



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de mezclas asfálticas en caliente adicionando tereftalato de polietileno reciclado en la Avenida Principal de Campoy, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Barzola Morales, Juan Carlos (orcid.org/0000-0002-2632-4420)

Pomahuali Ramirez, Frank Carlos (orcid.org/0000-0001-5205-4017)

ASESOR:

Dra. García Álvarez, María Ysabel (orcid.org/0000-0001-8529-878X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA PERÚ

2018

DEDICATORIA

Dedicamos la presente tesis con mucho amor a mis abuelos por el apoyo con mi educación y Dios por guiarnos en el buen camino.

Frank Carlos Pomahuali Ramirez

Dedicamos la presente tesis con mucho amor y esmero principalmente a nuestros padres por el apoyo incondicional hacia nuestra persona y las constantes motivaciones para mantenernos firmes y seguir hacia adelante.

Juan Carlos Barzola Morales

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos infinitamente a dios, nuestros padres, los docentes que fueron parte de nuestra formación académica y todos aquellos que siempre estuvieron en los momentos más difíciles.

Y agradezco al lector de esta tesis por el interés y la importancia que le da a la investigación.

ndice de contenido

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | ii |
| Índice de contenidos | iii |
| Índice de tablas | vi |
| Índice de figuras | viii |
| RESUMEN | ix |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 5 |
| a. Teorías relacionadas con el tema..... | 8 |
| III. METODOLOGÍA..... | 25 |
| a. Formulación del problema..... | 26 |
| b. Justificación del estudio..... | 26 |
| c. Hipótesis..... | 28 |
| d. Objetivos:..... | 29 |
| 3.1 Diseño, tipo y nivel de investigación:..... | 29 |
| I.1.1 Investigación explicativa:..... | 29 |
| I.2 Variables y Operacionalización | 30 |
| I.3 Operacionalización de variables | 48 |
| I.4 Población y muestra..... | 49 |
| I.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 49 |
| IV. RESULTADOS | 50 |
| IV.1 Ensayos de agregados finos:..... | 51 |
| IV.2 Agregados Gruesos | 61 |
| 3.3 Mezcla asfáltica convencional | 69 |
| V. DISCUSIÓN..... | 91 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 94 |

| | |
|---------------------------|----|
| VII. RECOMEDACIONES | 97 |
| REFERENCIAS | 99 |
| ANEXOS | |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Requerimientos para los agregados gruesos | 21 |
| Tabla 2. Requerimientos para los agregados finos | 21 |
| Tabla 3. Requisitos para el reciclado de las mezclas asfálticas en caliente..... | 23 |
| Tabla 4. Porcentaje pasante según MAC | 51 |
| Tabla 5. Características del suelo. | 52 |
| Tabla 6. Agregados finos menores de 75 μ m..... | 54 |
| Tabla 7. Contenido de humedad del material fino. | 54 |
| Tabla 8. Resultados de ensayos | 55 |
| Tabla 9. Índice de plasticidad..... | 56 |
| Tabla 10. Resultados de ensayos | 57 |
| Tabla 11. Equivalente de arena..... | 57 |
| Tabla 12. Porcentaje de absorción..... | 58 |
| Tabla 13. Inalterabilidad de agregados (% pérdida)..... | 58 |
| Tabla 14. Durabilidad de los agregados..... | 59 |
| Tabla 15. Angulosidad del agregado fino. | 59 |
| Tabla 16. Peso específico del agregado fino..... | 60 |
| Tabla 17. Contenido de sales..... | 60 |
| Tabla 18. Valor de azul metileno en agregados finos..... | 61 |
| Tabla 19. Análisis granulométrico de agregados gruesos | 61 |
| Tabla 20. Contenido de humedad agregados gruesos..... | 64 |
| Tabla 21. Degradación en agregados gruesos..... | 64 |
| Tabla 22. Una a más caras fracturadas | 65 |
| Tabla 23. Dos a más caras fracturadas..... | 65 |
| Tabla 24. Partículas chata..... | 66 |
| Tabla 25. Partículas alargadas ¹ | 66 |
| Tabla 26. Partículas chatas y alargadas ¹²⁴ | 67 |
| Tabla 27. Porcentaje de absorción | 67 |
| Tabla 28. Porcentaje de pérdida | 68 |
| Tabla 29. Contenido de sales..... | 68 |
| Tabla 30. Revestimiento de mezcla asfáltica | 69 |
| Tabla 31. Granulometría..... | 69 |
| Tabla 32. Resumen de ensayo..... | 70 |
| Tabla 33. Método Marshall..... | 71 |
| Tabla 34. Análisis granulométrico (Pet 1%)..... | 75 |

| | |
|---|----|
| Tabla 35. Resumen | 76 |
| Tabla 36. Método Marshall | 77 |
| Tabla 37. Análisis granulométrico (Pet 1.5%)..... | 80 |
| Tabla 38. Resumen | 81 |
| Tabla 39. Método Marshall | 82 |
| Tabla 40. Análisis granulométrico (Pet 2%)..... | 85 |
| Tabla 41. Resumen | 86 |
| Tabla 42. Método Marshall | 87 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Av. Principal de Campoy San Juan de Lurigancho. | 3 |
| Figura 2. Red vial nacional | 4 |
| Figura 3. Curva granulométrica | 53 |
| Figura 4. Diagrama de fluidez (pasante la malla N° 40) | 55 |
| Figura 5. Diagrama de fluidez (pasante la malla N° 200) | 56 |
| Figura 6. Curva granulométrica de agregados gruesos | 63 |
| Figura 7. Curva granulométrica Mac 2 | 70 |
| Figura 8. Peso específico | 72 |
| Figura 9. Flujo | 72 |
| Figura 10. Porcentaje de vacíos..... | 72 |
| Figura 11. Vacíos llenos de asfalto. | 73 |
| Figura 12. Vacíos agregado mineral | 73 |
| Figura 13. Estabilidad..... | 74 |
| Figura 15. Curva granulométrica MAC-2..... | 76 |
| Figura 16. Peso específico | 77 |
| Figura 17. Flujo | 78 |
| Figura 18. Porcentaje de vacíos..... | 78 |
| Figura 19. Vacíos llenos de asfalto | 79 |
| Figura 20. Vacíos agregado mineral | 79 |
| Figura 21. Estabilidad..... | 80 |
| Figura 24. Peso específico | 82 |
| Figura 25. Flujo | 83 |
| Figura 26. Porcentaje de vacíos..... | 83 |
| Figura 27. Vacíos llenos de asfalto | 84 |
| Figura 28. Vacíos agregado mineral | 84 |
| Figura 29. Estabilidad..... | 85 |
| Figura 31. Curva granulométrica MAC-2..... | 87 |
| Figura 32. Peso específico | 88 |
| Figura 33. Flujo | 88 |
| Figura 34. Porcentaje de vacíos..... | 88 |
| Figura 35. Vacíos llenos de asfalto | 89 |
| Figura 36. Vacíos agregado mineral | 89 |
| Figura 37. Estabilidad..... | 90 |

RESUMEN

En la presente investigación se da a conocer el uso del Tereftalato de Polietileno, aplicado a una mezcla asfáltica, con el fin de mejorar el comportamiento de la carpeta asfáltica, siendo esto un aporte muy importante para el desarrollo de un país, ya que, se está brindando una nueva alternativa de tecnología de diseño para una mezcla asfáltica, esto ayuda a desprenderse de la clásica idea de mezcla asfáltica, dejando así el mecanismo de diseño, optando por una mejor, que a su vez contribuye con el medio ambiente, debido a que reciclaremos el tereftalato de polietileno, ya que es abundante en nuestro planeta.

El PET al usarse en la mezcla asfáltica, contribuye con la mejora, para su aplicación se hizo un análisis de materiales, para poder definir a cuál de los agregados reemplazar para su mejor función, llegando a la conclusión que haría mejor función, si se reemplazaba un cierto porcentaje al agregado fino, para poder conocer el impacto que este causa en la mezcla asfáltica, por lo cual se hicieron varias briquetas mediante el ensayo de Marshall, llegando así a una conclusión de porcentaje a reemplazar, mediante la ayuda de los ensayos y los antecedentes, se reemplazó en 1%, 1.5% y 2% al agregado fino, al hacer estos ensayos, se obtuvo mejoras considerables en la elasticidad, resistencia y estabilidad de la mezcla asfáltica.

Palabras clave: Asfalto, Tereftalato, Aditivo, Ensayo Marshall, Mezcla asfáltica, Agregados, Impermeable, Adherente, Cohesivo.

ABSTRACT

In the present investigation, the use of polyethylene terephthalate, applied to an asphalt mixture, is presented in order to improve the behavior of the asphalt binder, this being a very important contribution for the development of a country, since, is providing a new alternative design technology for an asphalt mix, this helps to get rid of the classic idea of asphalt mixing, thus leaving the design mechanism, opting for a better one, which in turn contributes to the environment, due to that we will recycle polyethylene terephthalate, since it is abundant in our planet.

The PET when used in the asphalt mixture, contributes with the improvement, for its application an analysis of materials was made, to be able to define which of the aggregates to replace for its best function, arriving at the conclusion that it would do better function, if it was replaced a certain percentage to the fine aggregate, to be able to know the impact that this causes in the asphalt mixture, for which several briquettes were made by the Marshall test, arriving at a percentage conclusion to be replaced, by means of the tests and the antecedents, it was replaced in 1%, 1.5% and 2% to the fine aggregate, when making these tests, considerable improvements were obtained in the elasticity, resistance and stability of the asphalt mixture

Keywords: Asphalt, terephthalate, additive, Marshall test, asphalt mix, aggregates, waterproof, adherent, cohesive.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el cambio climático y los desastres naturales siempre han sido un problema para la ingeniería, ya sean para edificaciones, puentes o carteras, siendo esta última imprescindible para el crecimiento del país, ya que, las carreteras son la arteria principal para el desarrollo de un país, es debido a que por ellas se facilita el transporte de alimentos, materia prima, transporte de la población, entre otros. Por la cual, las estructuras viales están sometidas a constante uso, esto lleva a un desgaste que puede ser superficial o interno.

Por ello, esta presente investigación tiene como fin, evaluar la mezcla asfáltica en caliente con un nuevo agente modificador, el cual es el tereftalato de polietileno, al ser agregado en el diseño de mezcla asfáltica, debe cambiar y mejorar la mezcla, para ello se evaluarán distintos parámetros del PET en el pavimento, con respecto a la resistencia, durabilidad, costo y modo de empleo.

