1658
Vacios en el agregado (%)	44,5	44,4	44,3	38,9	38,6	38,6
Peso Unitario en condición Seca (kg/m ³)	1487	1489	1491	1637	1644	1645
Peso Unitario Seco promedio (kg/m ³)		1489			1642	

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
RUC: 206373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6, PP.BJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wllar822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS
NORMAS TÉCNICAS: ASTM C88, AASHTO T 104, MTC E 209

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023 NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
TESISTAS	- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO - AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA
FECHA	20 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA	AGREGADO FINO - CANTERA CHERO

TABLA 1 DATOS DEL ENSAYO

TAMIZ	PESO REQUERIDO (gr)	TAMAÑO DEL ARIDO	GRANUL. ORIGINAL % RET.	PESO FRACCIÓN		PASANTE DESPUES DEL ENSAYO (gr)	PERDIDA TOTAL %	PERDIDA CORREGIDA %
				ANTES DEL ENSAYO (gr)	DESPUES DEL ENSAYO (gr)			

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO FINO									
3/8"	Nº 4	100	No 4	5,8	100,0	75,4	24,6	50,72	2,93
Nº 4	Nº 8	100	No 8	18,1	100,0	81,3	18,7	18,68	3,39
Nº 8	Nº 16	100	No 16	17,4	100,0	81,3	18,7	18,70	3,26
Nº 16	Nº 30	100	No 30	20,5	100,0	87,6	12,4	12,40	2,54
Nº 30	Nº 50	100	No 50	22,2	100,0	93,6	6,4	6,40	1,42
Nº 50	Nº 100	100	No 100	10,7	100,0	90,2	9,8	9,80	1,05
< Nº 100				81,0					
TOTALES				150,0	600	434,0			11,66

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Iny. Wilson J. Zelaya Santos
C. 195373 - CONSULTOR C - 127776
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAL,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



TESIS PROPIEDADES MECANICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

TESISTAS - CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
SOLICITANTE - AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA
FECHA 20 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA AGREGADO FINO - CANTERA CHERO

ANALISIS QUIMICO

N°	ANALISIS QUIMICO	VALORES MAXIMOS ADMISIBLES	RESULTADOS		
					PROMEDIO
4	Particulas desmenuzables	1%	NP	NP	NP
5	Materia Organica expresado en Oxigeno	0.50%	NP	NP	NP
6	Materiales delezables	0.50%	NP	NP	NP
7	Limite de Turbidez	2000			
8	Dureza	> 5			



Nota:
Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

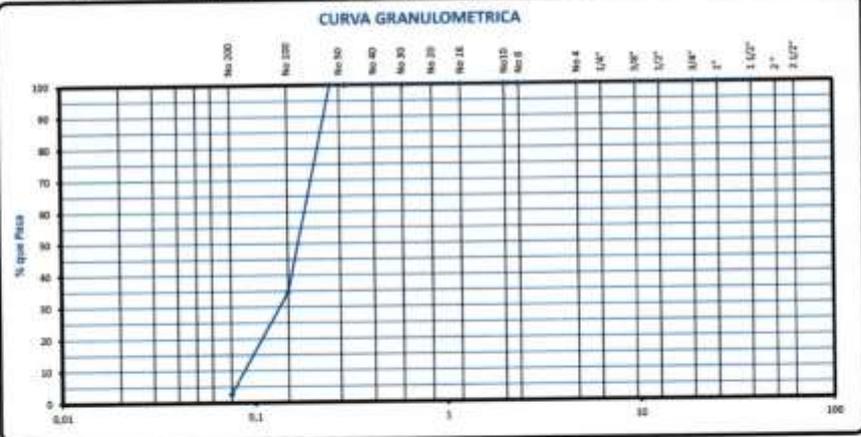
GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Inge. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 145373 - CONSULTOR C - 12774
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 38

TÍTULO: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFITALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
TESISTAS: NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
 - CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
 - AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA
FECHA: 20 DE MAYO DEL 2023

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	RETENIDO		PASANTE (%)	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)			
3"	76,200						
2 1/2"	63,500						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						
3/4"	19,050						
1/2"	12,700						
3/8"	9,525						
1/4"	6,350						
No. 4	4,750				100,0		
No. 8	2,360				100,0		
No. 10	2,000				100,0		
No. 16	1,190				100,0		
No. 20	0,834						
No. 30	0,600				100,0		
No. 40	0,420				100,0		
No. 60	0,300				100,0		
No. 80	0,250				100,0		
No. 80	0,177						
No. 100	0,149	653,2	65,3	65,3	34,7		
No. 200	0,075	320,0	32,0	97,3	2,7		
-300		26,8					
						PESO TOTAL (G) :	1000,0



Nota: Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 188173 - CONSULTOR C - 127719
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Anexo 7. Resultados de los ensayos del Marshall



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAL,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6. P.P. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 2060419040
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilye822@hotmail.com

	INFORME	Código	AE-PO-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	23-05-2023
		Página	10 de 10

TESS: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
TEBISTA: - CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
 - AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA
Ubicación de Proyecto: DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

REGISTRO N°: IGC20-LEM-318-03
REALIZADO POR: N.Z.S.
REVISADO POR: W. ZELAYA
FECHA DE ENSAYO: MAYO DEL 2023

Tipo de muestra: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación: —
Descripción: Diseño MAC (Asfalto convencional)

**DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(RESUMEN)**

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Gradación : MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (A23)"

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto : PEN 60 / 70
 % óptimo de asfalto residual : 5.9%

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño		-0.3 %	% Óptimo	+0.3%	Especificación EG 2013
GOLPES	N°		60,0		30
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5,46	5,75	6,06	
PESO UNITARIO	kg/m ³	2,487	2,473	2,477	
VACIOS	%	5,5	4,8	3,9	3 - 5
V.M.A.	%	16,9	17,0	17,1	14
V. U.L.C.A.	%	67,3	71,8	76,3	
POLVO / ASFALTO	%	0,7	0,7	0,8	0,6 - 1,3
FLUJO	mm	13,1	13,5	14,0	8 - 24
ESTABILIDAD	Nv	1084,9	1036,7	974,8	915
ESTABILIDAD FLUJO	kg/cm	5521,2	3866,2	2779,9	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Mpa		3,7		3,1
RESISTENCIA RETENIDA	%		81		75
RESISTENCIA CONSERVADA	%		81		80



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.I.E. 45373 - CONSULTOR C - 12779A
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MG. C. LOTE 6, PP. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - IBC-20004190640
CELULAR: 954877150 - 945477174 e-mail: wjz@geolab.com

	INFORME		Código	AE-PD-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		Versión	01
			Fecha	23-05-2022
			Página	2 de 10

TESIS	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO. CHIMBOTE-2021	REGISTRO N°	IGC20-LEM-318-03
TESTISTA	- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO - AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA	REALIZADO POR	N.Z.S.
Ubicación de Proyecto	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH	REVISADO POR	W. ZELAYA
		FECHA DE ENSAYO	MAYO DEL 2022

Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	---
Descripción	Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)											
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40			No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.1	81.8	55.1	43.1	19.7			23.8	7.1
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	62 - 77	47 - 61	39 - 45	14 - 35			8 - 37	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3			ROMBICO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.1						
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				38.78						
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				56.12						
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla				0.5						
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) g/cc				1.020						
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) g/cc				2.649						
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) g/cc				2.762						
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) g/cc										
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) g/cc										
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) g/cc										
11	Altura promedio de la briqueta				67						
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1193.8	1193.6	1199.2	1191.2	1198.2		
13	Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)				1194.1	1194.2	1190.2	1191.8	1198.8		
14	Peso de la briqueta (desplazada) (gr)				711.0	712.4	711.2	708.5	712.8		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				483.1	483.8	479.0	483.4	483.8		
16	Peso especifico Bulk de la briqueta = (12/15)				2.471	2.467	2.483	2.464	2.466	2.478	
17	Peso Especifico Maximo - Rizo (ASTM D 2042)				2.620						
18	% de Vacios = (17-16)/100/17 (ASTM D 3203)				8.1	8.2	8.8	8.3	8.2	8.1 3 - 1	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.800						
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.674						
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.02						
22	% de Asfalto Efectivo				4.32						
23	Relación Polvo/Asfalto				0.8						
24	V.M.A.				16.5	16.6	16.1	16.7	16.7	16.8 14	
25	% Vacios Rencos (con C.A.)				63.3	62.8	65.2	62.3	62.7	63.3	
26	Flujo 0.075(0.25 mm)				13.0	12.0	13.0	12.0	13.0	12.8 8 - 14	
27	Estabilidad sin corregir (%)				980	1118	962	1073	1081		
28	Factor de estabilidad				1.09	1.09	1.09	1.09	1.09		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1078	1220	1049	1170	1146	1132 HR 801	
30	Estabilidad / Flujo				3318	4065	3226	3886	3523	3696 1790 - 4000	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.P. 05173 - CONSULTOR C - 1271W
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, REMEDIANCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: P.O. C/LOTE A, P.P. 2 DE OCTUBRE - NERVO CHIMBOTE - ICA - 2004200049
CELULAR: 924877120 - 924171274 e-mail: w@geolab.com

INFORME DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Código	AE-PO-176
	Versión	01
	Fecha	23-05-2023
	Páginas	3 de 18

TEMA: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONADO TEREPHTALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023 REGISTRO N°: ISC09-LEM-018-03

TESISTA: POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023 REALIZADO POR: N.Z.S.
- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO REVISADO POR: W. ZELAYA
- AVILA CUEVA KRISTHEL SARRINA FECHA DE ENSAYO: MAYO DEL 2023

Ubicación de Proyecto: DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

Tipo de muestra: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación: ---
Descripción: Diseño MAC (método convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1558)											
TAMCOS ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40			No. 60	No. 200
% PAVA MATERIA	100.0	100.0	93.1	81.6	68.1	43.1	35.7			16.8	7.1
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	87 - 89	80 - 77	43 - 50	25 - 45	14 - 23			8 - 17	4 - 8
BRQUETA, N°					1	2	3			PROMEDIO	DISPCT.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla										
2	% Grava > 1/4" en peso de la Mezcla										
3	% Arena < 1/4" en peso de la Mezcla										
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla										
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc										
6	Peso Específico de la Grava < 1/4" (Bulk) gr/cc										
7	Peso Específico de la Arena < 1/4" (Bulk) gr/cc										
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc										
9	Peso Específico de la Grava > 1/4" (Aparente) gr/cc										
10	Peso Específico de la Arena < 1/4" (Aparente) gr/cc										
11	Altura promedio de la brqueta cm										
12	Peso de la brqueta al aire (gr)										
13	Peso de la brqueta al agua por 60' (gr)										
14	Peso de la brqueta desplazada (gr)										
15	Volumen de la brqueta por desplazamiento (V) = (13-14)										
16	Peso específico Bulk de la brqueta = (12/15)										
17	Peso Específico Máximo - Roca (ASTM D 2941)										
18	% de vacíos = (17-04)(16)/17 (ASTM D 3303)										
19	Peso Específico Bulk Agregado Total										
20	Peso Específico Efectivo Agregado total										
21	Índice Absorbido por el Agregado										
22	% de Índice Efectivo										
23	Relación Páve/Béton										
24	V.M.A.										
25	% Vacíos llenos con C.A.										
26	Flujo (0.075/30.25 mm)										
27	Estabilidad sin corrige (Pg)										
28	Factor de estabilidad										
29	Estabilidad Correída 27 * 28										
30	Estabilidad / Flujo										



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.I.P. 195373 - CONSULTOR C - 177796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C 1078 4 PP. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 7800410048
CELULAR: 954977130 - 945817228 - mail: info@geolab.com

INFORME		Código	AE-PO-175
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		Versión	01
		Fecha	22-05-2023
		Página	4 de 10

TESIS : PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFTALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023 REGISTRO N°: IC25-LEM-315-03
TESTISTA : CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO REALIZADO POR: H.Z.B.
REVISADO POR: W. ZELAYA
Ubicación de Proyecto : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH FECHA DE ENSAYO: MAYO DEL 2023

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : ---
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMOS/ASTM	1"	3/4"	3/8"	3/16"	No 4	No 10	No 20	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.1	81.6	59.1	43.3	29.7	19.8	15.8	7.1
ESPECIFICACIONES	100	90 - 100	67 - 88	50 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 28		8 - 17	4 - 8
BROQUETA N°					1	2	2		PROBADO	DISCIP.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla									
2	% Grava < N°4 en peso de la Mezcla									
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla									
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla									
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc									
6	Peso Específico de la Grava < N°4 (Bulk) gr/cc									
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc									
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc									
9	Peso Específico de la Grava < N°4 (Aparente) gr/cc									
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc									
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)									
13	Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)									
14	Peso de la briqueta desplazante (gr)									
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)									
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/13)									
17	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2951)									
18	% de Vacíos = (17-16)/(18) * 100 (ASTM D 3302)									
19	Peso Específico Bulk Agregado Total									
20	Peso Específico Efectivo Agregado total									
21	Asfalto Absorbido por el Agregado									
22	% de Asfalto Efectivo									
23	Relación Pilectatum									
24	V.M.A.									
25	% Vacíos llenos con C.A.									
26	Flujo (0.075/0.25 mm)									
27	Estabilidad sin correge (Kg)									
28	Factor de estabilidad									
29	Estabilidad Corregeita 27 + 28									
30	Estabilidad / Flujo									



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP: 375373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6, PP.0. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604786640
 CELULAR: 934877130 - 943411129 e-mail: wlb@27@hotmail.com

INFORME		Código	AL-PO-176
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ELLIOTT - MARSHALL		Versión	01
		Fecha	10-06-2023
		Páginas	5 de 19

TEMA : PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE
 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE
 REGISTRO N°: 6529-LEM-318-03
 TERCERA : CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
 REALIZADO POR: N.Z.S.
 : AYLA CUEVA KRISTHEL BARRINA
 REVISADO POR: W. ZELAYA
 Ubicación del Proyecto : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
 FECHA DE ENSAYO : MAYO DEL 2023

Tipo de muestra : Muestra extraída en caliente (MAC)
 Identificación : ---
 Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40		No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	99.1	81.8	35.1	43.0	19.7		10.8	7.1
ESPECIFICACIONES	100	90 - 100	67 - 85	40 - 77	40 - 63	28 - 46	14 - 25		8 - 17	4 - 8
BIQUETA N°					1	2	3		PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla					0.0				
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					38.17				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					61.83				
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.0				
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) g/cm ³					1.520				
6	Peso Específico de la Grava < N°4 (Bulk) g/cm ³					2.849				
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) g/cm ³					2.763				
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) g/cm ³									
9	Peso Específico de la Grava < N°4 (Aparente) g/cm ³									
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) g/cm ³									
11	Alfara promedio de la biqueta cm									
12	Peso de la biqueta al aire (gr)				1105.7	1107.2	1106.2	1180.1	1190.7	
13	Peso de la biqueta al agua por 60' (gr)				1106.1	1106.9	1105.7	1182.4	1191.0	
14	Peso de la biqueta desplazada (gr)				685.5	685.3	706.3	701.1	710.1	
15	Volumen de la biqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				470.8	471.5	482.4	481.3	486.9	
16	Peso específico Bulk de la biqueta = (12/15)				2.455	2.450	2.482	2.453	2.476	2.457
17	Peso Específico Máximo - Rica (ASTM D 2041)					2.849				
18	% de Vaciado = (17-16)/(100-17) (ASTM D 3030)				3.7	3.9	3.8	3.8	3.9	3.8
19	Peso Específico Bulk Agregado Total					2.809				
20	Peso Específico Efectivo Agregado total					2.852				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.34				
22	% de Asfalto Efectivo					6.09				
23	Relación Fibra/Fletra					0.9				0.6 - 1.3
24	V.M.A.				18.4	18.5	18.5	18.4	17.7	18.3
25	% Vaciado teórico con C.A.				79.8	79.0	79.3	79.4	81.7	80.3
26	Flujo: 0.01"(0.25 mm)				23.0	23.0	16.0	16.0	14.0	15.2
27	Estabilidad en campo (Kg)				794	879	861	798	740	
28	Factor de estabilidad				1.29	1.29	1.34	1.34	1.34	
29	Estabilidad Correjada 27 * 28				874	808	753	805	847	817
30	Estabilidad / Flujo				2300	2016	1861	2012	2420	2160 - 4000



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 104973 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: ML. C. LOTE 6, PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20004190640
 CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wjz@geolab.com

DISEÑO DE MEZCLA ASPÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	INFORME	Código	AE-FO-176
		Versión	01
		Fecha	23-05-2023
		Página	1 de 16