Por otro lado, también esto ayudará a mantener el medio ambiente, ya que este tipo de mezcla asfáltica brindará una mejora en el medio donde vivimos, debido que se usará el PET reciclado, dándole así un segundo uso y aprovechando sus propiedades en el diseño de mezclas asfálticas.

En este diseño nos adecuamos a las demandas de tráfico actual a la que se encuentra sometida esta carretera, debido a que por esta zona el tránsito es pesado, ya que muchos carros se desvían por esta carretera, con el fin de evitar el pago de peaje, y estos carros en su mayoría son camiones con cargas muy pesadas, esto ocasiona que el pavimento sufra fatigamiento y desgaste acelerado en el fresado. Debido a este problema, se puede estimar una correcta evaluación de materiales y un correcto análisis de propiedades físicas y mecánicas, para determinar el tipo de diseño a emplearse.

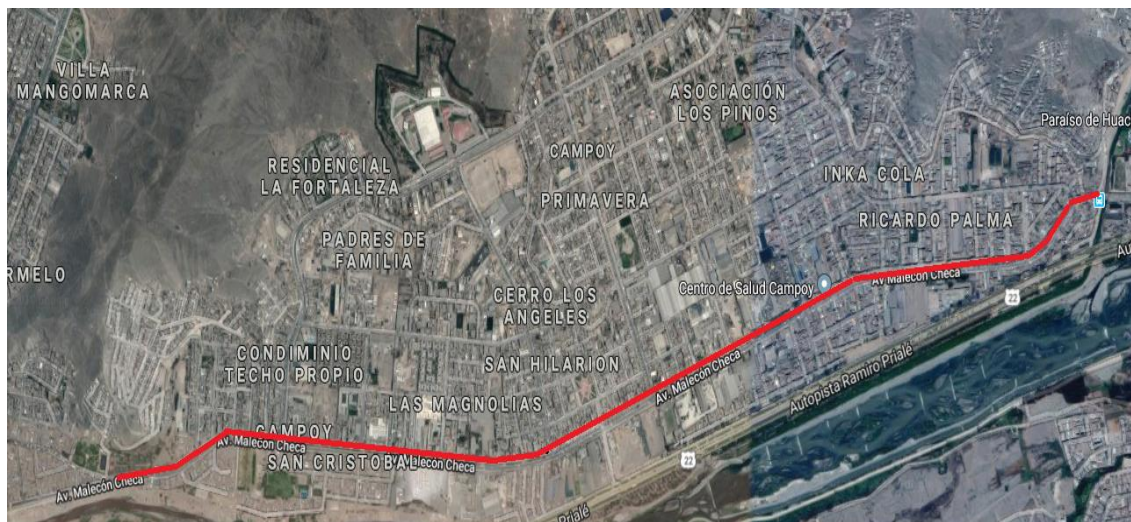


Figura 1. Av. Principal de Campoy– San Juan de Lurigancho.

Fuente: Google Earth Pro

En la actualidad el cambio climático y los desastres naturales, siempre han sido una problemática para la ingeniería, ya sea una edificación, puentes o carreteras, siendo esta última imprescindible para el crecimiento o desarrollo del país, ya que, las carreteras son arteria principal para el desarrollo de un país, esto se debe a que por ellas se facilita el transporte de alimentos, materia prima, transporte de la población, entre otros. Por lo cual las estructuras viales están sometidas a un constante uso, esto lleva a un desgaste que puede ser superficial o interno.

En todo el mundo, se utilizan distintos métodos para el diseño y construcción de vías, por la cual, muchas veces al ejecutar los proyectos de infraestructura vial, se omiten muchos factores externos como es el clima, que sería uno de los principales causantes de la duración y comportamiento del asfalto.

El Perú por ser un país con diferentes tipos de clima, necesita determinar un diseño específico, ya que el diseño de una mezcla asfáltica en una zona cálida, no tendrá la misma funcionabilidad que en una zona de baja temperatura. Es por ello que muchos diseñadores fallan, por ende la estructura no llega a obtener la durabilidad para la cual fue diseñada provocando diferentes tipos de fallas.

Chang, Vidal, Loria, Bustos y Delgadillo, (2013). El diseño de pavimentos nuevos y en la rehabilitación de pavimentos existentes. MEPDG 2008 considera el diseño de pavimentos flexibles y rígidos empleando principios mecánico para el cálculo de esfuerzos, deformación y deflexiones en la estructura del pavimento

Es por ello que se toma en cuenta muchos factores como las propiedades del material, la sobrecarga de los vehículos que se aplica en la carpeta asfáltica, el factor climático, entre otros.

Rondón y Reyes (2015) indicaron:

Con el continuo paso de los vehículos la carpeta asfáltica sufre ligeras flexiones, y esto hace que se genere esfuerzos de tensión en la parte inferior. Esta carga continua provoca que la mezcla asfáltica pierda rigidez y origina hundimientos plásticos, que a su vez transmite a la deformación de microfisuras (p. 298).



Figura 2. Red vial nacional

Fuente: MTC - 2011.

Este estudio se basa en un análisis crítico de diferentes estudios con el fin de lograr un enfoque metodológico que esclarezca su relevancia y diferencias en relación con el estudio propuesto y las circunstancias que lo sustentan. Diseñado para resaltar estos estudios, artículos, trabajos de investigación, etc. Podrían fortalecer su apoyo a la investigación en curso, que ha sido revisada por varios artículos nacionales e internacionales con resultados fructíferos.

II. MARCO TEÓRICO

En relación a los Antecedentes Internacionales Rodríguez (2010), en su tesis titulada: “Análisis de pavimento asfáltico modificado con polímero” Menciona que en los análisis de los resultados obtenidos de estabilidad y fluencia se logra demostrar que las mezclas asfálticas elaboradas con asfaltos modificados tienen un mejor comportamiento que las mezclas elaboradas con asfalto convencional, como era de esperarse, ya que el objetivo final de modificar los asfalto es mejorar sus propiedades.

Huertas y Cazar (2014), en su tesis titulado “Diseño de un pavimento flexible adicionando tereftalato de polietileno como material constitutivo junto con ligante asfáltico ac-20”, menciona que El objetivo principal es reducir la contaminación del ambiente y con eso progresar con los proyectos de reciclaje, reutilización y cuidado de desechos, se observa que el PET triturado retenido en el tamiz 4 y pasante del tamiz 3/8”, con un porcentaje de vacíos del 4 , tiene condiciones menores en estabilidad al compararlo con una briqueta tradicional con un porcentaje principal de asfalto de 6.5% y al 4% de vacíos, y a la vez nos muestra valores superiores en flujo tanto para la briqueta normal como para los límites de la norma NEVI-12.

Según Berrío (2017), en su tesis “Diseño y evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica tipo MSC-19 con incorporación de Tereftalato de Polietileno reciclado como agregado constitutivo” nos dice, Con los hallazgos más importantes se dieron un aumento de 37% con el módulo de resiliente y disminuyo 42% dando una mayor velocidad de la deformación plástica, para una mezcla que da el 1% de plástico en tamaños inferiores a 2.0mm.

Ortiz (2017), en su tesis “Mezclas asfálticas en caliente adicionando tereftalato de polietileno como agregado por el método de Marshall” Indíquenos que para mezclas asfálticas convencionales y mezclas asfálticas de tereftalato de polietileno (PET), la resistencia recomendada se encuentra dentro del rango de estabilidad con un valor mínimo de 1200 lbf. Las mezclas asfálticas con tereftalato de polietileno (PET) obtuvieron valores por debajo de este límite, pero se mantuvo estable.

En relación a los Antecedentes nacionales, Según López (2004), en su tesis titulada “Utilización de aditivos polímeros en pavimentos flexibles” nos dice que, el objetivo principal de su investigación es demostrar las ventajas de la aplicación de los polímeros en los pavimentos, a través de distintos estudios realizados en campo y laboratorio para su debida demostración, dando como resultado un impacto en lo económico.

Según Fajardo y Vergara (2015) en su proyecto de investigación titulada “Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas”, nos dice que, el polvo de neumático ayudaría a mejorar las propiedades físicas del pavimento, dando un mejor impacto de duración en su aplicación, además de ayudar con la contribución del medio ambiente, sería de gran ayuda que en nuestro país le tomen mayor importancia a este tipo de tecnología.

Según Herencia (2001), en su tesis titulada “Modificación de asfaltos con polímeros”, nos dice que, al evaluar 4 distintos polímeros que son el PE, EVA, SBS y SB, da un resultado bastante conciso, ya que los cuatro polímeros ayudaron a la mejora de estabilidad y durabilidad del asfalto, dando así un mayor alcance.

Según Ortiz Palomino, Lorena Vanessa (2014), en su tesis titulada “Evaluación en laboratorio del desempeño de morteros asfálticos y micropavimentos con agregados naturales del proyecto: Mantenimiento de carretera interoceánica norte”, nos dice que los micropavimentos con agregados naturales, ayuda a que las propiedades funcionales sean más seguras y resistentes al deslizamiento.

Según Martínez (2003), en su tesis titulada “Empleo del polímero SBR en la fabricación de mezclas asfálticas para zonas de altura”, nos informa que, el empleo del polímero SBR en el asfalto ayudara a determinar el tipo de comportamiento del pavimento aplicado en las alturas de nuestro país, debido a que hay factores que se tiene que tomar en cuenta como la temperatura ya que viene a ser los factores para que falle el pavimento.

a. Teorías relacionadas con el tema

i. Asfalto

Según (Reyes, 2003, p.45), "El asfalto, tanto como el bet n, viene a ser un material versátil, compuesto por agregados pétreos, integrado por resinas, aceites y asfaltenos, los cuales brindan una mejor firmeza, ductilidad y aglutinación".

Este estado sólido o semisólido cuenta con propiedades cementantes a una temperatura adecuada, al llevarlo a una temperatura adecuada llega a considerarse líquido.

(Reyes, 2003, p. 3. Los asfaltenos, resinas y aceites, están integrados, esto nos da una mejor consistencia, aglutinación y ductilidad, todo esto resulta cuando el asfalto se encuentre a una temperatura adecuada para su trabajabilidad y que esta se encuentre en un estado líquido (Reyes, 2003, p. 3).

Se considera termoplástico a un material, que, al combinarse con gravilla o arena a una temperatura determinada, se obtiene una consistencia pastosa, la cual se puede trabajar con mayor facilidad, esta puede ser aplicada en la construcción de infraestructuras viales (autopistas, autovías, vía expresa, carreteras de uno o más carriles, entre otros), además se puede utilizar en unas diferentes estructuras.

Composición

Se denomina betún a un sistema complejo de hidrocarburos coloidales, en el que es difícil determinar la relación óptima entre las fases dispersa y continua. Para descubrir su estructura, Nellenstein nos cuenta su primera experiencia en 1924, y en 1940 Feifery Zahl mejora su modelo. Los artículos y procedimientos analíticos son limitados. Propone una clasificación de los grupos de componentes del betún. Uno de ellos divide el asfalto en las siguientes categorías:

Asfaltenos

Estos compuestos poseen un alto peso molecular, generalmente de origen aromático con algunas ramificaciones, se encuentran en sus compuestos apreciable con elementos como el oxígeno, nitrógeno y azufre. Estos

asfaltenos proveen de una característica de dureza al asfalto y se hallan disueltos en los maltenos.

Maltenos

Podemos mencionar dos de ellos:

Resinas,

Son compuestos de menor peso molecular, poseen un número superior de ramificaciones en las cadenas, en este compuesto se observa presencia de nitrógeno y azufre, en sus cadenas, pero con una frecuencia mejor.

Aceites

Esta molécula posee menor peso molecular, sus enlaces son menos ramificados y con pocos aros. Se puede decir que los maltenos se encuentran ligados por las propiedades elásticas del asfalto.

Vemos que los aceites del asfalto, entre aquellos existe una degradación gradual de componentes aromáticos y un crecimiento en el carácter parafínico. Esa característica influye de forma general, en las propiedades reológicas del asfalto.

El estado cristalino de parafina sólida, produce que se endurezca el asfalto, y a temperaturas elevadas se licua. Esto origina unas variaciones sensibles en las características viscosas del asfalto.

La parafina genera que disminuya la adhesividad de los asfaltos en el agregado, si se elevara la cantidad de este material provocaría un desgaste prematuro del ligante, y así, influenciaría en las propiedades del pavimento y en su vida útil.

Propiedades físicas del asfalto

El asfalto es un material muy utilizado en las carreteras, debido a que tiene propiedades aglomerantes, cuando se enfría es muy resistente, se adhiere con facilidad a la superficie del afirmado, su impermeabilidad ayuda a que pueda durar por mucho más tiempo y cumplir con su tiempo útil de vida, además está sometido a muchos esfuerzos instantáneos, calor y cargas fijas.

Este asfalto posee en su mayoría componentes naturales que se derivan del petróleo, al hacer los procedimientos necesarios de la destilación al vacío

del crudo pesado, se obtiene una sustancia con propiedades plásticas y elásticamente controlables, cuando se mezcla con el resto de agregados, dando así un mejor resultado al momento de su aplicación, el asfalto posee un color oscuro medio negro, tiene un aspecto de consistencia que varía de líquida, semisólida y sólida, debido a que este aspecto va a depender directamente de la temperatura a la cual será sometida, para agregar los disolventes para su emulsificación.

Aglomeración

Vienen a ser aquellos insumos o materiales, los cuales pueden tener consistencias variables, también tienen la propiedad de ser maleables y se adhieren con facilidad, para que se puedan unir con otros materiales, llegando así a formar un material duro y consistente, alcanzando niveles mecánicos altos, se puede emplear en varios tipos de construcciones.

Estabilidad

Es la capacidad de los elementos estructurales que tienen al soportar esfuerzos a los que se encuentran sometidos sin dañarse, este efecto depende muchos esfuerzos para su buen desempeño o funcionamiento, entre los más relevantes tenemos el tipo de material que se va a emplear, la geometría del diseño y el tipo de unión entre los elementos.

Impermeabilidad

Es aquel material de grano fino que tiene los poros demasiado pequeños, que sirve para permitir la filtración del agua, a excepción del paso lento por capilaridad.

Esfuerzos instantáneos

Son fuerzas que actúan de forma rápida, debido al pasar de los carros que generan este tipo de esfuerzos, los cuales no deben afectar la estructura.

Consistencia

Es el grado de dureza que tiene el agregado, esta dureza está vinculada verticalmente con la temperatura, ya que cuando tiene un alto grado de calor, la mezcla se puede manejar y fijar.

Durabilidad

Se hace referencia al tiempo de vida que puede llegar a durar un asfalto, desde su aplicación hasta su rehabilitación, este pavimento no puede sufrir algún tipo de falla, solo debería ser retirado por envejecimiento o desgaste de la capa de rodadura.

Está relacionado horizontalmente a la condición de la mezcla asfáltica, por lo cual las propiedades del asfalto deben de ser las correctas, para evitar algún tipo de fallo, debe de ser sólido y consistente, debe poseer flexibilidad para así evitar su fallo por fatiga, dándonos así un pavimento que llegue a durar el tiempo de vida con el cual fue estimado.

Viscosidad:

Es una característica principal del asfalto, ya que sirve para la unión de los materiales, dando así un mejor aspecto al momento de trabajarlo, además que sirve como un bloqueo para el flujo de líquidos

Vulnerabilidad térmica:

El asfalto está relacionado directamente con la variación de temperatura, debido a que este es un material termo-plástico, que quiere decir que al enfriarse su manejo es menos trabajable, ya que se vuelve duro, y al momento de ser colocada pierde su propiedad viscosa, esto quiere decir que es muy probable que no se pueda adherirse correctamente.

Además, su nivel de consistencia se vuelve menor según se va enfriando, y esto no favorece que se puedan mezclar correctamente con los agregados, ya que el asfalto tiene que cubrir toda la mezcla, para que los demás agregados se puedan combinar correctamente en medio de ella, para que así pueda adecuarse correctamente a la compactación, llenando los espacios.

Vacíos de aire

Es una característica que nos permite medir el porcentaje de vacíos en una mezcla asfáltica, ayudando así a conocer su resistencia y grado de ruptura, brindando información sobre la durabilidad que puede llegar a tener el asfalto.

Elasticidad:

Es una de sus propiedades del asfalto debido a que es apoyado por su plasticidad, esto ayuda a que cuando el asfalto sufra algún esfuerzo y sea deformado, esta tiene la propiedad de volver a su estado natural, ayudando así a que sufra fallas por fatiga o se alargue el tiempo de llegar a padecerlas.

Adhesión y cohesión:

Estas dos hacen referencia a que al momento de aplicar el asfalto en la mezcla, esta debe de ayudar a que todos los materiales se puedan llegar a unir, dando así como resultado que puedan trabajar todas juntas mejorando su calidad, estas propiedades nunca se deben de perder, así se apliquen nuevos polímeros a las mezcla, porque es la razón principal para que no lleguen a fallar de una manera rápida, gracias a esto las propiedades de los agregados de las mezclas asfálticas que fueron estimadas al momento de unirlos, puedan llegar a cumplir el propósito pronosticado o esperado.

Solidificación y envejecimiento:

El asfalto al enfriarse tiende a solidificarse debido a que los agregados juntos hacen una mezcla muy resistente de color negro o plomo oscuro, a este cambio es conocido como oxidación, el cual se produce de manera eficaz a temperaturas altas, además que los agregados se encuentran en pequeñas partículas en el centro de la mezcla, que son cubiertos a altas temperaturas, pero no todas las partículas se solidifican al mismo tiempo, por lo que se hace diferentes pruebas a cada asfalto para poder determinar su maduración, obteniendo así un límite de solidificación.

La solidificación del asfalto ocurre después de la colocación de la carpeta asfáltica, su principal impulsor es la oxidación y la polimerización, por lo cual, estas operaciones pueden dejar de llevarse a cabo, si se conserva una capa gruesa de pavimento, en el asfalto culminado, que cubran todas sus partículas.

Función:

Entre sus funciones principales que debe de cumplir es que tiene que evitar que los líquidos penetren en la estructura, dañando sus aleaciones, por lo que

aminora el agua de la superficie ya sea del ambiente o causado por las personas.

Tiene que ser una óptima mezcla de agregados, ya que, esto ayudará a aumentar la resistencia de la estructura, el material a implementarse garantiza un mejor desarrollo económico, ayudando a que sea más flexible sin que sufra un daño por la fatiga.

ii. Agregados pétreos

Vienen a ser los materiales granulares sólido, los cuales son utilizados en las carpetas asfálticas de las carreteras con o sin adición de agregados activos, los cuales se usan en la elaboración de materiales artificiales con una mayor resistencia, los cuales se juntan con los conglomerantes de activación hidráulica o con los ligantes asfálticos (Smith y Collins, 1994, p. 88).

Propiedades

Las propiedades de estos agregados se identifican de dos puntos que son los elementos aislado y los elementos en conjunto.

Propiedades aisladas

Los insumos como elementos aislados tienen propiedades físicas y químicas visibles, en las propiedades físicas tales como la densidad, forma, permeabilidad, porosidad, dureza, elasticidad, entre otros, y en las propiedades químicas como el hinchamiento, solubilidad, alterabilidad, entre otros.

Propiedades de conjunto

Las propiedades que destacan de los agregados pétreos en conjunto, vienen a ser que el desgaste de la vía, el cual no afectará a la fricción de los agregados conglomerados o combinados. Los tipos van a depender por su origen y técnica de uso, entre los que tenemos son:

Agregados naturales

Son aquellos que sufren una transformación de su composición y tamaño, utilizados para las exigencias de su punto final.

Trituración de áridos

Se obtiene de la trituración de rocas de las canteras u de otro lado, con la condición de que sus propiedades físicas sean las adecuadas para el uso respectivo, sin alterar abruptamente su funcionamiento.

Agregados artificiales

Estos tipos de agregados son procesados de forma industrial, para poder obtener un mejor alcance a la hora de su uso.

Agregados marginales

Estos agregados son como el desprecio, esto quiere decir que no cumplen con los criterios.

Clasificación de las emulsiones asfálticas

Las emulsiones asfálticas se clasifican en dos categorías:

Catiónicas

En este tipo el agente emulsionante, transmite una polaridad positiva a los glóbulos, es decir, se les añade una carga positiva.