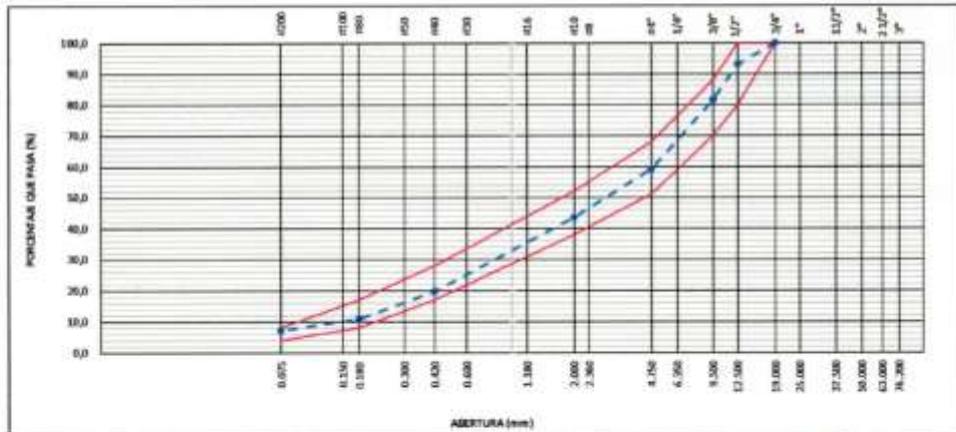
TESIS: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023 REGISTRO N°: IGC20-LEM-016-03
 TESIS: CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO REALIZADO POR: N.Z.S.
 AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA REVISADO POR: W. ZELAYA
 Ubicación de Proyecto: DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH FECHA DE ENSAYO: MAYO DEL 2023

Tipo de muestra: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación: ---
 Descripción: Diseño MAC (Asfalto convencional)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMÉ ASTM	ABERTURA mm	Muestra N° 01 Grava	Muestra N° 02 Arena	Muestra N° 03	Muestra N° 03	Prueba N° 01	ESPECIFICACIÓN MAC-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200							
2 1/2"	63.500							
2"	50.800							
1 1/2"	37.500							
1"	25.000							
3/4"	19.000	100.0	100.0			100.0	100	
1/2"	12.500	83.9	100.0			93.1	80	
3/8"	9.500	57.2	100.0			81.8	70	
1/4"	6.200							
#4	4.750	9.8	96.5			20.1	51	Observaciones: Según especificación técnica MTC E03.2013 (Sección 4.2.3) Pavimento de concreto asfáltico en caliente. Mezcla agregados diseño asfalto MAC-2
#10	2.000	2.3	74.8			40.6		
#12	2.000					43.5	38	52
#18	1.180							
#30	0.850							
#40	0.420		34.8			19.7	17	38
#60	0.250		19.0			10.8	8	17
#100	0.150							
#200	0.075		12.5			7.1	4	8
<200								
MEZCLA								
Prueba N° 01		43.0%	87.0%	8.0%	3.0%	100.00		

CURVA GRANULOMÉTRICA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 (D. 19371) - CONSULTOR C - 127796
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



OFICINA : NZ CLOTE 6, P.P.H. 3 DE OCTUBRE - NIEVO CHINBOTE - RUC: 20664190640
 CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wld@ge22@hotmail.com



INFORME	
Código	AE-PO-178
Version	01
Fecha	23-06-2023
Página	7 de 10

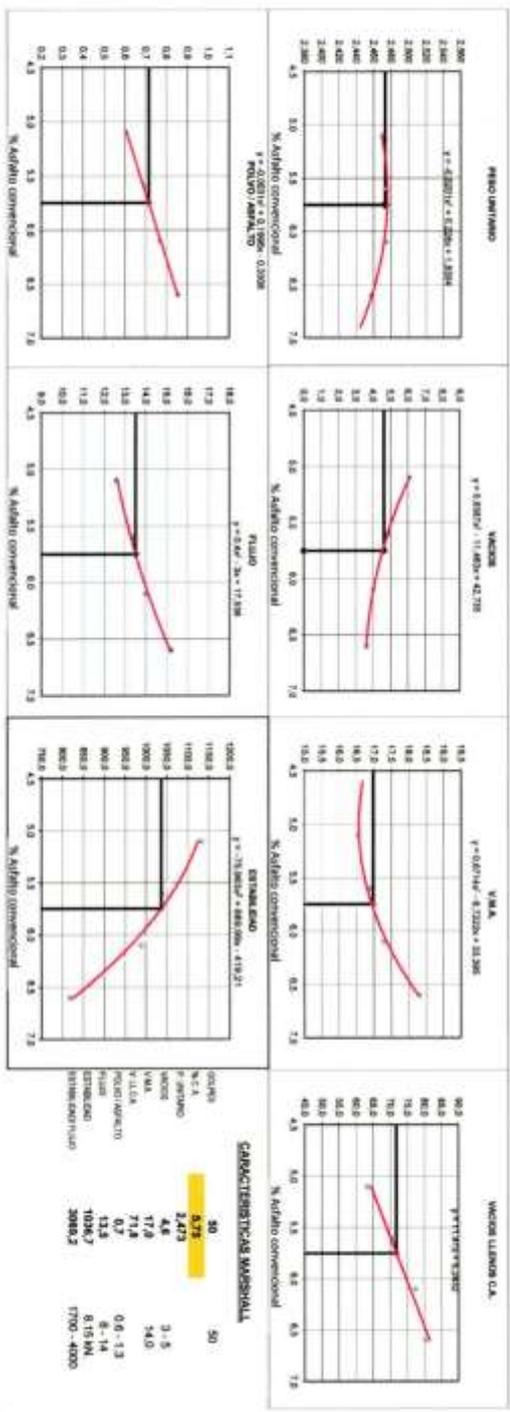
**DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE
 METODO DE ILLINOIS - MARSHALL**

TESIS : PRIORIDADES MECANICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADOCCONANDO TEREFITALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE 2023
 TESISITA : CASTRO RAMOS, MARCO ALEJANDRO
 : AV. A CUIDA URBESTEL, S.A.R.M.A.
 : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
 : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 : Diseño (MAC) (diseño convencional)

REGISTRO N° : BDCOL-LEN-31640
 REALIZADO POR : N.Z.S.
 REVISADO POR : W. ZEVALA
 FECHA DE ENSAYO : MAYO DEL 2023

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
 LUCY VILLALBA - CONSULTOR C - TITULAR
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

**DETERMINACION DEL OPTIMO DE CEMENTO ASFALTICO
 CURVAS DE ENERGIA DE COMPACTACION CONSTANTE**



Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: 98. C LOTE 6 PP. 21. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - REC. 20004190040
CELULAR: 954877250 945417124 e-mail: wilton@22@hotmail.com

INFORME		Código	AE-PO-178
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		Versión	01
		Fecha	23-06-2023
		Página	6 de 10

TESES PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFTALATO DE POLIETILENO EN POLVO. CHIMBOTE 2023 REGISTRO N° IGC20-LEM-318-03
TESISTA - CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO REALIZADO POR N.Z.S.
- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA REVISADO POR W. ZELAYA
Ubicación de Proyecto DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH FECHA DE ENSAYO: MAYO DEL 2023

Tipo de muestra Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación ---
Descripción Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	8047.0	8047.0	8047.0	8047.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA + VÓRNO	8187.0	8187.0	8187.0	8187.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (03)	7726.8	7724.4	7719.1	7721.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8934.0	8927.0	8926.0	8909.0	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1205.2	1202.6	1205.9	1186.0	
6.- AGUA DESPLAZADA (2)-(3)	458.2	452.5	467.9	400.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.630	2.660	2.577	2.940	
CONTENIDO % C.A.	5.19	5.80	6.19	6.83	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ingeniero Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 115373 - CONSULTOR C. - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



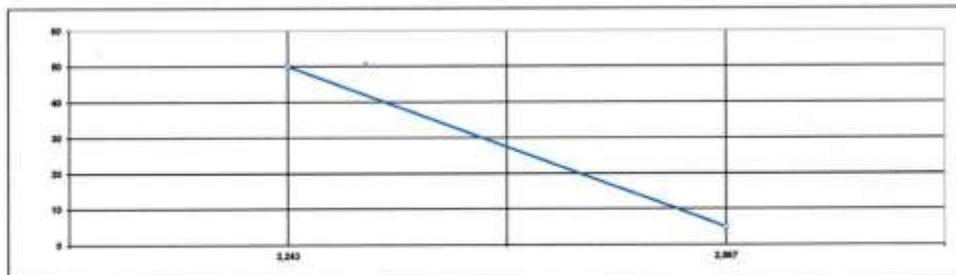
OFICINA: M.L. C. LOTE 6, PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604190040
CELULAR: 954877130 - 945417124 e-mail: wilsoe873@hotmail.com

INFORME DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Código	AE-FO-176
	Versión	01
	Fecha	23-05-2023
	Página	8 de 10

TESIS : PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFTALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023 REGISTRO N°: IGC20-LEM-318-03
 TESISISTA : CASTRO RAMOS, MARCO ALEJANDRO REALIZADO POR : N.Z.S.
 : AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA REVISADO POR : W. ZELAYA
 Ubicación de Proyecto : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANGASH FECHA DE ENSAYO : MAYO DEL 2023

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : ---
 Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD



N° de muestra	01	02	03	04
N° de golpes Marshall	50	50	5	5
1. Peso después de Aire	1200.6	1199.3	1199.2	1202.9
2. Peso después saturación Superf. Seca	1209.3	1208.0	1214.4	1217.4
3. Peso por desplazamiento	871.7	875.4	896.7	893.2
4. Volumen de la muestra	937.8	932.0	977.7	984.2
5. Peso líquido (W _l)	2.237	2.262	3.076	2.969
PROMEDIOS		2.243		2.087

1.243	2.087
50	0

3	
0.176	
(0.0001 - 0.0001)	

IC =	0.71
------	------



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 DPT. 194573 - CONSULTOR C. - 127796
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAL,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA : MZ. C LOTE 6, P.P. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - IXC. 20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wllze82@hotmail.com

INFORME		Código	AE-PG-176
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		Versión	01
		Fecha	23-05-2023
		Página	9 de 10

TESES : PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
REGISTRO N° : IGC20-LEM-318-03
TESISTA : CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
REALIZADO POR : K.Z.S.
REVISADO POR : W. ZELAYA
Ubicación de Proyecto : AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA
FECHA DE ENSAYO : MAYO DEL 2023
DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : -
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283)

N° DE PROBETAS	Grupo seco			Grupo húmedo		
	01	02	03	04	05	06
1 Diámetro	10,13	10,15		10,15	10,15	
2 Espesor	6,65	6,65		6,65	6,65	
3 Contenido de Cemento Asfáltico	5,75	5,75		5,75	5,75	
4 Peso Probeta al Aire	1203,0	1201,2		1205,3	1167,0	
5 Peso de la Probeta Saturada (90°)	1203,4	1201,7		1206,0	1167,5	
6 Peso de la Probeta en el Agua	702,0	700,0		704,0	699,0	
7 Volumen de la Probeta	501,4	501,7		502,0	499,0	
8 Peso Específico Bulk de la Probeta	2,399	2,394		2,401	2,390	
9 % de Vacíos = $(17-15) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)	7,2	7,4		7,1	7,3	
10 Estabilidad en correaje	276	284		226	230	
11 Factor Estabilidad	1,04	1,04		1,04	1,04	
12 Estabilidad corregida (kg)	287	295		235	239	
13 Resistencia a la compresión	3,7	3,8				
14 Resistencia referida	82	81				
15 Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg)	291					
16 Promedio Estabilidad (24 Horas) (kg)				237		
17 Resistencia conservada (%)	81					



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilber J. Zelaya Santos
CIP. 134.129 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

OFICINA: PLZ COTE 6, P.P.H. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20664190640
 CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wlf@ge22@hotmail.com



INFORME	
Codigo	01023
Version	01
Fecha	03-06-2023
Página	04 de 04

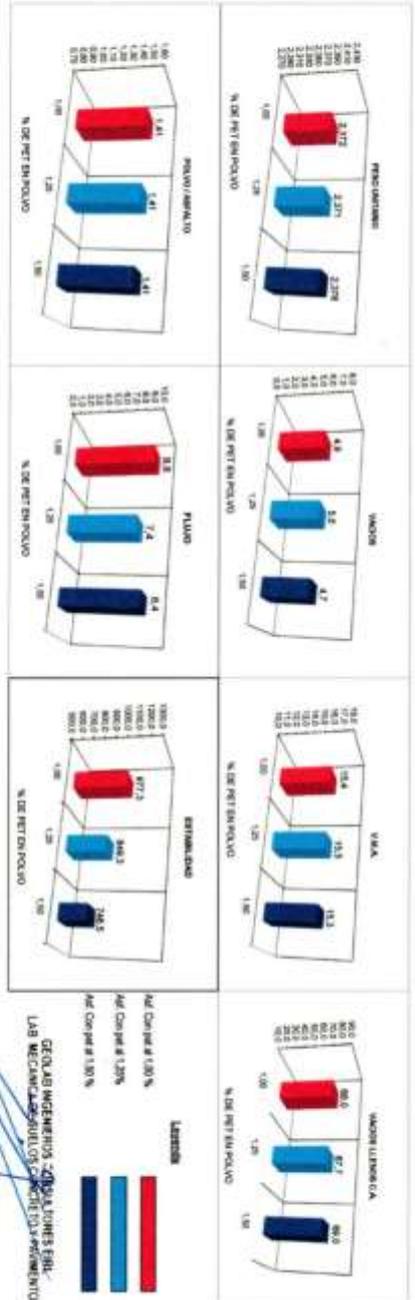
PROYECTO: PROYECTOS MECANICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TRIEPTALATO DE
 POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE, 2023
 REALIZADO POR: N.A.Z.B.
 REVISADO POR: W.Z.S.
 FECHA DE ENVÍO: 03/06/2023

CLIENTE: CASTRO RAMOS MARIO ALEJANDRO
 AVILA OCEVA BRISTEL SAMPANA

UBICACION DE PROYECTO: DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

Tipo de muestra: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación: Mezcla de asfalto
 Designación: Admix. Modificada con Pol. en polvo

COMPARATIVO VARIANDO EL % DE PET EN POLVO
 GRAFICOS DE BARRAS



LEYENDA
 Mac. Cont. # 1.00%
 Mac. Cont. # 1.25%
 Mac. Cont. # 1.50%

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Jefferson J. Zedera Santos
 945417124 - CONSULTOR C - 19776
 ESPECIALIDAD EN MECANICA DE SELOS Y PAV.