Anomionicas

En este tipo el agente emulsionante, le transmite una polaridad negativa al glóbulo, es decir, se les añade una carga negativa.

iii. Mezclas Asfálticas en caliente

Es un material muy utilizado en la elaboración de carreteras, pavimentos industriales, aeropuertos, etc. Sin olvidar que se utilizan en la parte inferior de vías de tráfico pesado. Estas ofrecen amplias ventajas frente a diversos materiales por su maniobrabilidad y versatilidad de ser utilizado y reparado a comparación del concreto que cumple su misma función, pero tiene un costo mayor y su mantenimiento requeriría una mayor inversión por la parte económica y humana. Una mezcla asfáltica, está constituida básicamente por un ligante asfáltico el cual es obtenido generalmente de la destilación del petróleo crudo, agregados finos y gruesos y llenante (mineral no arcilloso que

pasa por el tamiz N°200). Para que el pavimento funcione correctamente es imprescindible que cada componente del pavimento se encuentre en la proporción adecuada, así mismo cada uno de estos componentes debe cumplir con características físicas y químicas, la falta de calidad en cualquiera de estas características podría afectar el comportamiento y desempeño de la mezcla, para ello se efectúan distintos ensayos a la mezcla. (Sanchez y Campagnoli, 2016, p. 45).

iv. Cementos asfálticos

El cemento asfáltico es un ligante denso que se emplea en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente, fabricados con los residuos de la destilación del petróleo crudo y aceites aromáticos. Se designa una graduación de dureza adecuada, para los tipos de construcción, cambio climático, naturaleza y clase del tráfico. (WRIGHT, 2011, p. 78).

Distribución de cementos asfálticos

Esta distribución se basa generalmente en condiciones climáticas, por lo que deben tomarse en consideración recomendaciones:

Utilizar los procesos constructivos adecuados, sobre todo al momento de mezclado y compactación de las capas asfálticas.

Emplear materiales bien graduados, sanos y limpios.

Así mismo debe aplicar a temperaturas adecuadas, dependiendo de su viscosidad.

Características y comportamiento de la mezcla asfáltica

De acuerdo con Ibañez (2012), se analizaron mezclas asfálticas de pavimento preparadas en laboratorio para determinar su desempeño y desempeño en pavimentos posteriores. El análisis se enfoca en ciertas propiedades de la mezcla, ya que cualquier irregularidad en las mismas puede hacer que la mezcla se comporte de manera anormal (p. 13). 125). Estas características son:

Contenido de betún. - La distribución del betún en la mezcla es importante porque debe determinarse en el laboratorio y comprobarse con gran precisión en la obra. El contenido de la mezcla debe determinarse de acuerdo con el método de diseño elegido, la composición óptima de esta mezcla depende en

gran medida de las propiedades del relleno, como el tamaño de partícula y la capacidad de absorción. b) Granularidad, cuanto más fino es el contenido de betún, mayor es el área superficial, más betún se requiere para cubrir toda la superficie, mientras que las mezclas de áridos gruesos requieren menos betún porque tienen menos área superficial. la superficie de los áridos está relacionada con el contenido de betún Existe una relación entre , que es más pronunciada en presencia de áridos minerales. una pequeña porción a través de un tamiz n°200 (0.075mm).

Un pequeño aumento en el contenido de áridos minerales puede absorber significativamente el contenido bituminoso, lo que puede dañar la mezcla, haciéndola inestable y seca. Por otro lado, los minerales bajos o nulos darán como resultado una mezcla muy rica o húmeda. En conclusión, cualquier cambio en el contenido mineral provocará cambios en las propiedades de la mezcla, por lo que en lugar de hacer ajustes aleatorios, se deben realizar muestreos y pruebas adecuados para determinar la causa del cambio y, si los resultados lo justifican, un diseño de mezcla diferente..

La absorción de los agregados de una mezcla es imprescindible para poder hallar el contenido óptimo de la mezcla. Aquel se debe a que adicionar el óptimo asfalto a la mezcla para que así permita la absorción, y para esto se debe cubrir las partículas con una película óptima de asfalto.

El material total de asfalto es el contenido de asfalto que debe ser aumentado a la mezcla para que se hallen las cualidades deseadas en el conjunto de materiales. El contenido neto de asfalto es el volumen de material no absorbido por el material; es el contenido de asfalto que contiene la película ligante directa sobre el exterior.

La absorción de un agregado es una cualidad principal en el concepto del contenido de asfalto de una mezcla. Principalmente se adquiere la capacidad de absorción de las fuentes del agregado, pero es importante efectuar ensayos a con gran detalle cuando son usadas fuentes nuevas.

Densidad de la mezcla, la mezcla compactada, es llamada peso unitario, esta es una característica muy importante debido a que es muy importante tener una densidad óptima en el pavimento para tener un alto rendimiento y

durabilidad. En los ensayos realizados para el análisis de diseño de mezcla, generalmente estos resultados se expresan en kilogramos por metro cubico (kg/m³). Las especificaciones requieren que la densidad del pavimento sea un porcentaje de la densidad del laboratorio.

El vacío de agregados minerales representa (VMA) el espacio existente para acomodar el material de asfalto, cuando mayor sea la cantidad de agregados minerales, existirá un mayor espacio para asfalto. El VMA cuenta con valores mínimos los cuales estas recomendados.

v. Tereftalato de Polietileno

Es un tipo de poliéster, que fue descubierto en 1941 por J.R. Whinfield y J.T. Dickson, quien lo patento como un polímero elastómero, debido a su alto peso molecular, tiene una estructura alifática y aromática, semicristalina. Actualmente es uno de los materiales más usados para elaborar botellas, mediante la nueva tecnología del soplado de envases, debido a que es un material de baja contaminación, por lo cual es una buena opción para reemplazar el envase de vidrio o metal, por su buen comportamiento en su fabricación, debido a que arroja un mínimo de desperdicio, además, es un material muy trabajable en altas temperaturas, con propiedades restituibles el cual cuando pasa de un estado sólido a un estado líquido, todo esto causado por la temperatura, pero esta se recupera al enfriarse sin perder sus propiedades iniciales. La prioridad de la investigación es darle un porcentaje exacto de diseño en la mezcla asfáltica, convirtiéndose en un agente modificador, se priorizará en primer lugar, su comportamiento mecánico en la mezcla.

1. Degradación y reciclaje del tereftalato de polietileno (PET)

Como se sabe, el PET es un material que difícilmente se biodegrada debido a que uno de sus componentes es la cristalinidad, por lo cual esto tardaría en ocurrir más de 100 años, por lo cual se está tratando de hacer más sencillo, para acelerar su descomposición o también se puede degradar químicamente, para poder darle uso en otro producto, ya que se cambiaría la estructura molecular mediante la ayuda de luz ultravioleta provocada por la energía del sol por lo que habrá presencia de oxígeno, por lo cual se debilitará y se destrozará en tan pequeñas partículas que podrán ser desaparecidas por

microorganismos, esto ayudaría a reducir la contaminación del medio ambiente.

Al reciclado de PET, se dice a la basura o desperdicio, el cual fue desechado, considerándolo inservible, una vez que se recupera este material de la basura, se le da un tratamiento especial, para poder volver a usarlo, debido a que conserva sus propiedades. Se debe de motivar o buscar una manera de contribuir con el reciclado, utilizando los múltiples métodos de reciclaje.

2. Granulometría

La granulometría, entre más finos contenga el asfalto, en incremento será en área de la superficie y será la mayor la cantidad de asfalto será requerida para recubrir toda la superficie, además las mezclas con agregados gruesos, requieren menos asfalto ya que poseen menos área superficial, existen una relación entre el área superficial del contenido de asfalto y el agregado, y esta es más acentuada cuando hay un relleno mineral. Las fracciones pequeñas pasan por el tamiz n°200 (0.075mm).

Un pequeño aumento en el contenido de áridos minerales puede absorber significativamente el contenido bituminoso, lo que puede dañar la mezcla, haciéndola inestable y seca. Por otro lado, los minerales bajos o nulos darán como resultado una mezcla muy rica o húmeda. En conclusión, cualquier cambio en el contenido de minerales provocará cambios en las propiedades de la mezcla, por lo que en lugar de hacer ajustes aleatorios, se deben realizar muestreos y pruebas adecuadas para determinar la causa del cambio y, si los resultados lo justifican, un diseño de mezcla diferente. Los agregados que absorben la mezcla son muy importantes para encontrar el contenido óptimo de la mezcla. Esto se debe a que se añade a la mezcla el betún óptimo para su absorción, y para ello los gránulos deben recubrirse con una película bituminosa óptima.

El material asfáltico total es la cantidad de asfalto que se debe agregar a la mezcla para lograr la masa deseada en la mezcla. El contenido bituminoso neto es la cantidad de material que no ha sido absorbido por el material; es el contenido de betún de la película de adhesivo directo externo. La absorción de

un agregado es una cualidad principal en el concepto del contenido de asfalto de una mezcla.

Principalmente se adquiere la capacidad de absorción de las fuentes del agregado, pero es importante efectuar ensayos a con gran detalle cuando son usadas fuentes nuevas.

3. Peso específico

Es un indicador de la calidad del agregado, el agregado de alto valor es de buena calidad, y el agregado de baja densidad es suelto y friable. Dado que las partículas de agregado generalmente contienen poros saturados e insaturados, dependiendo de su permeabilidad interna, pueden estar vacías, parcialmente saturadas o completamente llenas de agua, lo que da como resultado una variedad de estados de humedad que pertenecen al mismo tipo de peso.

4. Dosificación

Es la proporción que se da a una mezcla para su adecuado funcionamiento, destinando así una proporción específica a cada componente a utilizarse. La dosificación para una mezcla asfáltica es un tema delicado, debido a que no puede haber algún tipo de error, por lo que se basa en diferentes aspectos y antecedentes, por los cuál se admite un rango ya conocido de proporción como base, lo cual se pasará a aumentar, observando las reacciones y/o efectos que esta produce en la mezcla, los porcentajes son 1%, 1.5% y 2%.

a. Agregado grueso

El agregado grueso se define como el material retenido en un tamiz de 4,75 mm (No. 4) que resulta de la descomposición natural o mecánica de la roca dentro de los límites especificados en ITINTEC 400.037. El agregado grueso puede ser grava, piedra triturada, etc. En suelo grueso, el comportamiento mecánico e hidráulico está determinado principalmente por el volumen de las partículas y su orientación, lo cual es característico del ensayo de destrucción del tamaño de partícula, porque se realiza de la misma forma, porque el resultado final es perder todo rastro de propiedades tan importantes (Flores, Herbert, 2014, p.3).

b. Agregado fino

El agregado fino es arena o piedra natural triturada que es lo suficientemente pequeña para pasar a través de un tamiz de 9,5 mm (3/8 de pulgada) y cumple con los límites de ITINTEC 400.037. La arena es el resultado de la descomposición natural de las rocas; los que llevan las corrientes de aire o los ríos se almacenan en alguna parte. En los suelos finos, en su estado inalterado, las propiedades mecánicas e hidráulicas están adaptadas a su estructura e historia geológica, por lo que el conocimiento de su tamaño de grano es completamente inútil. Sin embargo, los ingenieros interesados en el suelo deben estar completamente familiarizados con los estándares de ingeniería y, lo que es más importante, con los métodos de determinación basados en la distribución del tamaño de las partículas. (Flores, Herbert, 2014, p.3).