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C. LOTE 6. PP.B. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - IXC-20004190040
CELULAR: 954677130 - 945417124 e-mail: wfs@822@hotmail.com

INFORME	Código	010/23
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
	Fecha	03-06-23
	Página	01 de 04

PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023	REGISTRO N°: IOC23-LEM-TE818
SOLIDANTE	- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO	REALIZADO POR: N.A.Z.B.
CLIENTE	- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA	REVISADO POR: W.Z.S.
UBICACIÓN DE PROYECTO	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH	FECHA DE ENSAYO: 03/06/2023

Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	Mezcla de agregados
Descripción	% Óptimo de Asfalto Modificado con Pat. 1.00 %

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 60	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	85.1	75.1	57.0	45.0	33.1	5.1	4.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	41 - 51	28 - 48	14 - 28	8 - 17	4 - 8
REQUISTA #1					1	2		MECHEROL	SHALOP
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.75			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					39.56			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					53.65			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.94			
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Específico de la Grava < N°4 (Bulk) gr/cc					2.658			
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.650			
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.119			
9	Peso Específico de la Grava < N°4 (Aparente) gr/cc					2.794			
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.745			
11	Altura promedio de la brújula mm								
12	Peso de la brújula al aire (gr)					1184.0	1184.0	1183.3	
13	Peso de la brújula al agua por 60 (gr)					1184.0	1183.4	1184.2	
14	Peso de la brújula desplazada (gr)					685.2	685.0	685.6	
15	Volumen de la brújula por desplazamiento (cc) = (13-14)					493.3	495.0	499.2	
16	Peso específico Bulk de la brújula = (12/15)					2.376	2.371	2.370	2.372
17	Peso Específico Píedro - Agua (ASTM D 2041)						2.496		
18	% de Vacíos = (17-16)/(16*(17-16)) (ASTM D 3035)					4.8	5.0	5.0	4.9
19	Peso Específico Bulk Agregado Total						2.645		
20	Peso Específico Efectivo Agregado total						2.737		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado						1.31		
22	% de Asfalto Efectivo						4.52		
23	Relación Píedro/Agua						1.41		0.8 - 1.3
24	V.M.A.					13.3	15.5	15.5	15.4
25	% Vacíos Totales con C.A.					68.7	67.6	67.6	66.0
26	Flujo (0.075/0.25 mm)					8.3	7.5	10.7	8.8
27	Estabilidad sin correaje (kN)					1028.5	798.8	1028.5	
28	Factor de estabilidad					1.04	1.04	1.04	
29	Estabilidad Correaje 27 + 28					1065	800	1067	877
30	Estabilidad / Flujo					1247	4244	3994	4463
									1700 - 4000



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIE-115373 - CONSULTOR C - 121716
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ C LOTE 6, PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - BDC.2004190648
 CELULAR: 954877150 - 945417128 e-mail: wilton622@hotmail.com

	INFORME	Código	IGC23
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	03-06-2023
		Página	02 de 04

PROYECTO : PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023 REGISTRO N°: IGC23-LEM-TERIS
 SOLICITANTE : - CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO REALIZADO POR : N.A.Z.B.
 CLIENTE : - AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA REVISADO POR : W.Z.B.
 UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH FECHA DE ENSAYO : 03/06/2023

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : Mezcla de agregados
 Descripción : % Optimo de Asfalto Modificado con Pol. 1.00 %

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 60	No. 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.6	80.1	75.1	57.9	45.0	25.1	5.1	1.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 88	47 - 60	38 - 52	41 - 51	29 - 40	14 - 20	8 - 17	4 - 8
ESPECIFICA N°					1	2	3	PROHIBIDO	PROHIBIDO
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.80			
2	% Grava - Nº4 en peso de la Mezcla					36.73			
3	% Arena - Nº4 en peso de la Mezcla					53.73			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					6.94			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.820			
6	Peso Especifico de la Grava - Nº4 (Bulk) gr/cc					2.698			
7	Peso Especifico de la Arena - Nº4 (Bulk) gr/cc					2.620			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava - Nº4 (Aparente) gr/cc					2.794			
10	Peso Especifico de la Arena - Nº4 (Aparente) gr/cc					2.748			
11	Alfalfa promedio de la triqueta cm								
12	Peso de la triqueta al aire (gr)					1195.3	1186.9	1187.8	
13	Peso de la triqueta al agua por 90 (gr)					1182.8	1180.7	1186.2	
14	Peso de la triqueta desplazada (gr)					984.9	983.2	984.0	
15	Volumen de la triqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)					488.0	488.5	502.2	
16	Peso especifico Bulk de la triqueta = (12/15)					2.380	2.385	2.365	2.375
17	Peso Especifico Máximo - Base (ASTM D 2941)					2.496			
18	% de vacíos = (17-50)(100/17 (ASTM D 3058)					4.6	4.6	5.2	4.8
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.840			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.730			
21	Alfalfa Absorbido por el Agregado					1.23			
22	% de Alfalfa Efectivo					4.46			
23	Relacion Fibra/Fleusa					1.38			0.6 - 1.3
24	V.M.A.					15.0	15.0	15.6	15.2
25	% Vacíos llenos con C.A.					80.2	80.3	86.4	88.3
26	Flujo: 0.1(75.25 mm)					0.2	0.3	0.4	0.4
27	Estabilidad sin corregir (kg)					825	891	891	
28	Factor de estabilidad					1.04	1.04	1.04	
29	Estabilidad Corregida 27 * 28					861	960	936	966
30	Estabilidad / Flujo					4180	4075	4121	4128
									MIN 544
									1750 - 4000



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO.

Ing. Wilton J. Zelaya Santos
 C.B. 195.273 - CONSULTOR C - 1/7796
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAL,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6 PP. B. 3 DE OCTUBRE - NUBYO CHIMBOTE - RUC: 20604190648
 CELULAR: 954677150 - 95417124 e-mail: wllze827@hotmail.com

INFORME DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Código	GC23
	Versión	01
	Fecha	30-04-2018
	Página	03 de 04

PROYECTO: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE 2023
 REGISTRO N°: IGC23-LEM-TEBIS

SOLICITANTE: CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
 REALIZADO POR: N.A.Z.S.

CLIENTE: AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA
 REVISADO POR: W.Z.S.

UBICACIÓN DE PROYECTO: DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
 FECHA DE ENSAYO: 03/06/2023

Tipo de muestra: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación: Mezcla de agregados
 Descripción: % Óptimo de Asfalto Modificado con Pat. 1.00 %

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMANOS ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	83.1	75.1	53.9	29.49	14.35	8.12	4.6
ESPECIFICACIONES	100	85 - 100	67 - 85	55 - 77	43 - 55	25 - 40	14 - 25	8 - 12	4 - 6
MEZCLA 1"					1	2	3	MEMORIAS	MEMORIAS
1	% C.A. en peso de la Mezcla					4.80			
2	% Grava > #14 en peso de la Mezcla					35.30			
3	% Arena < #14 en peso de la Mezcla					53.18			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.521			
6	Peso Especifico de la Grava > #14 (Bulk) gr/cc					2.699			
7	Peso Especifico de la Arena < #14 (Bulk) gr/cc					2.600			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > #14 (Aparente) gr/cc					2.794			
10	Peso Especifico de la Arena < #14 (Aparente) gr/cc					2.745			
11	Altura promedio de la Biqueta								
12	Peso de la biqueta al aire (gr)					1180.5	1184.4	1197.8	
13	Peso de la biqueta al agua por 60 (gr)					1186.2	1184.7	1182.4	
14	Peso de la biqueta desplazada (gr)					896.9	892.9	893.2	
15	Volumen de la biqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)					409.6	401.2	401.2	
16	Peso especifico Bulk de la Biqueta = (12/13)					2.432	2.425	2.438	2.436
17	Peso Especifico Nomero - Rise (ASTM D 2041)						2.496		
18	% de Vacios = (17-16x100)/17 (ASTM D 3203)					2.6	2.4	2.3	2.4
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.648			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.788			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					3.08			
22	% de Asfalto Efectivo					4.84			
23	Relacion Píctico/Asfalto					1.91			0.6 - 1.3
24	V.M.A.					14.1	14.0	13.9	14.0
25	% Vacios llenos con C.A.					81.8	82.5	83.3	82.0
26	Flujo (0.31"/5.23 mm)					7.2	7.3	7.3	7.3
27	Estabilidad sin compact (kg)					780	775	780	
28	Factor de estabilidad					1.04	1.04	1.04	
29	Estabilidad Compacta 27 * 20					817	806	796	807
30	Estabilidad / Flujo					4541	4351	4304	4482
									1700 - 4000



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 INGENIERO CONSULTOR C - 1/771W
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C. LOTE 6, PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUYO CHIMBOTE - RUC 20604190640
CELULAR: 954877130 - 945417124 e-mail: wtz@822@hotmail.com

INFORME DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Código	QIC/23
	Versión	01
	Fecha	30-04-2018
	Página	03 de 04

PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2028	REGISTRO N°	IGC23-LEM-TE05
SOLICITANTE	- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO	REALIZADO POR	N.A.Z.S.
CLIENTE	- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA	REVISADO POR	W.Z.S.
UBICACIÓN DE PROYECTO	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH	FECHA DE ENSAYO	03/06/2023

Tipo de muestra: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación: Mezcla de agregados
Descripción: % Óptimo de Asfalto Modificado con Pol. 1.00 %

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMPORES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 6	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	35.0	85.0	87.1	75.1	41-61	45.0	25-35	14-23	9-17	4-8
ESPECIFICACIONES	300	80-100	87-95	60-77	41-61	2	1	INCRUSC	INCRUSC	
RESULTADO Nº										
1	% C.A. en peso de la Mezcla									
2	% Grava - N°4 en peso de la Mezcla									
3	% Arena - N°4 en peso de la Mezcla									
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla									
6	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) g/cc									
6	Peso Específico de la Grava - N°4 (Bulk) g/cc									
7	Peso Específico de la Arena - N°4 (Bulk) g/cc									
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) g/cc									
8	Peso Específico de la Grava - N°4 (Aparente) g/cc									
12	Peso Específico de la Arena - N°4 (Aparente) g/cc									
11	Altura promedio de la brizqueta cm									
12	Peso de la brizqueta al aire (gr)	1180.3	1186.2	1194.2						
13	Peso de la brizqueta al agua por 60 (gr)	1187.4	1186.2	1180.0						
14	Peso de la brizqueta desplazada (gr)	684.0	685.8	682.2						
16	Volumen de la brizqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)	502.9	504.4	497.4						
16	Peso específico Bulk de la Brizqueta = (12/13)	2.361	2.338	2.381	2.366					
17	Peso Específico Máximo - Roca (ASTM D 2041)									
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3202)	5.4	5.9	4.8	5.3	3-5				
18	Peso Específico Bulk Agregado Total									
20	Peso Específico Efectivo Agregado total									
21	Asfalto Asociado por el Agregado									
22	% de Asfalto Efectivo									
23	Relación Filler/Netos	1.40								
24	V.M.A.	38.2	16.4	35.5	36.0	14				
25	% Vacíos llenos con C.A.	66.5	85.6	78.2	67.8					
26	Flujo (0.075/30 mm)	12.3	11.8	12.0	12.9	8-14				
27	Estabilidad en conegit (Mg)	1289	1198	1288						
28	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04						
29	Estabilidad Correjada 27 ° 28	1300	1243	1253	1285	1600-544				
30	Estabilidad / Flujo	4228	4212	4195	4212	1700-4000				



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.O. 195373 - CONSULTOR C - 1271%
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: ME. C LOTE 6, PP.B. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20004190640
CELULAR: 954877150 - 945417134 e-mail: wizer822@hotmail.com

	INFORME	Código	IGC/23
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		Versión	01
		Fecha	03-08-23
		Página	01 de 04

PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023	REGISTRO N°	IGC23-LEM-TEBIS
SOLICITANTE	- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO	REALIZADO POR	N.A.Z.S
CLIENTE	- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA	REVISADO POR	W.Z.S.
UBICACIÓN DE PROYECTO	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH	FECHA DE ENSAYO	03/08/2023

Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	Mezcla de agregados
Descripción	% Óptimo de Asfalto Modificado con Pel. 1.00 %

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TABLA ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 20	No. 40	No. 200	
% PASA MATERIAL	98.0	85.0	65.1	75.1	57.3	45.0	35.1	25.1	9.1	3.3
ESPECIFICACIONES	200	40 - 80	47 - 85	60 - 77	41 - 61	22 - 41	14 - 21	8 - 17	4 - 8	
INDICADORES					1	2	3	4	5	6
1	% C.A. en Peso de la Mezcla									
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla									
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla									
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla									
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) g/cc									
6	Peso Específico de la Grava > N°4 (Bulk) g/cc									
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) g/cc									
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) g/cc									
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) g/cc									
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) g/cc									
11	Alcance promedio de la trípode cm									
12	Peso de la trípode al aire (gr)									
13	Peso de la trípode al agua por 60" (gr)									
14	Peso de la trípode desplazada (gr)									
15	Volumen de la trípode por desplazamiento (cc) = (13-14)									
16	Peso específico Bulk de la trípode = (12/15)									
17	Peso Específico Máximo - Real (ASTM D 2941)									
18	% de Vacíos = (17-16x100)/17 (ASTM D 3201)									
19	Peso Específico Bulk Agregado Total									
20	Peso Específico Efectivo Agregado total									
21	Índice Absorbido por el Agregado									
22	% de Asfalto Efectivo									
23	Relación Píleo/Beta									
24	V.M.A.									
25	% Vacíos Benos con C.A.									
26	Flujo (0.01" (0.25 mm)									
27	Estabilidad sin corrección (N)									
28	Factor de estabilidad									
29	Estabilidad Corrección 27 * 28									
30	Estabilidad / Flujo									



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.I. 95174 - CONSULTOR C - 1227M
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: ME. C LOTE 6, P.P. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604190640
CELULAR: 954877158 - 945417124 e-mail: wilzo823@hotmail.com

INFORME	Código	IGC/23
DISEÑO DE MEZCLA ASPÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
	Fecha	03-06-2023
	Página	02 de 04

PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023	REGISTRO N°	IGC23-LEM-TESS
SOLICITANTE	- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO	REALIZADO POR	N.A.Z.S
CLIENTE	- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA	REVISADO POR	W.Z.S
UBICACIÓN DE PROYECTO	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH	FECHA DE ENSAYO	03/06/2023

Tipo de muestra: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación: Mezcla de agregados
Descripción: % Optimo de Asfalto Modificado con Pel 1.25 %

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMAJOS ASTM	1"	3/4"	3/8"	3/16"	No 4	No 10	No 40	No 60	No 200
N.º PASA MATERIAL	200	60	30	15	75	45	15	5	1
COMPLICACIONES	100	80	60	40	40	30	15	8	4
BRUNETA N.º					1	2	3	PROPIEDAD	DIÁMETRO
1	% C.A. en peso de la Mezcla				5.75				
2	% Grava > N.º4 en peso de la Mezcla				39.66				
3	% Arena < N.º4 en peso de la Mezcla				53.85				
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla				0.94				
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc				1.020				
6	Peso Especifico de la Grava > N.º4 (Bulk) gr/cc				2.658				
7	Peso Especifico de la Arena < N.º4 (Bulk) gr/cc				2.600				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.133				
9	Peso Especifico de la Grava > N.º4 (Aparente) gr/cc				2.784				
10	Peso Especifico de la Arena < N.º4 (Aparente) gr/cc				2.742				
11	Altura promedio de la fríngeta cm								
12	Peso de la fríngeta al aire (gr)				1185.8	1182.8	1184.0		
13	Peso de la fríngeta al agua por 60 (gr)				1183.5	1180.7	1183.2		
14	Peso de la fríngeta desplazada (gr)				894.5	883.2	894.0		
15	Volumen de la fríngeta por desplazamiento (cc) = (13-14)				496.6	490.3	496.2		
16	Peso especifico Bulk de la fríngeta = (12/15)				2.374	2.367	2.372	2.371	
17	Peso Especifico Mastico - Roca (ASTM D 2911)					2.499			
18	% de Vacío = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.9	5.3	5.0	5.0	3-5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.645			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.727			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.31			
22	% de Asfalto Efectivo					4.52			
23	Relacion Fines/Reten					1.41			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.4	15.6	15.5	15.5	14
25	% Vacíos Rellenos con C.A.				68.3	67.1	67.8	67.7	
26	Flujo 0.075(0.25 mm)				6.5	7.5	8.3	7.4	8 - 14
27	Estabilidad sin correje (kg)				894	829	858		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Correjeo 27 * 28				732	656	676	648	MIN 544
30	Estabilidad / Flujo				648	457	493	457	1700 - 4000



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 164573 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6, P.P. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - BUC. 20604190640
CELULAR: 954877150 - 955417124 e-mail: wllz@823@hotmail.com

INFORME DISEÑO DE MEZCLA ASPÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Código	GIC/23
	Versión	01
	Fecha	30-04-2018
	Página	03 de 04

PROYECTO : PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE 2023
SOLICITANTE : CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
CLIENTE : AVILA GUEVA KRISTHEL SABRINA
UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

REGISTRO N°: ISC23-LEM-TES/0
REALIZADO POR : N.A.Z.S.
REVISADO POR : W.Z.B.
FECHA DE ENSAYO : 03M6/2023

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : % Óptimo de Asfalto Modificado con Polí 1.25%

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 20	No 60	No 200
% PARA MATERIAL	100.0	85.0	67.1	50.1	37.0	25.40	14.20	8.17
ESPECIFICACIONES	100	81-108	67-93	50-77	37-61	25-40	14-20	8-17
REQUISTA N°					1	2	3	PROYECTO
1	% C.A. en peso de la Mezcla							
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla							
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla							
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla							
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc							
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc							
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc							
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc							
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc							
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc							
11	Altura promedio de la trinqueta cm							
12	Peso de la trinqueta al aire (gr)							
13	Peso de la trinqueta al agua por 60" (gr)							
14	Peso de la trinqueta desquejada (gr)							
15	Volumen de la trinqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)							
16	Peso especifico Bulk de la Brinqueta = (12/15)							
17	Peso Especifico Máximo - Real (ASTM D 2041)							
18	% de Vacíos = (17-16)/(30-17) (ASTM D 3303)							
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total							
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total							
21	Asfalto Reportado por el Agregado							
22	% de Asfalto Efectivo							
23	Relacion Pólio/Bleu							
24	V.M.A.							
25	% Vacíos llenos con C.A.							
26	Flujo: 6.01(10.25 mm)							
27	Estabilidad sin correje (Kg)							
28	Factor de estabilidad							
29	Estabilidad Correjea 27 ° ± 28							
30	Estabilidad / Flujo							



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

CIP: 205376 CONSULTOR C - 1/17796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C. LOTE 6. P.P. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilsa823@hotmail.com

INFORME	Código	GICr23
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
	Fecha	03-06-23
	Página	01 de 04

PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023	REGISTRO N°	IGC23-LEM-TEBIS
SOLICITANTE	- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO	REALIZADO POR	N.A.Z.B.
CLIENTE	- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA	REVISADO POR	W.Z.S.
UBICACIÓN DE PROYECTO	- DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH	FECHA DE ENSAYO	03/06/2023

Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	Mezcla de agregados
Descripción	% Óptimo de Asfalto Modificado con Polí 1.25%

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMBIÉN SE USA	1"	3/4"	3/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 20	No. 60	No. 200	
% PENA MATERIAL	100.0	85.0	85.1	75.1	53.0	45.0	35.1	5.1	3.1	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	87 - 95	68 - 72	47 - 53	39 - 45	24 - 28	8 - 12	4 - 8	
REQUERIDO (g)					2	2	1	PROHIBIDO	PROHIBIDO	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.10				
2	% Grava > #10 en peso de la Mezcla					29.94				
3	% Arena > #40 en peso de la Mezcla					54.01				
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.95				
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) g/cc					1.020				
6	Peso Específico de la Grava > #40 (Bulk) g/cc					2.695				
7	Peso Específico de la Arena < #40 (Bulk) g/cc					2.650				
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) g/cc					3.110				
9	Peso Específico de la Grava > #40 (Aparente) g/cc					2.704				
10	Peso Específico de la Arena < #40 (Aparente) g/cc					2.740				
11	Altura promedio de la Brinqueta	cm								
12	Peso de la Brinqueta al Aire (g)				1385.8	1186.9	1083.6			
13	Peso de la Brinqueta al Agua por 60' (g)				1382.6	1186.1	1080.0			
14	Peso de la Brinqueta desplazada (g)				893.8	891.7	886.3			
15	Volumen de la Brinqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				489.0	486.4	480.7			
16	Peso específico Bulk de la Brinqueta = (12/15)				2.825	2.432	2.417	2.424		
17	Peso Específico Máximo - Aire (ASTM D 2041)					2.496				
18	% de Vacíos = (17-16)/(16/17) (ASTM D 3018)				2.8	2.6	3.2	3.9	3 - 5	
19	Peso Específico Bulk Agregado Total					2.645				
20	Peso Específico Efectivo Agregado total					2.706				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.88				
22	% de Asfalto Efectivo					4.27				
23	Relación Filler/Asfalto					1.00				0.8 - 1.3
24	V.M.A.				13.0	13.8	13.3	13.0	14	
25	% Vacíos Rellenos con C.A.				78.1	76.4	76.2	77.0		
26	Flujo 0.075(75 micras)				8.2	8.4	8.3	8.3	8 - 14	
27	Estabilidad en campo (kg)				888.2	852.1	826.9			
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04			
29	Estabilidad Correída 23 ± 28				889	863	860	872	MIN 544	
30	Estabilidad / Flujo				43.8	41.21	41.44	42.81	1700 - 4000	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 20077 - CONSULTOR C - 1/777%
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: ME C LOTE 6, PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20001290640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilson822@hotmail.com

INFORME DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Código	GIC/23
	Versión	01
	Fecha	03-06-2023
	Página	02 de 04

PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREPHTALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023	REGISTRO N°	IOC23-LEM-TESES
SOLICITANTE	- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO	REALIZADO POR	N.A.Z.S
CLIENTE	- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA	REVISADO POR	W.Z.S
UBICACIÓN DE PROYECTO	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCAH	FECHA DE ENSAYO	03/06/2023

Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	Mezcla de agregados
Descripción	% Optimo de Asfalto Modificado con Pol. 1.25%

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMBIOS ASTM	1"	3/4"	3/8"	3/4"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 60	No. 200	
% PASA MATERIAL	100.0	86.6	65.1	26.1	32.9	46.6	55.1	6.1	3.2	
SUPERFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	50 - 77	41 - 51	29 - 46	14 - 25	8 - 17	4 - 8	
RESULTA N°					1	2	3	PROBADO	ESPEC.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla									
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla									
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla									
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla									
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc									
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc									
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc									
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc									
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc									
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc									
11	Altura promedio de la Brinqueta cm									
12	Peso de la Brinqueta al aire (gr)									
13	Peso de la Brinqueta al Agua por 60 (gr)									
14	Peso de la Brinqueta deshidratada (gr)									
15	Volumen de la Brinqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)									
16	Peso especifico Bulk de la Brinqueta = (12/15)									
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2951)									
18	% de Vacios = (17-16)/(15-17) (ASTM D 1559)									
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total									
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total									
21	Asfalto Absorbido por el Agregado									
22	% de Asfalto Efectivo									
23	Relacion Fibrecelulosa									
24	V.M.A.									
25	% Vacios Senos con C.A.									
26	Flujo (0.075/0.25 mm)									
27	Estabilidad sin corrigir (kg)									
28	Factor de estabilidad									
29	Estabilidad Corregida 27 * 28									
30	Cantidad / Flujo									



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C. 12345 - CONSULTOR C. = 12345
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, REMEDIACION,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: HZ. C. LOTE 6. PP. B. 3 DE OCTUBRE - ADEYO CHIMBOTE - ICA. 20004200640
 CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilson@21@hotmail.com

INFORME		Código	QIC/23
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	03 de 04

PROYECTO: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023. REGISTRO N°: IQC23-LEM-TEGIS
 SOLICITANTE: CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO. REALIZADO POR: N.A.Z.S.
 CLIENTE: AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA. REVISADO POR: W.Z.S.
 UBICACIÓN DE PROYECTO: DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH. FECHA DE ENBAYO: 03/06/2023

Tipo de muestra: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación: Mezcla de agregados
 Descripción: % Óptimo de Añaflo Modificado con Pat. 1.20%

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 20	No. 40	No. 60	No. 100
% PASA MÁXIMA	100.0	86.3	67.1	51.1	37.0	25.1	16.1	9.1	5.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	86-100	67-88	50-77	47-61	29-48	14-28	4-17	4-9	4-9
PROPIEDAD N°					1	2	3	4	5	6
1	% C.A. en Peso de la Mezcla									
2	% Grava = N°4 en peso de la Mezcla									
3	% Arena = N°4 en peso de la Mezcla									
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla									
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) g/cc									
6	Peso Especifico de la Grava = N°4 (Bulk) g/cc									
7	Peso Especifico de la Arena = N°4 (Bulk) g/cc									
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) g/cc									
9	Peso Especifico de la Grava = N°4 (Aparente) g/cc									
10	Peso Especifico de la Arena = N°4 (Aparente) g/cc									
11	Alfara promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)									
13	Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)									
14	Peso de la briqueta desmenuada (gr)									
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)									
16	Peso especifico Bulk de la briqueta = (12/15)									
17	Peso Especifico Maximo - Base (ASTM D 2041)									
18	% de Vacios = (17-16)(100)/17 (ASTM D 3202)									
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total									
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total									
21	Asfalto Absorbido por el Agregado									
22	% de Asfalto Efectivo									
23	Indicacion Fines/Belum									
24	V.M.A.									
25	% Vacios llenos con C.A.									
26	Flujo (0.01" (0.25 mm))									
27	Estabilidad un conegro (Kg)									
28	Factor de estabilidad									
29	Estabilidad Correjata 27 + 28									
30	Estabilidad / Flujo									



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Wilson J. Zelaya Santos
 Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 C.O.P. 095.235 CONSULTOR C - 1/277%
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHNICA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAL,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6 PP-JJ 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20004290040
CELULAR: 954077150 - 945417124 e-mail: wilson@geolab.com

INFORME	Código	GIC/23
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
	Fecha	30-04-2018
	Página	03 de 04

PROYECTO : PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023 REGISTRO N°: IGC23-LEM-TE3/S

SOLICITANTE : CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO REALIZADO POR : N.A.Z.S.

CLIENTE : AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA REVISADO POR : W.Z.S.

UBICACION DE PROYECTO : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH FECHA DE ENSAYO : 03/06/2023

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : % Óptimo de Asfalto Modificado con Pel 1.50 %

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

INDICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 6	No. 20	No. 60	No. 80	No. 200
N. PASA MATERIAL	100.0	95.0	87.1	76.1	57.0	45.0	33.1	21.1	11.1
ESPECIFICACIONES	100	90 - 100	87 - 95	80 - 77	43 - 61	20 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 9
PROYECTA 17					1	2	3	PROYECTO	OPCIÓN
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.75			
2	% Grava + N°4 en peso de la Mezcla					35.66			
3	% Arena + N°4 en peso de la Mezcla					53.60			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.94			
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Específico de la Grava + N°4 (Bulk) gr/cc					2.488			
7	Peso Específico de la Arena + N°4 (Bulk) gr/cc					2.600			
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.133			
9	Peso Específico de la Grava + N°4 (Aparente) gr/cc					2.794			
10	Peso Específico de la Arena + N°4 (Aparente) gr/cc					2.745			
11	Altura promedio de la brújula cm								
12	Peso de la brújula al aire (gr)				1185.7	1186.0	1187.3		
13	Peso de la brújula al agua por 60" (gr)				1186.0	1186.2	1187.0		
14	Peso de la brújula desplazada (gr)				685.0	685.0	687.2		
15	Volumen de la brújula por desplazamiento (cc) = (13-14)				490.8	498.7	496.8		
16	Peso específico Bulk de la brújula = (12/15)				2.371	2.378	2.382	2.378	
17	Peso Específico Máximo - Real (ASTM D 2041)					2.406			
18	% de vacíos = (17-60a)100/17 (ASTM D 3301)				4.8	4.7	4.8	4.7	3 - 5
19	Peso Específico Bulk Agregado Total					2.649			
20	Peso Específico Efectivo Agregado total					2.737			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.31			
22	% de Asfalto Efectivo					4.52			
23	Relacion Pásculston					1.41			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.4	15.2	15.1	15.3	14
25	% Vacíos Reales con C.A.				68.2	69.1	69.8	69.0	
26	Flujo: 0.01" (0.25 mm)				8.1	8.8	8.5	8.4	8 - 14
27	Estabilidad en remoj (Kg)				752	794	888		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				783	752	725	747	100 944
30	Estabilidad / Flujo				3769	3313	3560	3547	1700 - 4300



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP 13543 - CONSULTOR C - 127716
ESPECIALIZADO EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE A. PP-B. 3 DE OCTUBRE - NURYO CHIMBOTE - RUC:20604190640
 CELULAR: 954877120 - 945417124 e-mail: wilson82@hotmail.com

INFORME DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Código	QIC23
	Versión	01
	Fecha	30-04-2018
	Página	03 de 04

PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023	REGISTRO N°	IGC23-LEM-TEB5
SOLICITANTE	- CABRERO RAMOS, MARIO ALEJANDRO	REALIZADO POR	N.A.Z.S
CLIENTE	- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA	REVISADO POR	W.Z.S.
UBICACIÓN DE PROYECTO	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH	FECHA DE ENSAYO	03/06/2023

Tipo de muestra Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación Mezcla de agregados
Descripción % Óptimo de Asfalto Modificado con Pel 1.50%

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMBIEN ASTM	1"	2 1/4"	3 1/2"	4 1/2"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	
Nº PARA MATERIAL	08L	85L	87L	90L	37A	37B	37C	37D	37E	37F
ESPECIFICACIONES	100	80-100	87-89	90-77	41-61	39-45	14-25	6-17	4-8	
BRIGUETA Nº	1	2	3	PROYECTO	ESPEC					
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					6.10				
2	% Grava > Nº4 en peso de la Mezcla					38.52				
3	% Arena < Nº4 en peso de la Mezcla					53.49				
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.94				
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020				
6	Peso Especifico de la Grava > Nº4 (Bulk) gr/cc					2.698				
7	Peso Especifico de la Arena < Nº4 (Bulk) gr/cc					2.600				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.132				
9	Peso Especifico de la Grava > Nº4 (Aparente) gr/cc					2.794				
10	Peso Especifico de la Arena < Nº4 (Aparente) gr/cc					2.745				
11	Altura promedio de la brigueta cm									
12	Peso de la brigueta al aire (gr)				1196.4	1197.1	1196.8			
13	Peso de la brigueta al agua por 80 (gr)				1195.0	1195.8	1194.2			
14	Peso de la brigueta desplazada (gr)				699.8	699.4	699.1			
15	Volumen de la brigueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				500.6	502.2	501.1			
16	Peso especifico Bulk de la brigueta = (12/15)				2.394	2.389	2.388	2.388		
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2941)					2.496				
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3023)				4.1	4.5	4.3	4.3	3-3	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.640				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.759				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.94				
22	% de Asfalto Efectivo					4.85				
23	Relacion PAV/Asfalto					1.42				0.6-1.3
24	V.M.A.				15.0	15.3	15.2	15.2	14	
25	% Vacios llenos con C.A.				72.6	70.9	71.7	71.6		
26	Flujo 0.075(3.00 mm)				7.9	7.7	8.1	7.9	6-14	
27	Estabilidad sin corrimiento (Kg)				791	788	790			
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04			
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				791	799	790	794	MIN 544	
30	Estabilidad / Flujo				4007	4149	3903	4828	1700 - 4000	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 C.I. 95373 - CONSULTOR C - 1/7796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, REMEDIAL,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6, PP.B. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640
CELULAR: 954077150 - 945417124 e-mail: wllz@22@hotmail.com

INFORME	Código	GIC/23
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
	Fecha	30-04-2018
	Página	03 de 04

PROYECTO: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE 2023 REGISTRO N°: IGCC23-LEM-TE316

SOLICITANTE: CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO REALIZADO POR: K.A.Z.B.

CLIENTE: AVILA CUEVA KRISTHEL SARRINA REVISADO POR: W.Z.B.

UBICACIÓN DE PROYECTO: DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH FECHA DE ENSAYO: 03/06/2023

Tipo de muestra: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación: Muestra de agregados
Descripción: % Óptimo de Asfalto Modificado con Pol. 1.50%

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TRANSICIÓN ASTM	1"	3/4"	5/8"	5/8"	No. 6	No. 10	No. 40	No. 60	No. 200
% PARA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	40.0	18.1	9.1	3.7
ESPECIFICACIONES	100	85 - 100	87 - 90	80 - 97	47 - 52	29 - 40	14 - 23	8 - 17	4 - 8
MEZCLA Nº					1	2	3	INDICADO	INDICADO
1	% C.A. en peso de la Mezcla					5.00			
2	% Grava > Nº4 en peso de la Mezcla					36.30			
3	% Arena < Nº4 en peso de la Mezcla					53.18			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.80			
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Específico de la Grava > Nº4 (Bulk) gr/cc					2.606			
7	Peso Específico de la Arena < Nº4 (Bulk) gr/cc					2.600			
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Específico de la Grava > Nº4 (Aparente) gr/cc					2.794			
10	Peso Específico de la Arena < Nº4 (Aparente) gr/cc					2.745			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1209.0	1203.2	1210.9		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1196.9	1196.4	1199.2		
14	Peso de la briqueta deshidratada (gr)				895.2	896.3	893.5		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				511.7	506.1	511.7		
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.356	2.363	2.370	2.363	
17	Peso específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)					2.496			
18	% de Vacíos = (17-16x100)/17 (ASTM D 5200)				5.6	5.3	5.1	6.8	9 - 9
19	Peso Específico Bulk Agregado Total					2.649			
20	Peso Específico Efectivo Agregado total					2.760			
21	Ajuste Ajustado por el Agregado					1.38			
22	Fu de Adhesión Efectiva					4.84			
23	Reducción Flúctuatua					1.81			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.8	16.9	16.3	16.6	14
25	% Vacíos llenos con C.A.				86.6	87.9	88.0	87.8	
26	Flujo: 0.01/10,25 mm				8.8	9.2	9.4	9.1	0 - 14
27	Estabilidad sin corrección (kg)				965	968	978		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Compuesta 27 * 28				1004	1028	1017	1016	MIN 944
30	Estabilidad / Flujo				4000	4467	4326	4488	1700 - 4000



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
REGISTRO N° 173 - CONSULTOR C - 1277%
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAL,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE A. P.P. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - ICA-20604190640
CELULAR: 958077150 - 945417128 e-mail: wjz@822@hotmail.com

INFORME		Código	IGC/23
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE METODO DE ILLINOIS - MARSHALL		Versión	01
		Fecha	03.08.23
		Página	01 de 04

PROYECTO: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023
SOLICITANTE: - CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO
CLIENTE: - AVILA CUEVA KRISTHEL SARRINA
UBICACIÓN DE PROYECTO: DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

REGISTRO N°: IGC23-LEM-TESSIS
REALIZADO POR: N.A.Z.B.
REVISADO POR: W.Z.B.
FECHA DE ENSAYO: 03/08/2023

Tipo de muestra: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación: Mezcla de agregados
Descripción: % Optimo de Asfalto Modificado con Pol. 1.50%