5. Preparación de tereftalato de polietileno (PET) para mezclas asfálticas

Para los cementos asfálticos, se debe elegir el polímero adecuado para su mezcla, ya que de esto va a depender su desenvolvimiento en su colocación, el implemento del PET, ayudará a mejorar las propiedades flexibles y resiliencia al pavimento, con esto se obtendrá una mejor rigidez y estabilidad, pero todo esto se basa en la concentración y peso molecular.

Parámetros del PET:

- Forma física
- Grado de asfalto
- Equipo a utilizar
- Tiempo
- Temperatura
- Compatibilidad
- Tipo

vi. Tráfico pesado

Es usado principalmente para el comercio, debido a que transitan vehículos de capacidad de carga bastante amplia, de tipo N, ya que es una alternativa para unirse con autopistas.

vii. Ensayos en el diseño de asfaltos.

Para los ensayos de diseño de mezclas asfálticas, los materiales deben ser de buena calidad, por ello pasan por una evaluación independientemente cada material, una vez seleccionados y evaluados, se mezclan, para evaluar su comportamiento como un todo.

1. Ensayo a los agregados:

Son aquellos ensayos donde se evalúan los materiales, para poder observar los comportamientos con respecto a su resistencia, flexibilidad, durabilidad, entre otros, determinando así su calidad, basándonos en aspectos básicos, en normas técnicas nacionales e internacionales como el AASHTO, ASTM Y MTC.

Los ensayos se realizan:

Agregados gruesos.

Tabla 1. Requerimientos para los agregados gruesos

| ensayo | Norma |
|---|------------------------|
| Análisis granulométrico por tamizado | ASTM D-422, MTC E 204. |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | MTC E209 |
| Abrasión los ángeles | MTC E207 |
| Partículas chatas y alargadas | ASTM 4791 |
| Caras fracturadas | MTC E210 |
| absorción | MTC E206 |

Fuente: manual de carreteras-EG-2013.

Agregados finos.

Tabla 2. Requerimientos para los agregados finos

| ensayos | Norma |
|---|-----------|
| equivalente de arena | MTC E 209 |
| índice de plasticidad (malla N° 40) | MTC E 211 |
| índice de durabilidad | MTC E 214 |
| índice de plasticidad (malla N° 200) | MTC E 211 |
| absorción | MTC E 205 |

Fuente: manual de creteras-EG-2013.

2. Ensayo al asfalto:

Este ensayo nos sirve para evaluar que cumpla con los estándares de diseño esperado, dando a conocer así el buen funcionamiento de sus propiedades de la mezcla asfáltica.

3. Ensayo a la mezcla asfáltica reciclada con plástico reciclado.

En esta etapa del proceso de ensayo, viene a darse el ensayo a toda la mezcla de los agregados reciclados y tratados, más el adicional del plástico, para determinar su nueva propiedad mejorada.

Estos ensayos son:

Ensayo Marshall

Tabla 3. Requisitos para el reciclado de las mezclas asfálticas en caliente.

| Parámetro de diseño | Clases de mezcla | | |
|--|------------------|---------|---------|
| | A | B | C |
| Marshall MTC E 504 | | | |
| 1. Compactación, número de golpes por lado | 75 | 50 | 35 |
| 2. Estabilidad (mínimo) | 8.15 KN | 5.44 KN | 4.53 KN |
| 3. Flujo 0,01” (0,25 mm) | 8 - 14 | 8 - 16 | 8 - 20 |
| 4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505) | 3 - 5 | 3 - 5 | 3 - 5 |
| Inmersión – Compresión (MTC E 518) | | | |
| Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3) | 1.700- 4.000 | | |

Fuente: EG- 2013 (MTC)

- a) Esta aplicación en climas fríos da mucho mejor resultado, debido y a su estabilidad y flujo de mejora.
- b) Nos da a conocer la cantidad de vacíos óptimos para una buena mezcla.
- c) En zonas donde el clima es frío se recomienda que la relación Est. /flujo sea de la menor magnitud posible.
- d) El Índice de Compactibilidad mínimo será 5. El Índice de Compactibilidad se delimita como: 1/GEB 50 - GEB 5; siendo GEB50 y GEB5, las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes.

4. Ensayo Marshall

Este ensayo ayuda a determinar un contenido óptimo de asfalto y agregados, para evaluar su funcionamiento. Contiene agregados con tamaños máximos de 25 mm o menores a 1 pulgada.

Este método es usado en las mezclas asfálticas en caliente, ya que se usa cemento asfáltico, donde se analizan briquetas, para conocer sus características, por lo cual su espesor varía de 64 mm hasta 102 mm.

Este ensayo nos permite reemplazar casi cualquier tipo de agregado, brindándonos nuevas alternativas de diseño.

III. METODOLOG A

a. Formulación del problema

¿En qué medida favorece la aplicación de tereftalato de polietileno reciclado en el diseño de mezclas asfálticas en la Av. Principal de Campoy,2018?

Específico:

¿Cómo influye la aplicación de polietileno tereftalato reciclado en el costo del diseño de las mezclas asfálticas en la Av. Principal de Campoy,2018?

¿De qué manera influye la aplicación de polietileno tereftalato reciclado en la condición del diseño de la mezcla asfáltica en la Av. Principal de Campoy,2018?

¿Qué efectos produce la aplicación de polietileno tereftalato reciclado en el deterioro del diseño de la mezcla asfáltica, en la Av. Principal de Campoy,2018?

b. Justificación del estudio

Debido a las fallas del pavimento flexible que se encuentra en la Av. Principal de Campoy con una alta serviciabilidad, se desea proponer un diseño para la mezcla asfáltica que cumpla con las necesidades de tráfico y poder contribuir con la calidad de vida para las personas.

Este estudio no solo busca fomentar el desarrollo sostenible y mejorar la circulación de los transportistas, sino también, busca beneficiar a los transeúntes con una mezcla asfáltica que cumpla las expectativas para el cual será diseñado,

Alejandro Padilla Rodríguez. (2015) indico: La mezcla asfáltica se utiliza en la construcción de carreteras ya sea como base o como capa de cobertura, su finalidad es brindar a los usuarios de la vía una superficie de rodadura cómoda, segura y económica, para solucionar el problema de la circulación vehicular, además de la transferencia de tráfico. debido a la carga, suficiente a la Explanada para poder conseguir apoyo para la misma.

El pavimento flexible vista desde un punto teórico, está formada por distintas capas, comúnmente solo se usan en la construcción o rehabilitación 3 capas de estructura como la subbase, base y la capa de asfalto, todas debidamente compactadas, pero también según corresponda se puede

considerar la subrasante mejorada y la subrasante, según el caso sea, con la finalidad de mejorar las ventajas de las propiedades de los materiales de las capas del pavimento.

Wright y Dixon (2011) Indicaron: El pavimento se mantiene con constante contacto con las cargas y estas a su vez las distribuyen a la subrasante; cuentan con una estabilidad que depende de tres factores como lo son el entrelazamiento de los agregados, de la fricción y por último de la cohesión.

i. Justificación metodológica:

Este proyecto de investigación se justifica porque permite aplicar procedimientos y ensayos para hacer el uso de pavimento y plástico reciclado en diseño de mezclas asfálticas en la Av. Principal de Campoy, 2018

ii. Justificación tecnológica

Un país basa su desarrollo en la interconexión de sus distintas poblaciones ya sea con el transporte de mercaderías o comunicación de la población.

Esta necesidad ha llevado a la búsqueda de nuevas tecnologías que apoyen la construcción de carreteras asfaltadas con mayor rendimiento, durabilidad y menores costos de mantenimiento.

En futuras investigaciones, se desarrollarán estructuras de pavimento utilizando plásticos reciclados. Se caracteriza por la resistencia a la deformación, la carga y los esfuerzos de tracción repetidos causados por el transporte, así como por los factores climáticos y los cambios de temperatura.

El plástico reciclado le dará propiedades diferentes a la mezcla asfáltica, influenciadas por el tráfico, clima y tipo de suelo.

Estos son los datos acerca de las botellas de plástico, para tomar una noción de su reuso.^{33w}

- Las botellas se biodegradan en 700 años.
- En un 90% del precio o costo del agua embotellada es por la botella.

- La gran parte de las botellas no se reciclan en un 70% se va a la basura cada año.

iii. Justificación económica

La infraestructura vial tiene un gran impacto en la economía de nuestro país, ya que tiene un alto valor y debido al alto costo de construcción, mantenimiento o reparación, también hay que sumar los gastos en que se incurre por el mal estado de las vías; Por lo tanto, los ingenieros dedicados que trabajan en esta rama de la profesión enfrentarán un obstáculo muy importante para entregar estructuras de pavimento efectivas con presupuestos cada vez más limitados y plazos más cortos.

El presente trabajo tiene como finalidad analizar el comportamiento del suelo cohesivo y la deformación que pueda llegar a tener en toda su vida útil, así como también las características que presenta este tipo de suelo y analizar la resistencia que este presenta para poder prevenir el asentamiento y se dañen nuestras infraestructuras viales, y así poder construir vías con más amplia vida útil, sin poner en riesgo la integridad y la salud de las personas que se encuentren cerca o protegidas por estas estructuras.

c. Hipótesis.

La aplicación de polietileno tereftalato reciclado influye favorablemente en el diseño de mezclas asfálticas en la Av. Principal de Campoy, 2018.

Específicos.

La aplicación de polietileno tereftalato reciclado mejora la condición del diseño de la mezcla asfáltica, en la Av. Principal de Campoy, 2018.

La aplicación de polietileno tereftalato reciclado reduce considerablemente el costo del diseño de la mezcla asfáltica en la Av. Principal de Campoy, 2018.

La aplicación de polietileno tereftalato reciclado reduce el deterioro del diseño de la mezcla asfáltica, en la Av. Principal de Campoy, 2018.

d. Objetivos:

General:

Determinar en qué medida favorece la aplicación de polietileno tereftalato en el diseño de mezclas asfálticas en la Av. Principal de Campoy, 2018.

Específicos:

Determinar de la aplicación de polietileno tereftalato la influencia en el costo del diseño de la mezcla asfáltica en la Av. Principal de Campoy, 2018.

Determinar la influencia de la aplicación de polietileno tereftalato reciclado en la condición del diseño de mezcla asfáltica, en la Av. Principal de Campoy, 2018.