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMBIEN ASTM	1"	3/4"	3/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 60	No. 200	
% PASA MATERIAL	100.0	98.9	87.1	76.1	57.9	45.3	35.1	3.1	0.1	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 99	67 - 85	55 - 77	41 - 61	29 - 45	14 - 25	2 - 17	0 - 8	
RESOLUTA N°								RICHEMONT	ESPEC	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.10				
2	% Grava < N°4 en peso de la Mezcla					30.34				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					54.31				
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.25				
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) g/cc					1.033				
6	Peso Especifico de la Grava < N°4 (Bulk) g/cc					2.698				
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) g/cc					3.000				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) g/cc					3.110				
9	Peso Especifico de la Grava < N°4 (Aparente) g/cc					2.784				
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) g/cc					2.745				
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la Briqueta al aire (gr)				1185.8	1183.2	1184.1			
13	Peso de la briqueta al agua por 40 (gr)				1182.6	1180.1	1180.0			
14	Peso de la briqueta desmenuada (gr)				702.3	701.8	705.2			
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (12-14)				486.3	478.3	479.8			
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.437	2.451	2.456	3.438		
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.496				
18	% de Vacios = (17-16)/(300/17) (ASTM D 3020)				2.7	2.6	2.8	3.7	3-9	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.704				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					3.88				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					4.27				
22	% de Asfalto Efectivo					1.33				0.6 - 1.3
23	Relacion Fibra/Asfalto					12.8				24
24	V.P.A.				38.7	38.6	38.1	38.9		
25	% Vacios Areas con C.A.				7.4	7.2	7.3	7.3	8-14	
26	Flujo 0.075(0.25 mm)				260.3	254.8	262.9			
27	Estabilidad en conejo (Kg)				1.04	1.04	1.04			
28	Factor de estabilidad				791	753	762	789	MIN 544	
29	Estabilidad Corregea 27 * 28				4274	4108	4174	4213	1700 - 4000	
30	Estabilidad / Flujo									



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
N° 125773 - CONSULTOR C - 127776
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6, PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilsa022@hotmail.com

INFORME	Código	GIC03
DISEÑO DE MEZCLA ASPÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
	Fecha	03-06-2023
	Página	02 de 04

PROYECTO	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ASFALTO EN CALIENTE ADICIONANDO TEREPHTALATO DE POLIETILENO EN POLVO, CHIMBOTE-2023	REGISTRO N°:	IOC23-LEM-TEBIS
SOLICITANTE	- CASTRO RAMOS, MARIO ALEJANDRO	REALIZADO POR	N.A.Z.S
CLIENTE	- AVILA CUEVA KRISTHEL SABRINA	REVISADO POR	W.Z.S
UBICACIÓN DE PROYECTO	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH	FECHA DE ENSAYO	03/06/2023

Tipo de muestra: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación: Mezcla de agregados
 Descripción: % Optimo de Asfalto Modificado con Polí 1.50%

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 60	No. 200	
N. PASA MATERIAL	100.0	80.0	47.1	26.1	17.0	9.3	5.1	3.1	1.7	0.7
ESPECIFICACIONES	100	80-100	40-60	30-50	40-50	30-40	14-20	8-12	4-8	
MOQUETA M ²					1	1	1	1	1	1
1 % C.A. en Peso de la Mezcla						5.88				
2 % Grava > N°4 en peso de la Mezcla						39.73				
3 % Arena < N°4 en peso de la Mezcla						53.73				
4 % Cemento Portland en peso de la Mezcla						0.94				
5 Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) g/cc						1.020				
6 Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) g/cm ³						2.688				
7 Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) g/cm ³						2.600				
8 Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) g/cm ³						3.100				
9 Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) g/cm ³						2.784				
10 Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) g/cm ³						2.742				
11 Altura promedio de la briqueta cm										
12 Peso de la briqueta al aire (gr)					1195.8	1192.3	1190.4			
13 Peso de la briqueta al Agua por 60 (gr)					1185.8	1185.0	1186.9			
14 Peso de la briqueta desplazada (gr)					676.2	671.8	675.9			
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)					405.6	403.1	403.0			
16 Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)					2.413	2.918	2.415	2.415		
17 Peso Especifico Maximo - Aire (ASTM D 2041)						2.406				
18 % de Vacios = (17-16)/(16)*100 (ASTM D 3083)					3.3	3.1	3.3	3.3	3-5	
19 Peso Especifico Bulk Agregado Total						2.645				
20 Peso Especifico Efectivo Agregado total						2.730				
21 Asfalto Absorbido por el Agregado						1.21				
22 % de Asfalto Efectivo						4.46				
23 Relacion Filler/Fletera						1.39				0.8-1.3
24 V.M.A.					15.9	13.7	13.8	13.8	14	
25 % Vacios llenos con C.A.					76.0	77.2	76.4	76.6		
26 Flujo 0.075(0.25 mm)					6.1	6.3	6.2	6.2	6-14	
27 Estabilidad sin correaje (Kg)					875	818	808			
28 Factor de estabilidad					1.04	1.04	1.04			
29 Estabilidad Correaje 27 * 28					949	842	840	843	800-104	
30 Estabilidad / Flujo					4186	4080	4089	4115	1700-4000	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES S.A.S.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaja Santos
C.I.P. 185175 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio GEOLAB

Anexo 9. Resultado del análisis estadístico de regresión lineal de estabilidad Marshall respecto al porcentaje de asfalto y al plástico reciclado PET

Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	CementoAsfáltico, Adiciondep ^b	.	Entrar

- a. Variable dependiente: EstabilidaddeMarshall
 b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,462 ^a	,213	,186	127,35648

- a. Predictores: (Constante), CementoAsfáltico, Adiciondep

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	250635,934	2	125317,967	7,726	,001 ^b
	Residuo	924521,376	57	16219,673		
	Total	1175157,310	59			

- a. Variable dependiente: EstabilidaddeMarshall
 b. Predictores: (Constante), CementoAsfáltico, Adiciondep

Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	1170,018	193,706		6,040	,000
	Adiciondep _{pet}	-111,410	28,875	-,453	-3,858	,000
	CementoAsfáltico	-24,657	32,779	-,088	-,752	,455

a. Variable dependiente: EstabilidaddeMarshall

Anexo 10. Resultado del análisis estadístico de regresión lineal del Flujo Marshall respecto al porcentaje de asfalto y al plástico reciclado PET

Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	Adiciondep _{pet} , CementoAsfáltico ^b	.	Entrar

a. Variable dependiente: FlujoMarshall

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,894 ^a	,800	,793	1,22565

a. Predictores: (Constante), CementoAsfaltico, Adiciondepet

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	342,128	2	171,064	113,874	,000 ^b
	Residuo	85,626	57	1,502		
	Total	427,754	59			

a. Variable dependiente: FlujoMarshall

b. Predictores: (Constante), CementoAsfaltico, Adiciondepet

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados		Sig.
		B	Error estándar	Beta	t	
1	(Constante)	4,923	1,864		2,641	,011
	Adiciondepet	-3,972	,278	-,847	-14,292	,000
	CementoAsfaltico	1,528	,315	,287	4,845	,000

a. Variable dependiente: FlujoMarshall

Anexo 11. Resultado del análisis estadístico de regresión lineal del porcentaje de vacíos respecto al porcentaje de cemento asfáltico y al plástico reciclado PET

VARIABLES ENTRADAS/ELIMINADAS^a

Modelo	VARIABLES ENTRADAS	VARIABLES ELIMINADAS	Método
1	Adiciondepet, CementoAsfáltico ^b	.	Entrar

a. Variable dependiente: VaciosMarshall

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

RESUMEN DEL MODELO

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,199 ^a	,040	,006	,99810

a. Predictores: (Constante), CementoAsfáltico, Adiciondepet

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	2,338	2	1,169	1,173	,317 ^b
	Residuo	56,784	57	,996		
	Total	59,122	59			

a. Variable dependiente: VaciosMarshall

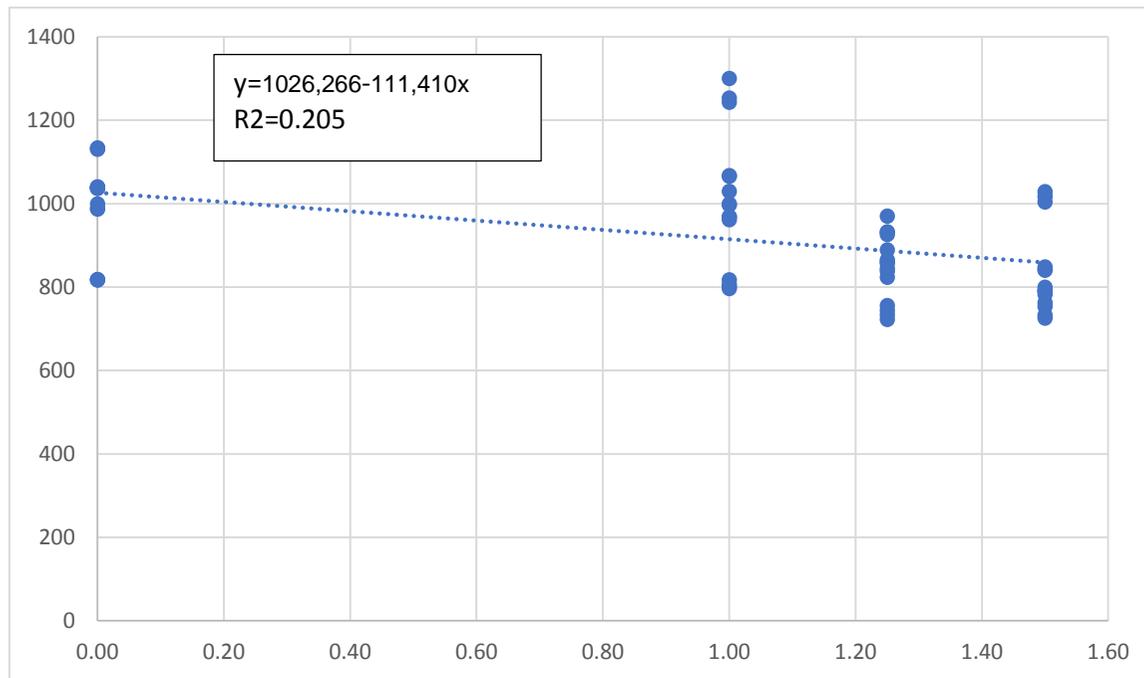
b. Predictores: (Constante), CementoAsfaltico, Adiciondepet

Coefficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	4,715	1,518		3,106	,003
	Adiciondepet	-,347	,226	-,199	-1,532	,131
	CementoAsfaltico	,000	,257	,000	-,001	,999

a. Variable dependiente: VaciosMarshall

Anexo 12. Regresión lineal de la estabilidad en relación al porcentaje de PET



Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	Adiciondep ^b	.	Entrar

a. Variable dependiente: EstabilidaddeMarshall

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,453 ^a	,205	,192	126,87895

a. Predictores: (Constante), Adiciondepet

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	241457,762	1	241457,762	14,999	,000 ^b
	Residuo	933699,548	58	16098,268		
	Total	1175157,310	59			

a. Variable dependiente: EstabilidaddeMarshall

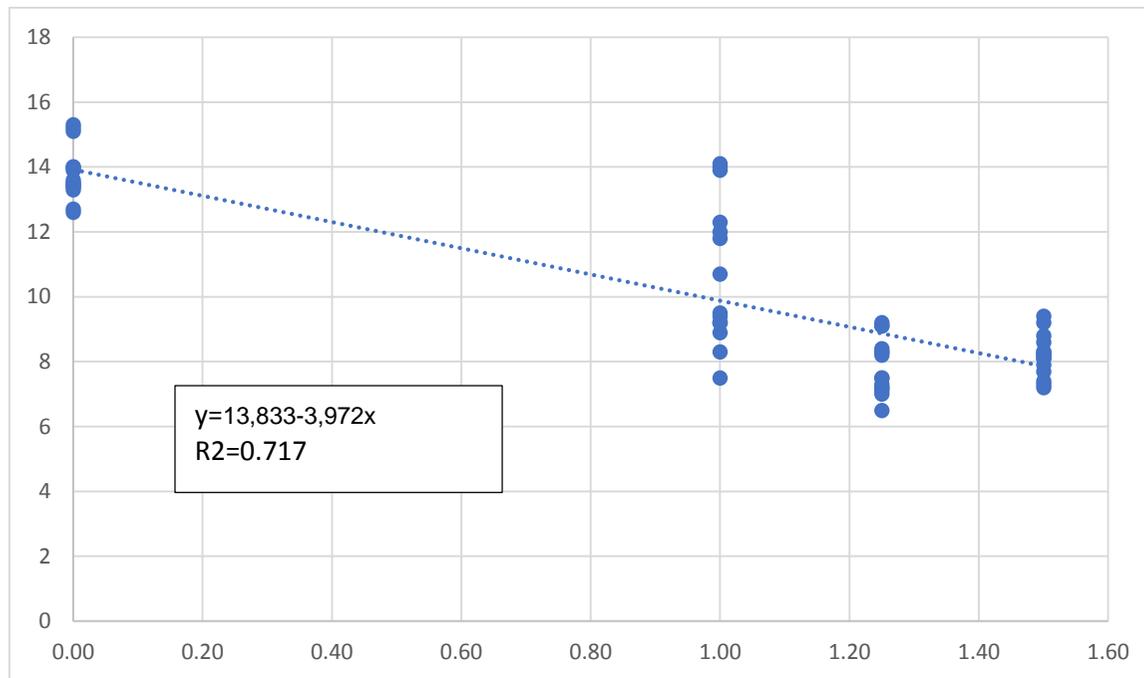
b. Predictores: (Constante), Adiciondepet

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados		Sig.
		B	Error estándar	Beta	t	
1	(Constante)	1026,266	31,554		32,524	,000
	Adiciondepet	-111,410	28,767	-,453	-3,873	,000

a. Variable dependiente: EstabilidaddeMarshall

Anexo 13. Regresión lineal del flujo en relación al porcentaje de PET



Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	Adiciondep ^b	.	Entrar

a. Variable dependiente: FlujoMarshall

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,847 ^a	,717	,713	1,44370

a. Predictores: (Constante), Adicondepet

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	306,866	1	306,866	147,228	,000 ^b
	Residuo	120,888	58	2,084		
	Total	427,754	59			

a. Variable dependiente: FlujoMarshall

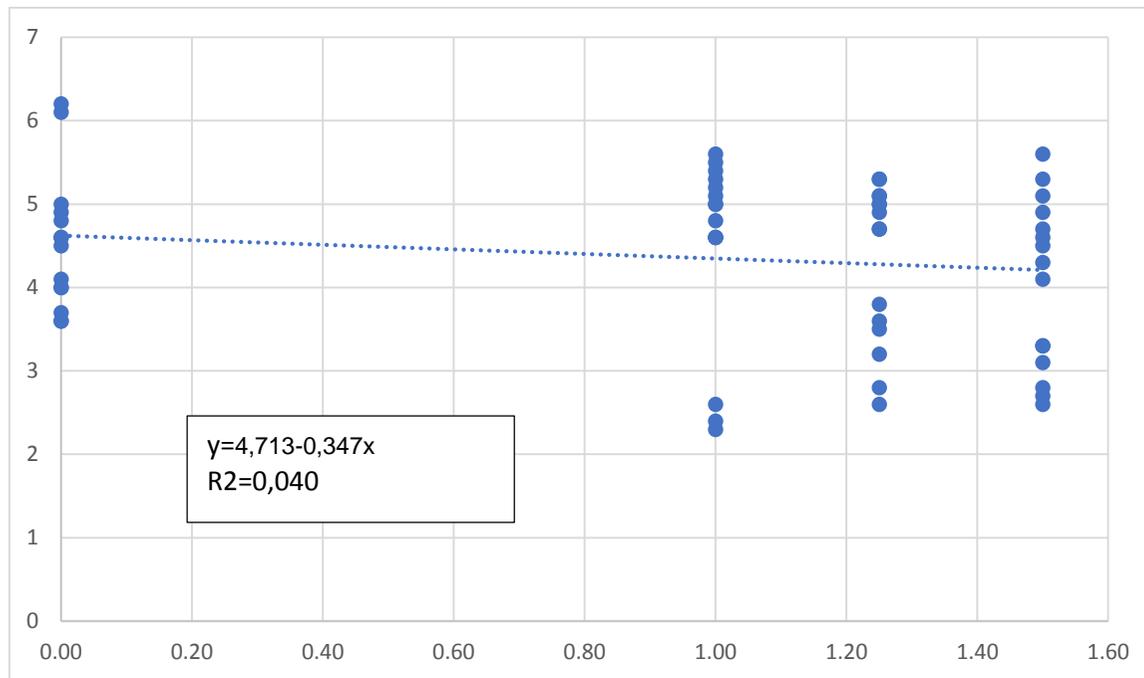
b. Predictores: (Constante), Adicondepet