Determinar los efectos de la aplicación de polietileno tereftalato reciclado en el deterioro del diseño de la mezcla asfáltica, en la Av. Principal de Campoy, 2018.

3.1 Diseño, tipo y nivel de investigación:

El diseño de la presente investigación es cuantitativo - experimental. En mención a esto, Sampieri (2006) nos indica que la investigación experimental demanda la manipulación intencional de una acción para poder analizar sus posibles resultados.

Esta investigación, se empleará el diseño Marshall con el cemento asfáltico PEN 60/70 y con adición de Tereftalato de Polietileno. Manteniendo las características propiedades de una mezcla asfálticas adecuada

Nivel de investigación

I.1.1 Investigación explicativa:

Explica una relación entre causa-efecto con dos o más variables. Lo cual se alcanza con el Diseño Experimental.

Según Rodríguez (2011), esta investigación busca la manera de pueda explicar cómo, donde y cuando ocurre un fenómeno (p. 52)

I.2 Variables y Operacionalizacion

Variable Independiente (VI)

I.2.1 Variable Independiente (VI)

Polietileno tereftalato reciclado

I.2.2 Variable Dependiente (VD)4

Diseño de mezclas asfálticas

I.3 Operacionalización de variables

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIÓN | INDICADOR | INSTRUMENTO | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---|--|--|---|---|--|--|
| VARIABLE 1: INDEPENDIENTE Tereftalato de polietileno reciclado | <p>El PET reciclado podría minimizar el costo de la construcción de carreteras porque este material reciclado es más barato que el betún y es muy fácil de encontrar. Por lo tanto, el asfalto modificado con PET puede soportar las fallas en carreteras mencionadas anteriormente. Además, mejora el nivel de rendimiento y la vida útil de la carretera. ((Rahman y Wahab, 2013, p. 4).</p> | <p>El objetivo es encontrar un porcentaje óptimo de uso, funcionando como un agente modificador, el cual va a reemplazar al agregado fino en distintas porciones, hasta estabilizar la mezcla asfáltica, mejorando las propiedades físicas (Ramírez, Grajales y Vidal, 2014, p.22).</p> | <p>Granulometría</p> <p>Dosificación</p> | <p>Tamaño</p> <p>Porcentaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1% • 1.5% • 2% | <p>Observación estructurada (Hernández, 2006, p. 316).</p> | <p>Escala de intervalo (Belloso, 2010, p.343).</p> |
| | <p>El objetivo es encontrar un porcentaje óptimo de uso, funcionando como un agente modificador, el cual va a reemplazar al agregado fino en distintas porciones, hasta estabilizar la mezcla asfáltica, mejorando las propiedades físicas (Ramírez, Grajales y Vidal, 2014, p.22).</p> | <p>Para que el pavimento funcione correctamente es imprescindible que cada componente del pavimento se encuentre en la proporción adecuada, así mismo cada uno de estos componentes debe cumplir con características físicas y químicas, la falta de calidad en cualquiera de estas características podría afectar el comportamiento y desempeño de la mezcla, para ello se efectúan distintos ensayos a la mezcla. (Sanchez y Campagnoli, 2016, p. 45).</p> | <p>Salazar (2008), El betún se puede modificar con cargas minerales, de caucho, plásticas o hidrocarbonadas. Estos betunes se identifican cambiando sus propiedades físicas, como la sensibilidad al calor, que debe ser lo más baja posible para ser lo suficientemente flexible para evitar el agrietamiento a bajas temperaturas y tiempos de carga cortos. carga, resistencia a la deformación.</p> | <p>Características</p> | <p>Estabilidad</p> <p>Flujo</p> <p>Vacios de aire</p> <p>Peso específico</p> <p>Contenido de impureza</p> <p>Temperatura</p> | <p>Observación estructurada (Hernández, 2006, p. 316).</p> |
| VARIABLE 2: DEPENDIENTE Diseño de mezclas asfálticas en caliente | <p>Salazar (2008), El betún se puede modificar con cargas minerales, de caucho, plásticas o hidrocarbonadas. Estos betunes se identifican cambiando sus propiedades físicas, como la sensibilidad al calor, que debe ser lo más baja posible para ser lo suficientemente flexible para evitar el agrietamiento a bajas temperaturas y tiempos de carga cortos. carga, resistencia a la deformación.</p> <p>Por lo tanto, el diseño de mezclas asfálticas está determinado principalmente por cambiar su comportamiento dependiendo de la temperatura a la que se encuentren, por lo que el asfalto tiene diferentes consistencias a diferentes temperaturas. Cuando un material es reemplazado por otro, su composición cambia.d (Salazar, 2008, p. 88).</p> | <p>Salazar (2008), El betún se puede modificar con cargas minerales, de caucho, plásticas o hidrocarbonadas. Estos betunes se identifican cambiando sus propiedades físicas, como la sensibilidad al calor, que debe ser lo más baja posible para ser lo suficientemente flexible para evitar el agrietamiento a bajas temperaturas y tiempos de carga cortos. carga, resistencia a la deformación.</p> <p>Por lo tanto, el diseño de mezclas asfálticas está determinado principalmente por cambiar su comportamiento dependiendo de la temperatura en la que se encuentren, por lo que el asfalto tiene diferentes consistencias a diferentes temperaturas. Cuando un material es reemplazado por otro, su composición cambia. (Salazar, 2008, p. 88).</p> | <p>Composición</p> <p>Agente modificador</p> | <p>Agregados finos</p> <p>Agregados gruesos</p> <p>Cemento asfáltico</p> <p>PET</p> | | |

I.4 Población y muestra

I.4.1 Población

Para este tipo de investigación se tomara como población los laboratorios del ministerio de transporte.

I.4.2 Muestra

El número de muestras propuestas responde a lo indicado en cada normativa del ministerio de transportes, los ensayos establecidos.

I.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Para llevar a cabo este estudio se utilizaron los siguientes métodos:

Uno de los métodos más importantes de recopilación de datos es la observación. El procedimiento que se utilizará para recopilar datos es la prueba de laboratorio. Cada una de estas pruebas tiene su propio instrumento de medición y está regulada a nivel nacional. (Departamento de Transporte y Comunicaciones) e Internacional (Aashto).

Las pruebas para evaluar las variables se realizarán en el laboratorio del Departamento de Transporte. Al respecto, se adjunta un certificado emitido por los técnicos y encargados del laboratorio correspondiente, que acredita la validez de los resultados de los ensayos antes mencionados, así como la confiabilidad de los equipos y procedimientos empleados, y acredita la aprobación del Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC.

IV. RESULTADOS

IV.1 Ensayos de agradados finos:

IV.1.1 Análisis granulométrico norma CE. 010

El Reglamento Nacional de Edificaciones capítulo 3, presenta una información detallada sobre los límites de porcentajes de agregados de las mezclas asfálticas en caliente, esto mediante el tamaño máximo nominal para mezclas asfálticas en caliente “MAC” en la presenta investigación se analizará mediante en las curvas del MAC-2 como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 4. Porcentaje pasante según MAC

| | PORCENTAJE QUE PASA | | |
|-----------------|---------------------|----------|---------|
| | MAC - 1 | MAC - 2 | MAC - 3 |
| 25,0 mm (1") | 100 | - | - |
| 19,0 mm (3/4") | 80 - 100 | 100 | - |
| 12,5 mm (1/2") | 67 - 85 | 80 - 100 | - |
| 9,5 mm (3/8") | 60 - 77 | 70 - 88 | 100 |
| 4,75 mm (N° 4) | 43 - 54 | 51 - 68 | 65 - 87 |
| 2,00 mm (N° 10) | 29 - 45 | 38 - 52 | 43 - 61 |
| 425 µm (N° 40) | 14 - 25 | 17 - 28 | 16 - 29 |
| 180 µm (N° 80) | 08 - 17 | 08 - 17 | 09 - 19 |
| 75 µm (N° 200) | 04 - 08 | 04 - 08 | 05 - 10 |

Fuente: reglamento nacional de edificaciones 2006

En la Tabla 6 se verán las gradaciones de los materiales finos, realizados con los tamices calibrados

Tabla 5. Características del suelo.

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS | | | | | CARACTERIZACIÓN DEL SUELO | | | | |
|-----------------------------------|------------------|-------------|----------|-----------|---------------------------|---|--------|-----------------------------|-----------|
| MALLAS | | PESO | RETENIDO | RETENIDO | PASA | Muestra Seca | : | 26,491.0 | 100.0 |
| SERIE | ABERTURA | RETENIDO | PARCIAL | ACUMULADO | (%) | Inicial | : | g | % |
| AMERICANA | (mm) | (g) | (%) | (%) | | Material > 3" | : | -- | -- |
| 3" | 76.200 | | | | | Material Ret. | : | -- | -- |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | 2" | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | Material Ret. | : | -- | -- |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | 3/4" | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | Material Ret. | : | -- | -- |
| 3/4" | 19.050 | | | | | 3/8" | | | |
| 1/2" | 12.700 | | | | | Material Ret. | : | -- | -- |
| 3/8" | 9.525 | | | | | N°4 | | | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | Material < N°4 | : | 26,491.0 g | 100.0 |
| N° 4 | 4.750 | | | | | | | | % |
| | | | | | 100.0 | FRACCIÓN FINA (PASA N° 4) | | | |
| N° 6 | 3.360 | 16.0 | 7.4 | 7.4 | 92.6 | Peso seco antes del lavado + Tarro | : | 268.4 | |
| N° 8 | 2.360 | 31.3 | 14.5 | 21.9 | 78.1 | Peso seco después del lavado + Tarro | : | 249.9 | |
| N° 10 | 2.000 | 14.9 | 6.9 | 28.8 | 71.2 | Peso del Tarro | : | 53.2 | |
| N° 16 | 1.180 | 43.7 | 20.3 | 49.1 | 50.9 | FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS | | | |
| N° 20 | 0.850 | 19.2 | 8.9 | 58.0 | 42.0 | Tamaño (mm) | : | 4.750 | |
| N° 30 | 0.600 | 17.3 | 8.0 | 66.0 | 34.0 | Máximo | | | |
| N° 40 | 0.425 | 13.6 | 6.3 | 72.3 | 27.7 | Porcentaje de Grava > N°4 | (%) | : | -- |
| N° 50 | 0.300 | 11.0 | 5.1 | 77.4 | 22.6 | Porcentaje de Arena < N°4 | (%) | : | 91 |
| N° 80 | 0.180 | 13.2 | 6.1 | 83.5 | 16.5 | Porcentaje de Pas. N°200 | (%) | : | 9 |
| N° 100 | 0.150 | 4.8 | 2.2 | 85.7 | 14.3 | CLASIFICACIÓN DEL SUELO | | | |
| N° 200 | 0.075 | 12.3 | 5.7 | 91.4 | 8.6 | Límite líquido (%) | : | NP | |
| -200 | MTC E 202 | 18.5 | 8.6 | 100.0 | | Límite plástico (%) | : | NP | |
| | - 2000 | | | | | Índice plástico (%) | : | NP | |
| | | | | | | Clasificación SUCS | ASTM D | : | SW-SM |
| | | | | | | Clasificación AASHTO | ASTM D | : | A-1-b (0) |
| | | | | | | DESCRIPCIÓN DE SUELO | | | |
| | | | | | | SUCS | : | Arena bien gradada con limo | |
| | | | | | | AASHTO | : | Bueno | |

Fuente: Propia

En la Tabla 5 se muestran la granulometría de los agregados finos, los porcentajes que pasan por los diferentes números de malla correspondiente (serie americana).