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados		Sig.
		B	Error estándar	Beta	t	
1	(Constante)	13,833	,359		38,529	,000
	Adicondepet	-3,972	,327	-,847	-12,134	,000

a. Variable dependiente: FlujoMarshall

Anexo 14. Regresión lineal del porcentaje de vacíos en relación al porcentaje de PET



VARIABLES ENTRADAS/ELIMINADAS^a

Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	Adiciondepet ^b	.	Entrar

a. Variable dependiente: VaciosMarshall

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,199 ^a	,040	,023	,98946

a. Predictores: (Constante), Adiciondepet

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	2,338	1	2,338	2,388	,128 ^b
	Residuo	56,784	58	,979		
	Total	59,122	59			

a. Variable dependiente: VaciosMarshall

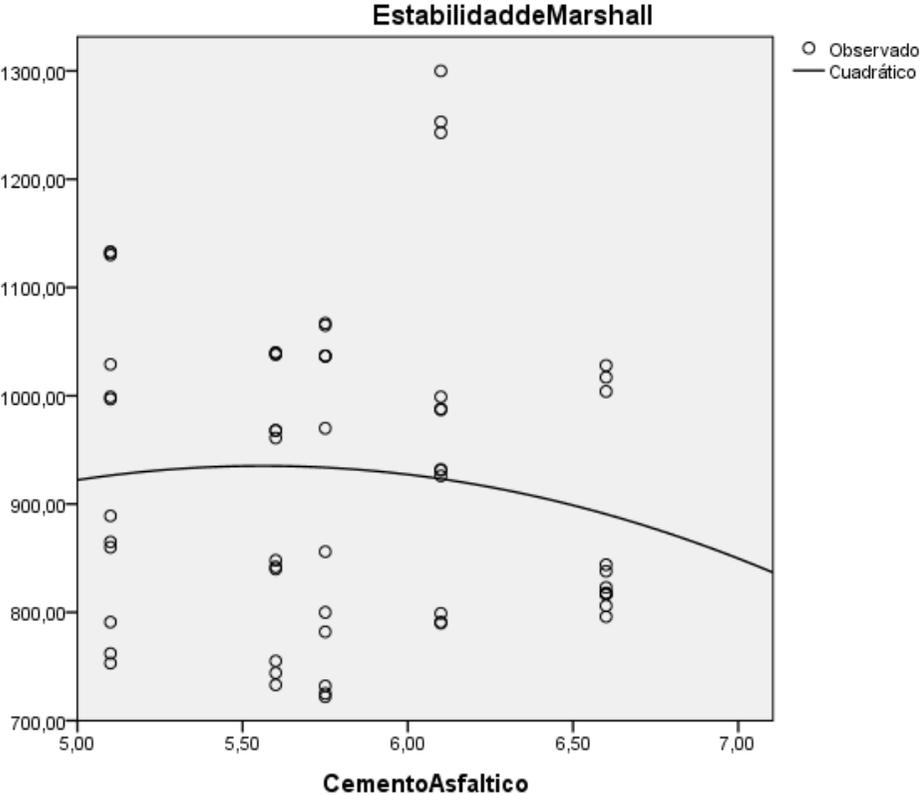
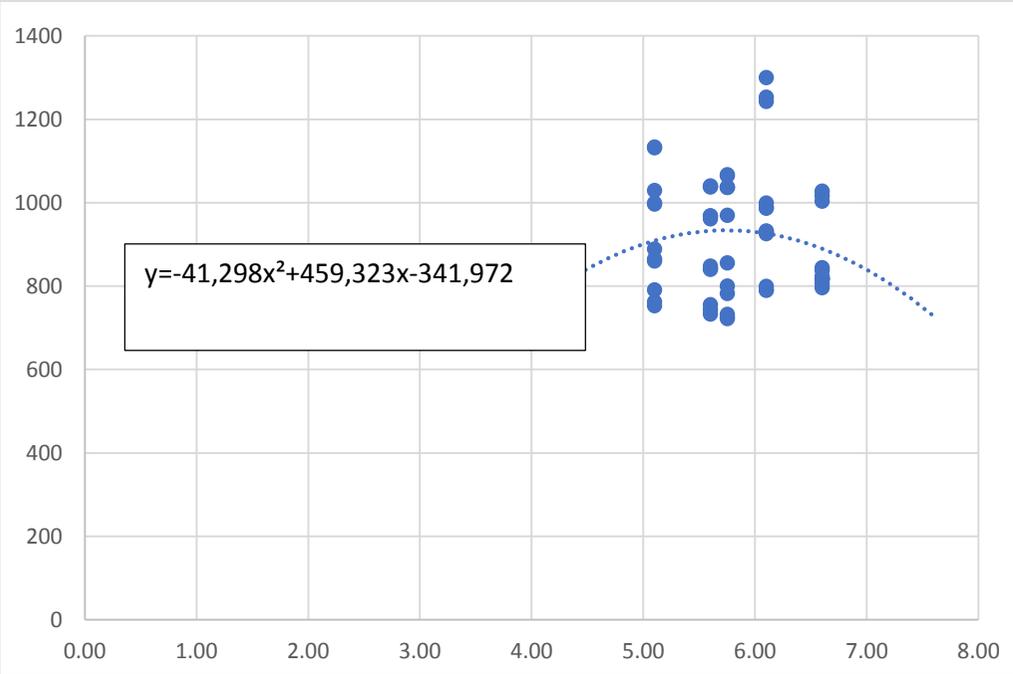
b. Predictores: (Constante), Adiciondepet

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados		Sig.
		B	Error estándar	Beta	t	
1	(Constante)	4,713	,246		19,154	,000
	Adiciondepet	-,347	,224	-,199	-1,545	,128

a. Variable dependiente: VaciosMarshall

Anexo 15. Regresión cuadrática de la estabilidad en relación al porcentaje de asfalto



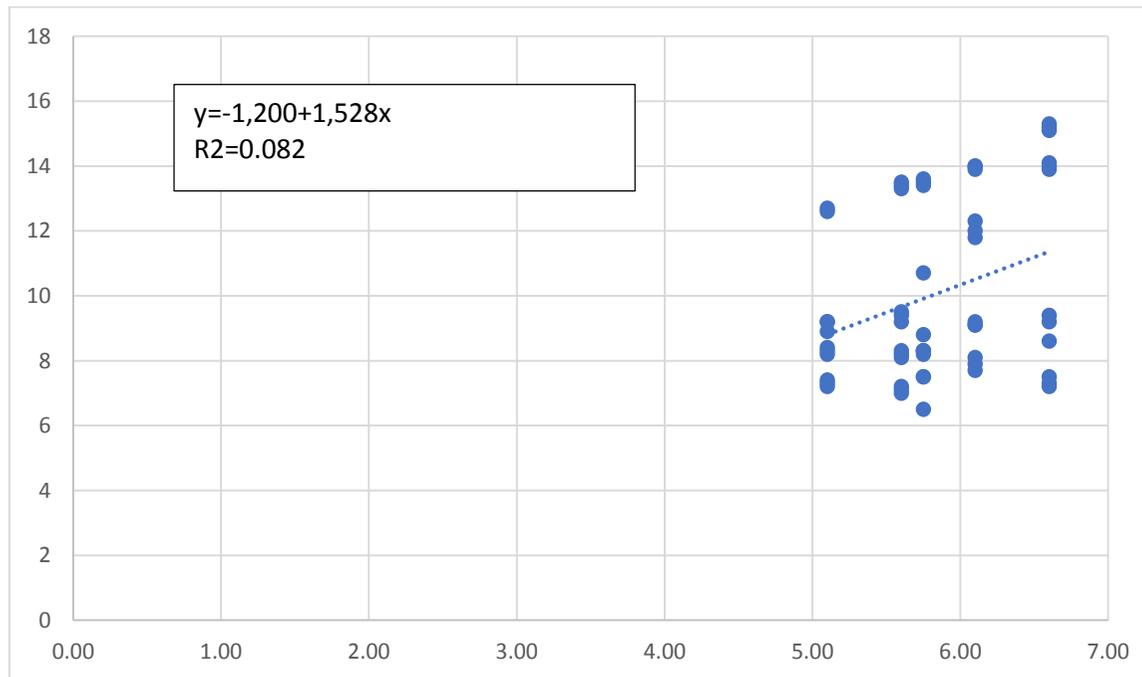
Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: EstabilidaddeMarshall

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro		
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2
Cuadrático	,013	,388	2	57	,680	-341,972	459,323	-41,298

La variable independiente es CementoAsfáltico.

Anexo 16. Regresión lineal del flujo en relación al porcentaje de asfalto



Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	CementoAsfaltico o ^b	.	Entrar

a. Variable dependiente: FlujoMarshall

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,287 ^a	,082	,067	2,60137

a. Predictores: (Constante), CementoAsfaltico

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	35,262	1	35,262	5,211	,026 ^b
	Residuo	392,492	58	6,767		
	Total	427,754	59			

a. Variable dependiente: FlujoMarshall

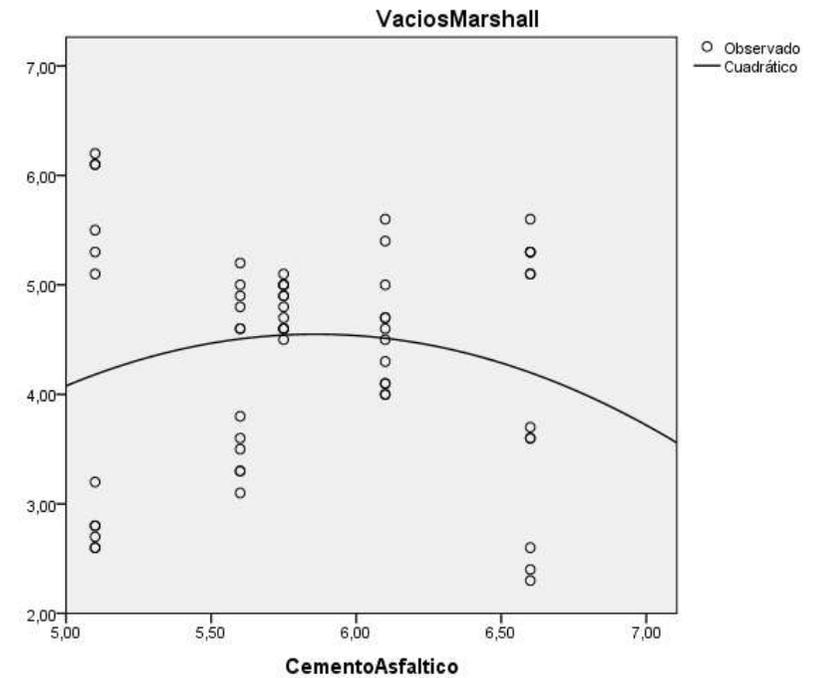
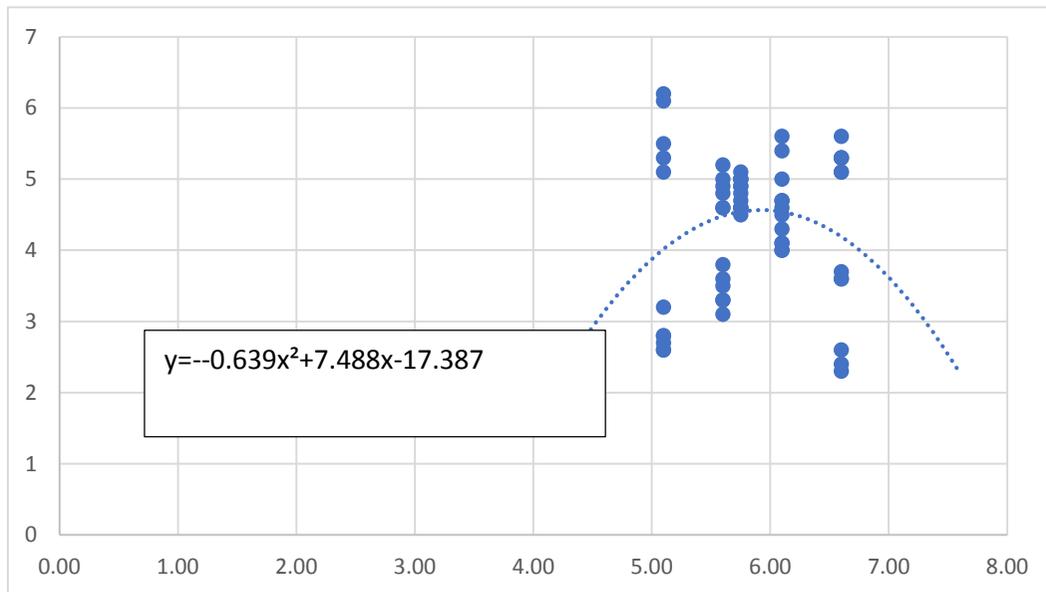
b. Predictores: (Constante), CementoAsfaltico

Coeficientes^a

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			
	B	Error estándar	Beta	t	Sig.	
1	(Constante)	1,200	3,918		,306	,761
	CementoAsfáltico	1,528	,670	,287	2,283	,026

a. Variable dependiente: FlujoMarshall

Anexo 17. Regresión cuadrática de los vacíos con aire en relación al porcentaje de asfalto



Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: VaciosMarshall

Ecuación	R cuadrado	Resumen del modelo				Estimaciones de parámetro		
		F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2
Cuadrático	,027	,783	2	57	,462	-17,387	7,488	-,639

La variable independiente es CementoAsfaltico.

Anexo 18. Resultados de los coeficientes de regresión lineal de la mezcla asfáltica

Modelo	Coefficiente Estabilidad	Coefficiente Flujo	Coefficiente Vacío
(Constante)	1170,018	4,923	4,715
CementoAsfaltico	-111,410	-3,972	-,347
Adaptaciondepes	-24,657	1,528	,000

Z	Estabilidad	=1170,018-111,410x-24,657y
	Flujo	=4923-3,972x+1,528y
	Vacío	=-4715-0,347x-0y

Anexo 19. Informe para la primera hipótesis específica

Informe

Autores

Variables	Media	N	Desv. Desviación
Clasificación	1,000	6	,00000
Organización molecular en un estado sólido	1,000	6	,00000
Unidades monoméricas	1,000	6	,00000
Propiedades físicas	1,000	6	,00000
Propiedades mecánicas	1,000	6	,00000
Propiedades térmicas	1,000	6	,00000
Total	1,000	36	,00000

Anexo 20. Prueba para una muestra para la segunda hipótesis específica

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 1

95% de intervalo de confianza de la diferencia

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Ensayos de laboratorio agregado grueso	4,041	7	,005	3,500	1,45	5,55

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Agregado grueso	8	1,00	1,00	1,0000	,00000
Ensayos de laboratorio	8	1	8	4,50	2,449
N válido (por lista)	8				

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 1

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Ensayos de laboratorio agregado fino	3,674	6	,010	3,000	1,00	5,00

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Ensayos de laboratorio	7	1,00	1,00	1,0000	,00000
Agregado fino	7	1	7	4,00	2,160
N válido (por lista)	7				

Anexo 21. Prueba para muestras independientes para la tercera hipótesis específica

Informe

Cemento asfáltico

Adición de PET	Media	N	Desv. Desviación
Sin adición	5,7500	1	.
1.00%	5,7500	1	.
1.25%	5,7500	1	.
1.50%	5,7500	1	.
Total	5,7500	4	,00000

Estadísticas de grupo

	Adición de PET	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Cemento asfáltico	Sin adición	1	5,7500	.	.
	1.00%	1	5,7500	.	.

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de desv. estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cemento asfáltico	Se asumen varianzas iguales	.	.	.	0	,000.	,00000	.	.	.
	No se asumen varianzas iguales			.	.	.	,00000	.	.	.

Estadísticas de grupo

		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Cemento asfáltico	Sin adición	1	5,7500	.	.
	1.25%	1	5,7500	.	.

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de desv. estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cemento asfáltico	Se asumen varianzas iguales	.	.	.	0	,000.	,00000	.	.	.
	No se asumen varianzas iguales			.	.	.	,00000	.	.	.

Estadísticas de grupo

		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Cemento asfáltico	Adición de PET Sin adición	1	5,7500	.	.
	1.50%	1	5,7500	.	.

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de desv. estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cemento asfáltico	Se asumen varianzas iguales	.	.	.	0	,000.	,00000	.	.	.
	No se asumen varianzas iguales			.	.	.	,00000	.	.	.

Anexo 22. Prueba para muestras independientes para la adición de PET al 1.00%, 1.25% y 1.50%

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
EstabilidaddeMarshall	Se asumen varianzas iguales	-,027	28	,978	-1,39333	50,68559	-105,21805	102,43139
	No se asumen varianzas iguales	-,027	24,078	,978	-1,39333	50,68559	-105,98530	103,19864
FlujoMarshall	Se asumen varianzas iguales	5,022	28	,000	3,06667	,61065	1,81581	4,31752
	No se asumen varianzas iguales	5,022	18,481	,000	3,06667	,61065	1,78613	4,34720
VaciosMarshall	Se asumen varianzas iguales	,323	28	,749	,12000	,37206	-,64214	,88214
	No se asumen varianzas iguales	,323	26,517	,750	,12000	,37206	-,64406	,88406

Pet al 0% con Pet al 1.00%

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
EstabilidaddeMarshall	Se asumen varianzas iguales	,666	,421	4,586	28	,000	157,34000	34,31022	87,05870	227,62130
	No se asumen varianzas iguales			4,586	25,666	,000	157,34000	34,31022	86,76961	227,91039
FlujoMarshall	Se asumen varianzas iguales	,141	,710	18,429	28	,000	5,87333	,31870	5,22051	6,52616
	No se asumen varianzas iguales			18,429	27,963	,000	5,87333	,31870	5,22047	6,52620
VaciosMarshall	Se asumen varianzas iguales	,853	,364	1,030	28	,312	,34667	,33641	-,34245	1,03578
	No se asumen varianzas iguales			1,030	27,878	,312	,34667	,33641	-,34258	1,03592

Pet al 0% con Pet al 1.25%

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
EstabilidaddeMarshall	Se asumen varianzas iguales	,008	,931	4,452	28	,000	169,60667	38,09712	91,56825	247,64508
	No se asumen varianzas iguales			4,452	27,913	,000	169,60667	38,09712	91,55735	247,65598
FlujoMarshall	Se asumen varianzas iguales	1,358	,254	19,612	28	,000	5,55333	,28316	4,97331	6,13335
	No se asumen varianzas iguales			19,612	25,502	,000	5,55333	,28316	4,97074	6,13592
VaciosMarshall	Se asumen varianzas iguales	1,051	,314	1,706	28	,099	,59333	,34774	-,11897	1,30564
	No se asumen varianzas iguales			1,706	27,563	,099	,59333	,34774	-,11948	1,30615

Pet al 0% con Pet al 1.50%

Anexo 23. Certificados de calibración

ARSOU GROUP		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-070-2023	Página 1 de 3
Fecha de emisión	2023/06/17	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p> 	
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE		
Instrumento de medición	PRENSA MARSHALL CON CELDA DE CARGA		
Identificación	NO INDICA		
Marca Prensa	ARSOU		
Modelo	PI208		
Serie	550881		
Celda de Carga	TIPO 5		
Modelo	101NH-10KLB		
Indicador	ANYLOAD		
Modelo	DD-KC1		
Serie	4920000175		
Procedencia	PERÚ		
Ubicación Lugar de calibración	LABORATORIO DE SUELOS Instalaciones del cliente		
Fecha de calibración	2023/06/17		
Método/Procedimiento de calibración	El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de cargas.		
ARSOU GROUP S.A.C. Mza. E Lote 2 Urb. La Virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 978 196 793 / Cel: +51 925 151 437 ventas@arsougroup.com.pe www.arsougroup.com		ARSOU GROUP S.A.C. Ing. José Luis Arroyo Carnicé GERENTE GENERAL	

Fuente: ARSOU GROUP

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 5 TN	INF-LE N° 039-23

Condiciones ambientales durante la calibración:

Temperatura Ambiental	Inicial: 25 °C	Final: 25 °C
Humedad Relativa	Inicial: 69 %hr	Final: 69 %hr

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE CELDA DE CARGA

SISTEMA DIGITAL "A"	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B"	ERROR		RPTBLD
	SERIE (1)	SERIE (2)	ERROR	ERROR (2)		Ep	Rp	
Kg	Kg	Kg	%	%	Kg	%	%	
500	502.6	502.1	0.52	0.42	502.4	0.47	0.07	
1000	1001.3	1001.4	0.13	0.14	1001.4	0.13	0.01	
1500	1500.4	1500.7	0.03	0.05	1500.6	0.04	0.01	
2000	2002.1	2002.4	0.1	0.12	2002.3	0.11	0.01	
2500	2500.8	2501.4	0.03	0.06	2501.1	0.04	0.03	
3000	3000.2	3000.7	0.01	0.02	3000.5	0.01	0.01	
3500	3500.6	3500.4	0.02	0.01	3500.5	0.01	0.00	
4000	4000.9	4001.5	0.02	0.04	4001.3	0.03	0.01	

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Percentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = \frac{|(A-B)|}{B} * 100$$

$$Rp = \frac{Error(2) - Error(1)}{B} * 100$$
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



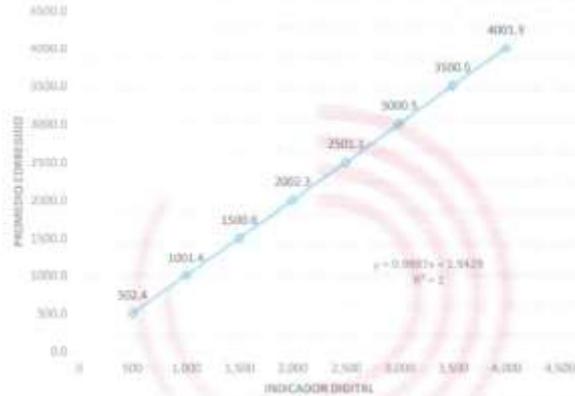
Hugo Luis Arexolo Carriza
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com.pe
 www.arsougroup.com

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:
Donde: $y = 0,9997x + 1,9429$
Coeficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)
Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Mza. E Lote 2 Urb. La Vitmeyra, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 795 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-130-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2022/09/05
Solicitante: GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección: JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.I. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición: TAMIZ 2"
Identificación: NO INDICA
Marca: C & M
Modelo: NO INDICA
Serie: 1
Diámetro: 8"
Estructura: ACERO
Procedencia: PERÚ

Ubicación: LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración: P.J.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración: 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, si de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hércules Arraola Carrillo
METROLOGÍA

Fuente: ARSOU GROUP



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-130-2022

Página 2 de 2

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

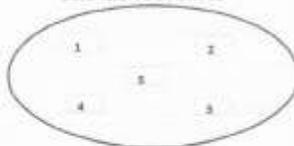
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	50,30	50mm	+/- 1,5 mm
N° 2	50,30	50mm	+/- 1,5 mm
N° 3	50,40	50mm	+/- 1,5 mm
N° 4	49,80	50mm	+/- 1,5 mm

PROMEDIO 50,30 : OK

UBICACION DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA

Fuente: ARSOU GROUP



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	37,40	37,5mm	+/- 1,1 mm
N° 2	37,90	37,5mm	+/- 1,1 mm
N° 3	37,50	37,5mm	+/- 1,1 mm
N° 4	37,90	37,5mm	+/- 1,1 mm
N° 5	37,70	37,5mm	+/- 1,1 mm

PROMEDIO 37,65 : OK

UBICACION DE PUNTOS





Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-131-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2022/09/05
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.L.
Dirección JR. TANGAY MZA. 8 LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición TAMIZ 1 1/2"
Identificación NO INDICA
Marca C & M
Modelo NO INDICA
Serie 2
Diámetro ø"
Estructura ACERO
Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración P.J.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arceán Carrica
METROLOGÍA

Fuente: ARSOU GROUP



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/09/05
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición TAMIZ 1"
Identificación NO INDICA
Marca C & M
Modelo NO INDICA
Serie 3
Diámetro 8"
Estructura ACERO
Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración P.J.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrillo
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Plie de Rey digital de 300 mm a 0,01 mm	I-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración:

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	25,30	25mm	+/- 0,8 mm
N° 2	25,30	25mm	+/- 0,8 mm
N° 3	25,60	25mm	+/- 0,8 mm
N° 4	25,10	25mm	+/- 0,8 mm
N° 5	25,10	25mm	+/- 0,8 mm

PROMEDIO 25,30 : OK

UBICACION DE PUNTOS





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión: 2022/09/05
Solicitante: GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección: JR. TANGAY MZA. 8 LOTE. 7 P.I. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición: TAMIZ 3/4"
Identificación: NO INDICA
Marca: C & M
Modelo: NO INDICA
Serie: 4
Diámetro: 8"
Estructura: ACERO
Procedencia: PERÚ

Ubicación: LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración: P.J.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración: 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Rogo Luis Apérez Carnica
METROLOGÍA

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Plie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

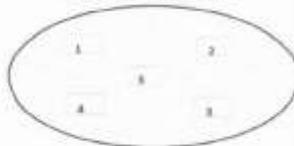
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	19,00	19mm	+/- 0,6 mm
N° 2	18,30	19mm	+/- 0,6 mm
N° 3	18,80	19mm	+/- 0,6 mm
N° 4	18,80	19mm	+/- 0,6 mm
N° 5	18,80	19mm	+/- 0,6 mm

PROMEDIO 18,65 : OK

UBICACION DE PUNTOS





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/09/05
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición TAMIZ 1/2"
Identificación NO INDICA
Marca C & M
Modelo NO INDICA
Serie 5
Diámetro 8"
Estructura ACERO
Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración PJ.3 DE OCTUBRE PSI 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, si de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Jairo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración:

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

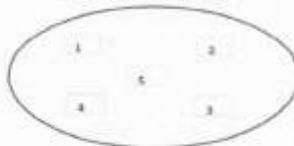
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	12,50	12,5mm	+/- 0,39 mm
N° 2	12,70	12,5mm	+/- 0,39 mm
N° 3	12,70	12,5mm	+/- 0,39 mm
N° 4	12,40	12,5mm	+/- 0,39 mm
N° 5	12,50	12,5mm	+/- 0,39 mm

PROMEDIO 12,60 : OK

UBICACION DE PUNTOS





Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/09/05
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición TAMIZ 3/8"
Identificación NO INDICA
Marca C & M
Modelo NO INDICA
Serie 6
Diámetro 8"
Estructura ACERO
Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración P.J.3 DE OCTUBRE P51 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrillo
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Plie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

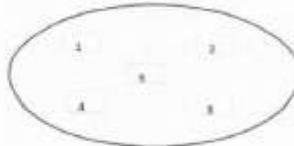
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	9,80	9,5mm	+/- 0,3 mm
N° 2	9,40	9,5mm	+/- 0,3 mm
N° 3	9,80	9,5mm	+/- 0,3 mm
N° 4	9,40	9,5mm	+/- 0,3 mm
N° 5	9,50	9,5mm	+/- 0,3 mm

PROMEDIO 9,60 : OK

UBICACION DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Camela
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/09/05
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE.
Instrumento de medición TAMIZ 1/4"
Identificación NO INDICA
Marca C & M
Modelo NO INDICA
Serie 7
Diámetro 8"
Estructura ACERO
Procedencia PERÚ
Ubicación LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración PL.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Celi: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arregui Carrica
METROLOGIA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	6,40	6,3mm	+/- 0,2 mm
N° 2	6,50	6,3mm	+/- 0,2 mm
N° 3	6,40	6,3mm	+/- 0,2 mm
N° 4	6,50	6,3mm	+/- 0,2 mm
N° 5	6,40	6,3mm	+/- 0,2 mm

PROMEDIO	6,45	:	OK
----------	------	---	----

UBICACION DE PUNTOS





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-137-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2022/09/05
Solicitante: GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección: JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.L. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición: TAMIZ N° 4
Identificación: NO INDICA
Marca: C & M
Modelo: NO INDICA
Serie: 8
Diámetro: 8"
Estructura: ACERO
Procedencia: PERÚ

Ubicación: LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración: P.J. 3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración: 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

Fuente: ARSOU GROUP



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Plie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

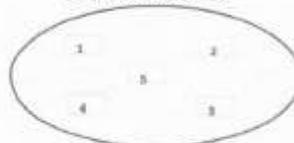
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	4,70	4,75mm	+/- 0,15 mm
N° 2	4,80	4,75mm	+/- 0,15 mm
N° 3	4,80	4,75mm	+/- 0,15 mm
N° 4	4,80	4,75mm	+/- 0,15 mm
N° 5	4,90	4,75mm	+/- 0,15 mm

PROMEDIO 4,75 : OK

UBICACION DE PUNTOS





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-138-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2022/09/05
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA. 8 LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición TAMIZ N° 8
Identificación NO INDICA
Marca C & M
Modelo NO INDICA
Serie 9
Diámetro 8"
Estructura ACERO
Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración P.J.3 DE OCTUBRE P5J 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote D1, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Rogel Luis Arcevaldo Carnica
METROLOGÍA

Fuente: ARSOU GROUP



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

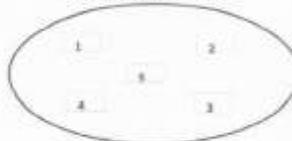
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	2,40	2,36mm	+/- 0,08 mm
N° 2	2,30	2,36mm	+/- 0,08 mm
N° 3	2,40	2,36mm	+/- 0,08 mm
N° 4	2,41	2,36mm	+/- 0,08 mm
N° 5	2,40	2,36mm	+/- 0,08 mm

PROMEDIO	2,35	:	OK
----------	------	---	----

UBICACION DE PUNTOS





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión: 2022/09/05
Solicitante: GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección: JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición: TAMIZ N° 10
Identificación: NO INDICA
Marca: C & M
Modelo: NO INDICA
Serie: 10
Diámetro: 8"
Estructura: ACERO
Procedencia: PERÚ

Ubicación: LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración: P.J.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración: 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrillo
METROLOGIA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

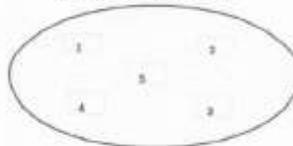
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	1,94	2mm	+/- 0,07 mm
N° 2	1,99	2mm	+/- 0,07 mm
N° 3	2,10	2mm	+/- 0,07 mm
N° 4	2,50	2mm	+/- 0,07 mm
N° 5	1,96	2mm	+/- 0,07 mm

PROMEDIO 1,97 : OK

UBICACION DE PUNTOS





Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-140-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2022/09/05
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA. 8 LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A DVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición TAMIZ N° 20
Identificación NO INDICA
Marca C & M
Modelo NO INDICA
Serie 11
Diámetro 8"
Estructura ACERO
Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración PJ.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Roger Luis Arreola Carrillo
METROLOGÍA

Fuente: ARSOU GROUP



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 μ m	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

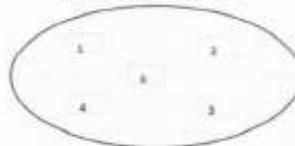
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (μ m)	LUZ	EMP
N° 1	841,00	850 μ m	+/- 35 μ m
N° 2	876,00	850 μ m	+/- 35 μ m
N° 3	848,00	850 μ m	+/- 35 μ m
N° 4	881,00	850 μ m	+/- 35 μ m
N° 5	845,00	850 μ m	+/- 35 μ m

PROMEDIO 858,50 : OK

UBICACION DE PUNTOS





Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-141-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2022/09/05
Solicitante: GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección: JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición: TAMIZ N° 30
Identificación: NO INDICA
Marca: C & M
Modelo: NO INDICA
Serie: 12
Diámetro: 8"
Estructura: ACERO
Procedencia: PERÚ

Ubicación: LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración: P.J. 3 DE OCTUBRE PSI 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración: 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Alvarez Carmona
METROLOGÍA

Fuente: ARSOU GROUP



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

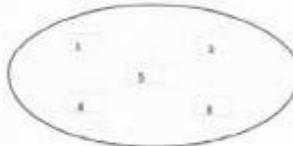
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	587,00	600µm	+/- 25 µm
N° 2	580,00	600µm	+/- 25 µm
N° 3	575,00	600µm	+/- 25 µm
N° 4	625,00	600µm	+/- 25 µm
N° 5	5578,00	600µm	+/- 25 µm

PROMEDIO : 583,50 : OK

UBICACION DE PUNTOS





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-142-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2022/09/05
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA. 8 LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición TAMIZ N° 40
Identificación NO INDICA
Marca C & M
Modelo NO INDICA
Serie 13
Diámetro 8"
Estructura ACERO
Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración P.J.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico
METROLOGÍA

Fuente: ARSOU GROUP



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trasabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

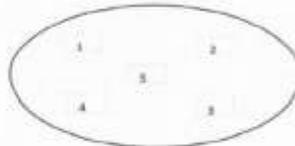
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	438,00	425µm	+/- 19 µm
N° 2	428,00	425µm	+/- 19 µm
N° 3	421,00	425µm	+/- 19 µm
N° 4	438,00	425µm	+/- 19 µm
N° 5	439,00	425µm	+/- 19 µm

PROMEDIO	433,00	:	OK
----------	--------	---	----

UBICACION DE PUNTOS





Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/09/05
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición TAMIZ Nº 50
Identificación NO INDICA
Marca C & M
Modelo NO INDICA
Serie 14
Diámetro 8"
Estructura ACERO
Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración PJ.3 DE OCTUBRE PSI 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-D12 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, si de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Rogo Luis Arévalo Carrillo
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