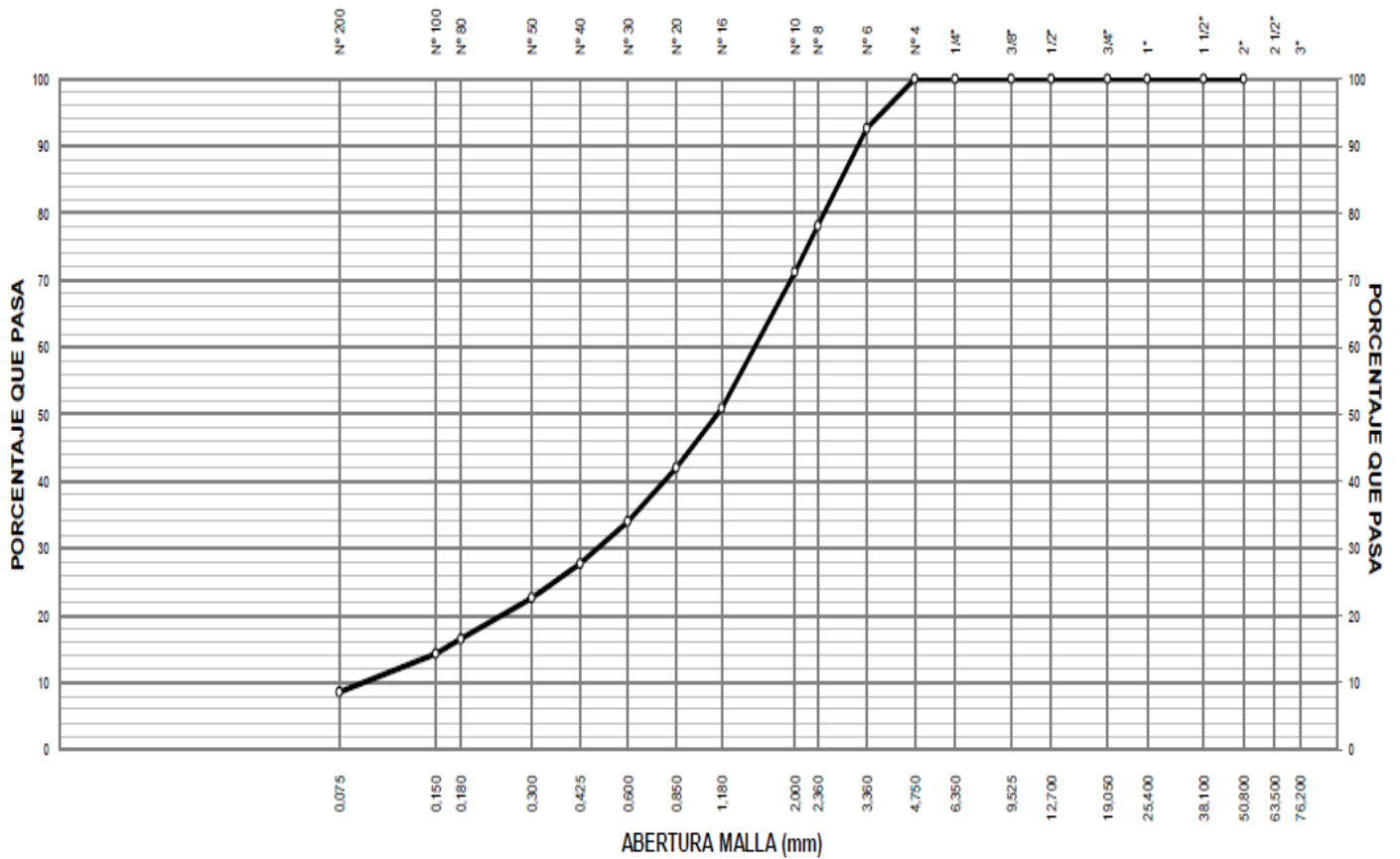


Figura 3. Curva granulométrica

Fuente: Propia

IV.1.2 Ensayo para determinar los materiales mas finos que el de 75 μm (N° 200)

Se muestra el material pasante por la malla N°200 que equivale al 5.9%.

Determinar el contenido de humedad de un suelo.

Tabla 6. Agregados finos menores de 75 μm .

| DENOMINACIÓN | | MATERIAL PASANTE QUE EL TAMIZ N° 200 (75 μm) |
|--|-----|---|
| Cápsula N° | | 79 |
| Peso suelo seco + cápsula - inicial | (g) | 796.9 |
| Peso suelo seco + cápsula - final | (g) | 754.0 |
| Peso del material pasante por la Malla N° 200 | (g) | 42.9 |
| Peso de la cápsula | (g) | 69.7 |
| Peso del suelo seco inicial | (g) | 727.2 |
| MATERIAL PASANTE POR LA MALLA N° 200 | (%) | 5.9 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Contenido de humedad del material fino.

| DENOMINACIÓN | | CONTENIDO DE HUMEDAD |
|------------------------------------|-----|----------------------|
| Cápsula N° | | 370 |
| Peso cápsula + suelo húmedo | (g) | 841.8 |
| Peso cápsula + suelo seco | (g) | 835.7 |
| Peso del Agua | (g) | 6.1 |
| Peso de la cápsula | (g) | 76.2 |
| Peso del suelo seco | (g) | 759.5 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 0.8 |

Fuente: Elaboración propia

IV.1.3 Ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos, pasante de la malla N° 40.

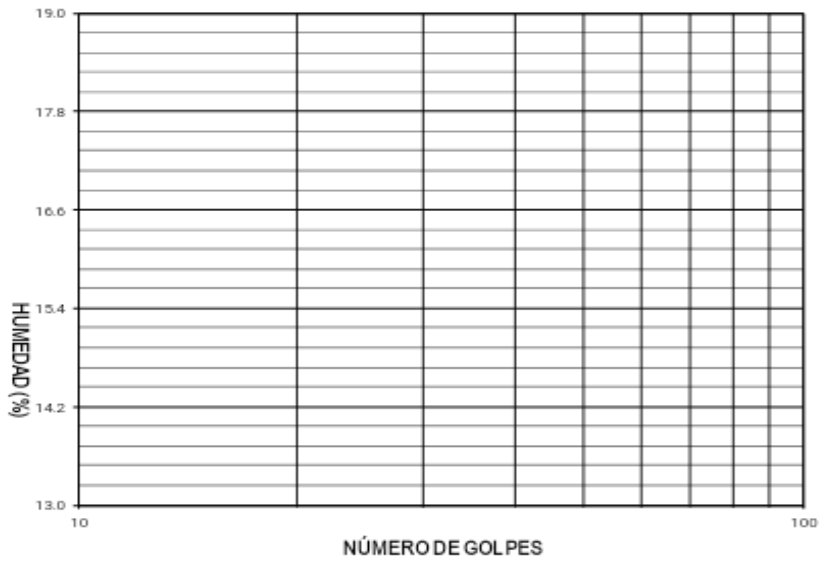


Figura 4. Diagrama de fluidez (pasante la malla N° 40)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Resultados de ensayos

RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO (%) NP

LÍMITE PLÁSTICO (%) NP

ÍND. PLASTICIDAD (%) NP

OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
 - La muestra se desliza en la copa de Casagrande.
 - El Límite Líquido no se puede determinar.
 - El límite plástico no se puede determinar.
-

Fuente: Elaboración propia

En las tablas 8. se muestra que los agregados finos pasantes de la malla N°40 no presenta limite plástico, ni limite liquido; lo cual es bueno para el asfalto como lo muestra en la tabla 11 el índice de plasticidad debe ser menor al 4% según el manual de carreteras.

IV.1.4 Ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos, pasante de la malla N° 200.

Tabla 9. Índice de plasticidad

| ensayos | norma | requerimiento altitud (msnm) | |
|---------------------------------------|--------------|------------------------------|--------|
| | | 3000 | > 3000 |
| índice de plasticidad malla N° 40 | MTC E 111 | NP | NP |
| índice de plasticidad malla N° 200 | MTC E 111 | 4 max. | NP |

Fuente: Manual de carreteras EG-2013

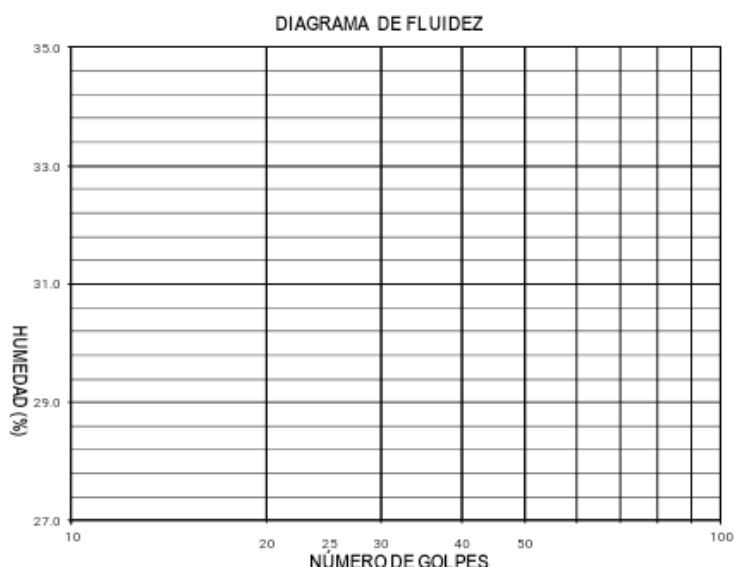


Figura 5. Diagrama de fluidez (pasante la malla N° 200)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Resultados de ensayos

| RESULTADOS DE ENSAYOS | | |
|---|--|----|
| LÍMITE LÍQUIDO (%) | | NP |
| LÍMITE PLÁSTICO (%) | | NP |
| ÍND. PLASTICIDAD (%) | | NP |
| OBSERVACIONES: | | |
| - Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 200. | | |
| - La muestra se desliza en la copa de Casagrande. | | |
| - El Límite Líquido no se puede determinar. | | |
| - El límite plástico no se puede determinar. | | |
| Fuente: Elaboración propia | | |