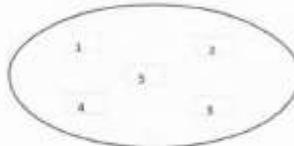
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	295,00	300µm	+/- 14 µm
N° 2	286,00	300µm	+/- 14 µm
N° 3	295,00	300µm	+/- 14 µm
N° 4	294,00	300µm	+/- 14 µm
N° 5	296,00	300µm	+/- 14 µm

PROMEDIO : 290,50 : OK

UBICACION DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrisa
METROLOGÍA



Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-144-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2022/09/05
Solicitante: GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección: JR. TANGAY MZA. 8 LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición: TAMIZ N° 100
Identificación: NO INDICA
Marca: C & M
Modelo: NO INDICA
Serie: 15
Diámetro: 8"
Estructura: ACERO
Procedencia: PERÚ

Ubicación: LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración: PJ.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración: 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carriza
METROLOGÍA

Fuente: ARSOU GROUP



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 3 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

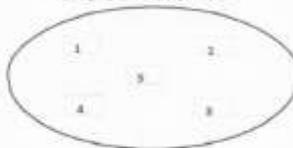
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	155,00	150µm	+/- 8 µm
N° 2	149,00	150µm	+/- 8 µm
N° 3	148,00	150µm	+/- 8 µm
N° 4	156,00	150µm	+/- 8 µm
N° 5	158,00	150µm	+/- 8 µm

PROMEDIO 152,00 : OK

UBICACION DE PUNTOS





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/09/05
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA. 8 LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición TAMIZ N° 200
Identificación NO INDICA
Marca C & M
Modelo NO INDICA
Serie 16
Diámetro 8"
Estructura ACERO
Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración P.J.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrillo
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

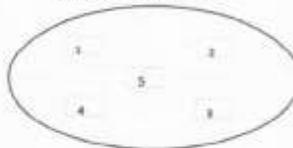
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	70,85	75µm	+/- 5 µm
N° 2	70,79	75µm	+/- 5 µm
N° 3	70,80	75µm	+/- 5 µm
N° 4	70,83	75µm	+/- 5 µm
N° 5	70,79	75µm	+/- 5 µm

PROMEDIO 70,82 : OK

UBICACION DE PUNTOS





Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-146-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2022/09/05
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZ. B LOTE 7 P.L. 3 DE OCTUBRE
ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición DÍAL INDICADOR
Identificación NO INDICA
Marca INSIZE
Modelo 2302-25
Serie 9611212
Rango 25 mm
Sensibilidad 0,01 mm
Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración P.L.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración 2022/09/05

Método/Procedimiento de calibración

Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido ni difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vta. Las Flores de San Diego Mir C. Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1600 / Cel: +51 928 196 793 / Ocl: +51 925 131 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

Fuente: ARSOU GROUP

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	BLOQUES PATRONES	LLA-249-2020

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °C	Final: 17,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 43 %hr	Final: 41 %hr

Resultados

ALCANCE DL ERROR DE INDICACIÓN			
PATRÓN (mm)	PATRÓN (in)	INDICACIÓN (mm)	ERROR (mm)
1,01	0,0398	1,02	0,01
2,00	0,0787	2,01	0,01
4,00	0,1575	4,00	0,00
5,00	0,1969	5,01	0,01
7,00	0,2756	7,00	0,00
10,00	0,3937	10,00	0,00
15,00	0,5906	15,00	0,00
17,00	0,6693	17,00	0,00
24,00	0,9449	24,00	0,00
25,00	0,9843	25,00	0,00

Error de indicación (mm)	0,00
Incertidumbre del error de indicación (mm)	0,00

ERROR DE REPETIBILIDAD			
PATRÓN (mm)	PATRÓN (in)	INDICACIÓN (mm)	ERROR (mm)
1,01	0,0398	1,02	0,01
		1,02	0,01
		1,02	0,01
		1,01	0,00
		1,01	0,00

Error de indicación (mm)	0,005
Incertidumbre del error de indicación (mm)	0,006



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-155-2023

Página 1 de 3

Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE.
(CERCA A OVALO LAS AMÉRICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala Resolución 1 g

División de verificación (n) 1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante TECNIPESA

Modelo SUPER-SS

N° de serie 1506101297

Procedencia CHINA

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Cármon
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Avda. Vía Los Hornos de San Diego Mir C Lot# 05, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 303-3580 / Cel: +51 928 100 783 / Cal: +51 025 553 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Fuente: ARSOU GROUP



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	15000	0.001	-0.001	30001	0.007	-0.004
2	15000	0.002	-0.004	30001	0.003	-0.006
3	15000	0.007	0.005	30000	0.004	-0.004
4	14999	0.001	0.001	30000	0.001	-0.009
5	15000	0.004	-0.007	30000	0.001	-0.004
6	15000	0.001	-0.005	30001	0.002	-0.003
7	15000	0.003	-0.003	30000	0.003	-0.009
8	15000	0.009	-0.001	29999	0.003	-0.001
9	15000	0.007	-0.002	29998	0.004	-0.001
10	15000	0.005	-0.003	30000	0.003	-0.001

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
15000	0	1
30000	0	5





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ^(*) (g)	I (g)	ΔI (g)	E ₀ (g)	Carga I (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E _c (g)
1	500	500	0.005	-0.001	10000	10000	0.006	-0.001	0.001
2		500	0.006	-0.004		10000	0.005	0.004	0.002
3		500	0.005	0.001		10000	0.003	0.001	0.001
4		499	0.007	0.003		10002	0.001	0.002	-0.001
5		499	0.005	-0.006		10001	0.002	-0.002	-0.002

ENSAYO DE PESAJE

Carga I (g)	Crecientes					Decrecientes				EMP ^(*) (±g)
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E _c (g)		
1	1	0.010	0.001	0.001						
5	5	0.030	0.003	-0.002	5	0.008	-0.005	-0.002	0.1	
10	10	0.020	-0.002	0.003	10	0.006	-0.001	0.003	0.1	
50	50	0.002	-0.001	0.001	50	0.002	-0.005	0.001	0.1	
100	100	0.090	0.004	0.004	100	0.004	0.006	0.008	0.1	
500	500	0.010	0.011	-0.002	500	0.006	0.007	0.009	0.1	
1000	1000	0.090	-0.005	0.008	1000	0.001	0.009	0.001	0.1	
5000	5000	0.019	0.008	0.007	5000	0.007	0.001	-0.005	0.1	
10000	10000	0.010	0.014	0.001	10000	0.017	-0.005	-0.001	0.1	
20000	20000	0.060	0.004	0.011	20002	0.009	-0.001	0.012	0.8	
30000	30000	0.070	0.008	0.009	30000	0.005	0.004	-0.002	0.8	

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔI: Carga incrementada

E: Error encontrado

E₀: Error en cero

E_c: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición: $U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0.18873 \text{ g}^2 + 0.000000000182 \text{ g}^2}$

Lectura Corregida: $R_{\text{Corregida}} = R + 0.000796070 \text{ g}$

R: Indicación de lectura de balanza (g)



Observaciones

- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-312-2023

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2023/06/17
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición ABRASIÓN LOS ANGELES
Identificación NO INDICA
Marca UÑAN
Modelo NO INDICA
Serie AG-04
Estructura FIERRO
Carga abrasiva 12 BILLAS
Procedencia PERÚ
Ubicación LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
Lugar de calibración Instalaciones del cliente
Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación entre las lecturas del indicador digital de la máquina los Angeles y un cronómetro, se usó una balanza certificada para el peso de las cargas abrasivas, y el vernier para el diámetro de las esferas. Tomando como referencia el manual de ensayo materiales (EM 2000) ABRASIÓN LOS ANGELES (L.A.) al desgaste de los agregados MTC E207-2000, AASHTO T-96 y la norma ASTM C 133- 1 Standard Test Method for Resistance to degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact In the Angeles Machine.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis A. Pardo Carrico
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Fuente: ARSOU GROUP



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION E.I.R.L.	Pie de Rey digital	L-0048-2022
PESATEC PERU S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERU S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

Dimensiones cilindro : Long int. 20" x Diam int 28" +/- 0.2"

N° DE VUELTAS POR NORMA	INDICACIÓN TIEMPO PROMEDIO	
		T Prom.:
ENSAYO 1	30 - 33	T=1'00"
	31	15'15" <T<17'06"
ENSAYO 2	500	T Prom. : 15'09"
		30'30" <T<33'33"
ENSAYO 3	1000	T Prom. : 32'38"

Medición	Díámetro de las Esferas (mm)	Díámetro de las Esferas (mm)	Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)
Nro.	1era Lectura	2da Lectura	47 ± 0,63	
1	46.710	45.720	46.215	0.01
2	46.820	45.870	46.345	0.01
3	47.020	46.800	46.910	0.01
4	46.820	46.830	46.825	0.01
5	46.750	46.750	46.750	0.01
6	46.770	46.670	46.720	0.01
7	46.750	46.800	46.775	0.01
8	46.770	46.600	46.685	0.01
9	46.820	46.850	46.840	0.01
10	46.730	46.850	46.790	0.01
11	46.800	46.690	46.745	0.01
12	46.660	46.770	46.715	0.01



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arriaga Carrizo
METROLOGÍA

Pesaje	Peso de las bilias (Carga Abrasiva)	Incertidumbre (g)
Nro.	417,5 ± 27,5	
1	413.2	1.00
2	415.9	1.00
3	416.6	1.00
4	420.6	1.00
5	419.3	1.00
6	420.4	1.00
7	420.3	1.00
8	420.2	1.00
9	417	1.00
10	420.5	1.00
11	420.6	1.00
12	420.4	1.00
Total	5025.2	

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis ...
METROLOGÍA

Anexo 24. Panel fotográfico

Imagen 1: Ensayo de contenido de humedad del agregado fino



Imagen 2: Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso

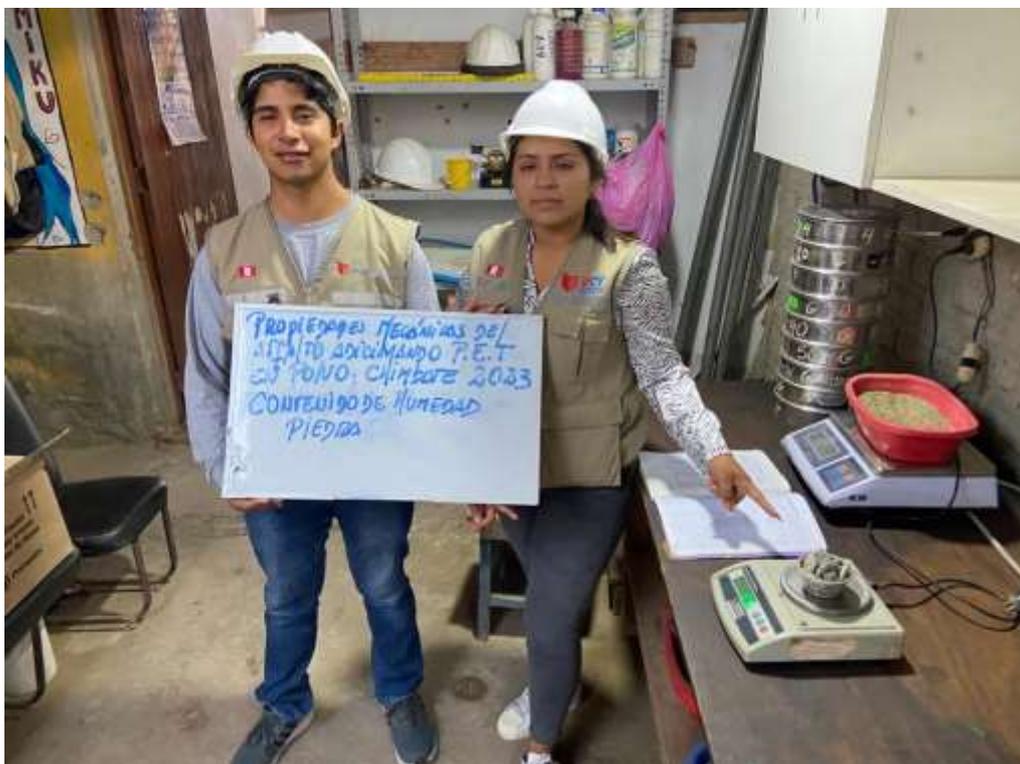


Imagen 3: Estudiantes realizando el análisis granulométrico de los agregados



Imagen 4: Estudiantes ingresando las taras al horno



Imagen 5: Estudiantes ingresando el agregado grueso a la máquina de los ángeles



Imagen 6: Estudiantes pesando el PET en polvo para el análisis granulométrico

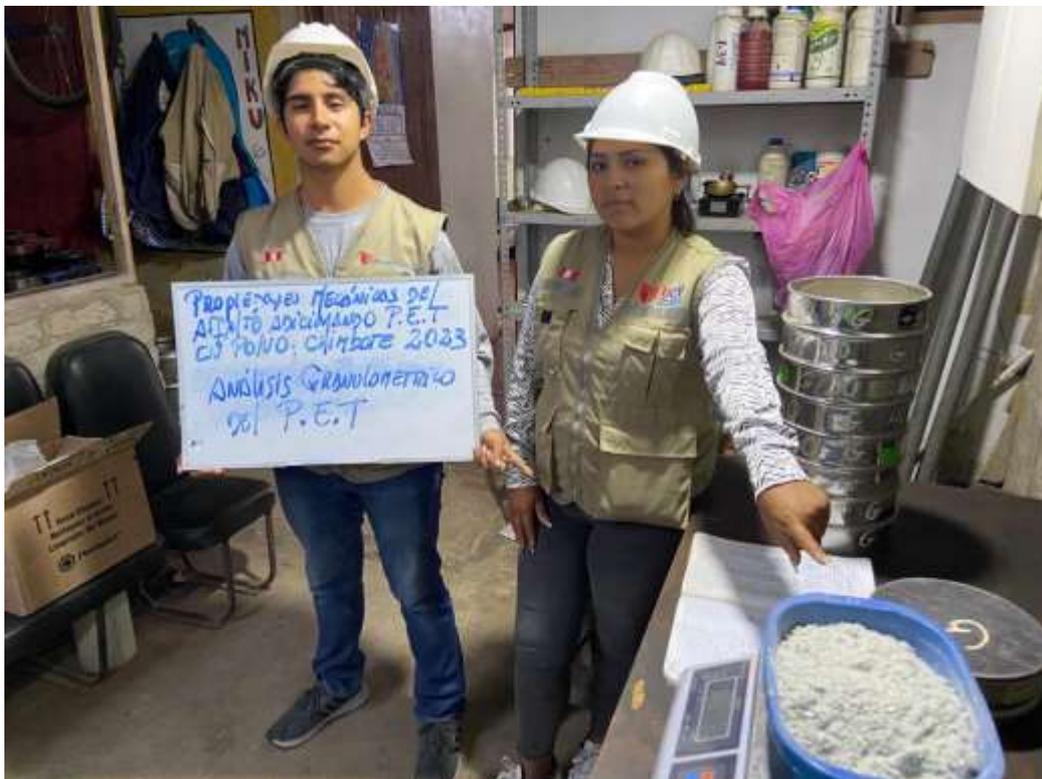


Imagen 7: Estudiantes realizando los golpes necesarios para las briquetas



Imagen 8: Agregados extraídos de la cantera chero



Imagen 9: Briquetas adicionadas con PET al 1.00%



Imagen 10: Estudiantes realizando los golpes necesarios para las briquetas



Imagen 11: Pesando el PET en polvo para la adición en la mezcla asfáltica en caliente



Imagen 12: Estudiantes anotando los datos arrojados por el ensayo Marshall



Imagen 13: Briqueta al 1.25% en la prensa Marshall



Imagen 14: Briqueta luego de haber obtenidos los datos del ensayo Marshall



Anexo 26. Plano de ubicación del proyecto de investigación.



C:\Users\Keren\Downloads\plano de ubicación chimbote.dwg, 30/11/2022 01:05:52, DWG To PDF.pc3

 <p>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA EN</p>	
<p>N.M.</p> 	
<p>TIPO: Proyecto de Investigación</p>	
<p>EXEQUENTE: Mgtr. Day Starlin Hugo Domate</p>	
<p>ALUMNO: Áyala Cuervo, Edith Teresita Cortés Ramos, María Alejandra</p>	
<p>Título: Propiedades Mecánicas del Asfalto en caliente adicionado terrefalato de polietileno en polvo, Chimbote 2023</p>	
<p>FECHA: Noviembre 2022</p>	<p>INDICOD:</p>
<p>LAMINA: U-01</p>	