IV.1.5 Ensayo para determinar el equivalente de arena de suelos y agregados finos

Tabla 11. Equivalente de arena

| DESCRIPCIÓN | N° DE ENSAYO | | | RESULTADO (%) |
|---|--------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Tamaño Máximo de Partícula de Ensayo | (mm) | 4.750 | | 78.5 |
| Hora de Entrada a Saturación | (hh:mm:ss) 02:42:00 p.m. | 02:45:00 p.m. | 02:48:00 p.m. | |
| Hora de Salida de Saturación (mas 10") | (hh:mm:ss) 02:52:00 p.m. | 02:55:00 p.m. | 02:58:00 p.m. | |
| Hora de Entrada a Decantación | (hh:mm:ss) 02:54:00 p.m. | 02:57:00 p.m. | 03:00:00 p.m. | |
| Hora de Salida de Decantación (mas 20") | (hh:mm:ss) 03:14:00 p.m. | 03:17:00 p.m. | 03:20:00 p.m. | |
| Altura Máxima de Material Fino | (pulg.) 4.1 | 4.0 | 4.0 | |

| | | | | |
|---------------------------|---------|------|------|------|
| Altura Máxima de la Arena | (pulg.) | 3.2 | 3.1 | 3.2 |
| EQUIVALENTE DE ARENA | (%) | 78.0 | 77.5 | 80.0 |

Fuente: Elaboración propia

Esta tabla 13 determina la relación entre Altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena, siendo 78.5% un promedio de estos 3 ensayos.

IV.1.6 Ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado fino.

Tabla 12. Porcentaje de absorción

| DESCRIPCIÓN | | AGREGADO FINO | | RESULTADOS |
|---|----------------------|---------------|--------|--------------|
| Nº DE ENSAYO | | 1 | 2 | |
| PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AIRE) | (g) | 300.0 | 300.0 | |
| PESO FIOLA + H ₂ O | (g) | 665.2 | 715.2 | |
| PESO FIOLA + H ₂ O + MATERIAL | (g) | 965.2 | 1015.2 | |
| PESO FIOLA + H ₂ O + MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA | (g) | 855.4 | 905.2 | |
| VOLUMEN MASA + VOLUMEN DE VACÍOS | (cm ³) | 109.8 | 110.0 | |
| PESO MATERIAL SECO A 105 °C | (g) | 297.9 | 298.0 | |
| VOLUMEN DE MASA | (cm ³) | 107.7 | 108.0 | |
| PESO BULK BASE SECA | (g/cm ³) | 2.713 | 2.710 | 2.711 |
| PESO BULK BASE SATURADA | (g/cm ³) | 2.732 | 2.728 | 2.730 |
| PESO APARENTE BASE SECA | (g/cm ³) | 2.766 | 2.760 | 2.763 |
| ABSORCIÓN | (%) | 0.70 | 0.67 | 0.69 |

Fuente: Elaboración propia

El agregado fino presenta una absorción 0.69%.

IV.1.7 Ensayo para la determinación de inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

Tabla 13. Inalterabilidad de agregados (% pérdida).

| ABERTURA MALLA | | Nº TARRO | PESO DE LA FRAC. DE ENSAYO (g) | | PÉRDIDA TOTAL (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PÉRDIDA CORREGIDA (%) |
|----------------|-------|----------|--------------------------------|---------|-------------------|------------------------|-----------------------|
| PASA | RET. | | ANTES | DESPUÉS | | | |
| Nº 4 | Nº 8 | 57 | 100.0 | 99.3 | 0.7 | 21.9 | 0.15 |
| Nº 8 | Nº 16 | 65 | 100.2 | 98.0 | 2.2 | 27.2 | 0.60 |
| Nº 16 | Nº 30 | 54 | 100.0 | 97.5 | 2.5 | 16.9 | 0.42 |
| Nº 30 | Nº 50 | 47 | 100.3 | 93.9 | 6.4 | 11.4 | 0.73 |

Fuente: Propia

El agregado fino tuvo una pérdida de 1.9%

IV.1.8 Ensayo estándar para determinar el índice de durabilidad de los agregados

Tabla 14. Durabilidad de los agregados

| DESCRIPCIÓN | | Nº DE ENSAYO | | | RESULTADO |
|---|------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | (%) |
| Tamaño Máximo de Partícula de Ensayo | (mm) | | 4.750 | | 61.1 |
| Hora de Entrada a 1° Saturación | (hh:mm:ss) | 10:18:00 a.m. | 10:36:00 a.m. | 10:54:00 a.m. | |
| Hora de Salida de 1° Saturación (mas 10") | (hh:mm:ss) | 10:28:00 a.m. | 10:46:00 a.m. | 11:04:00 a.m. | |
| Hora de Entrada a 2° Saturación | (hh:mm:ss) | 10:30:00 a.m. | 10:48:00 a.m. | 11:06:00 a.m. | |
| Hora de Salida de 2° Saturación (mas 10") | (hh:mm:ss) | 10:40:00 a.m. | 10:58:00 a.m. | 11:16:00 a.m. | |
| Hora de Entrada a Decantación | (hh:mm:ss) | 10:50:00 a.m. | 11:08:00 a.m. | 11:26:00 a.m. | |
| Hora de Salida de Decantación (mas 20") | (hh:mm:ss) | 11:10:00 a.m. | 11:28:00 a.m. | 11:46:00 a.m. | |
| Altura Máxima de Material Fino | (pulg.) | 4.9 | 4.8 | 4.7 | |
| Altura Máxima de la Arena | (pulg.) | 3.0 | 2.9 | 2.9 | |
| Índice de Durabilidad | (%) | 61.2 | 60.4 | 61.7 | |

Fuente: Elaboración propia

IV.1.9 Método de ensayo para la determinación de la angularidad del agregado fino

Tabla 15. Angulosidad del agregado fino.

| DESCRIPCIÓN | | AGREGADO FINO | | |
|---------------------|---------|---------------|--------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Nº DE ENSAYO | | | | |
| PESO BULK BASE SECA | (g/cm3) | 2.720 | 2.720 | 2.720 |
| VOLUMEN DEL MOLDE | (ml) | | 100.0 | |
| PESO DE MOLDE | (g) | | 251.92 | |

| | | | | |
|----------------------------|-----|--------|--------|--------|
| PESO DE LA MUESTRA + MOLDE | (g) | 414.2 | 414.10 | 414.30 |
| PESO DE LA MUESTRA | (g) | 162.28 | 162.18 | 162.38 |
| VACIOS SIN COMPACTAR | (%) | 40.3 | 40.4 | 40.3 |
| PROMEDIO | (%) | | 40.3 | |

Fuente: Propia

IV.1.10 Ensayo para determinación del peso específico del agregado

Tabla 16. Peso específico del agregado fino

| DESCRIPCIÓN | AGREGADO FINO | | RESULTADOS | |
|---|----------------------|-------|------------|--------------|
| | 1 | 2 | | |
| Nº DE ENSAYO | | | | |
| PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AIRE) | (g) | 300.0 | 300.0 | |
| PESO FIOLA + H ₂ O | (g) | 665.2 | 671.6 | |
| PESO FIOLA + H ₂ O + MATERIAL | (g) | 965.2 | 971.6 | |
| PESO FIOLA + H ₂ O + MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA | (g) | 855.8 | 862.1 | |
| VOLUMEN MASA + VOLUMEN DE VACÍOS | (cm ³) | 109.4 | 109.5 | |
| PESO MATERIAL SECO A 105 °C | (g) | 297.9 | 297.8 | |
| VOLUMEN DE MASA | (cm ³) | 107.3 | 107.4 | |
| PESO BULK BASE SECA | (g/cm ³) | 2.722 | 2.719 | 2.720 |
| PESO BULK BASE SATURADA | (g/cm ³) | 2.741 | 2.739 | 2.740 |
| PESO APARENTE BASE SECA | (g/cm ³) | 2.776 | 2.774 | 2.775 |
| ABSORCIÓN | (%) | 0.72 | 0.73 | 0.72 |

Fuente: Elaboración propia

IV.1.11 Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea

Tabla 17. Contenido de sales

| IDENTIFICACIÓN | | AGREGADO FINO | | |
|---------------------------------------|------|--------------------|---------|---------------|
| | | SALES SOLUBLES (%) | | RESULTADO (%) |
| N° DE ENSAYO | | 1 | 2 | 0.1369 |
| PESO INICIAL (BIKER DE 100 ml) | (g) | 65.5125 | 59.2475 | |
| VOLUMEN DE SOLUCIÓN EMPLEADA | (ml) | 100.0 | 100.0 | |
| PESO FINAL (BIKER DE 100 mml) + SALES | (g) | 65.5564 | 59.2948 | |
| CONTENIDO DE SALES | (%) | 0.1317 | 0.1420 | |

Fuente: Elaboración propia

IV.1.12 Método de ensayo para la determinación del valor de azul de metileno en agregados finos y en llenantes minerales.

Tabla 18. Valor de azul metileno en agregados finos

| IDENTIFICACIÓN | | AGREGADO FINO |
|---|---------------|---------------|
| PESO DE LA MUESTRA QUE PARA EL TAMÍZ N° 200 | (g) | 10.0 |
| CONCENTRACIÓN DE LA SOLUCIÓN | (mg/ml) | 10.0 |
| VOLUMEN DE SOLUCIÓN REQUERIDA | (ml) | 8.8 |
| VALOR DE AZUL DE METILENO | (mg/g) | 8.75 |

Fuente: Elaboración propia

IV.2 Agregados Gruesos

IV.2.1 Ensayo para el análisis granulométrico del grueso, fino y global

Tabla 19. Análisis granulométrico de agregados gruesos

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

| MALLAS | | PESO | RETENIDO | RETENIDO | PASA |
|-----------|--------------------|----------|----------|-----------|------|
| SERIE | ABERTURA | RETENIDO | PARCIAL | ACUMULADO | (%) |
| AMERICANA | (mm) | (g) | (%) | (%) | |
| 3" | 76.200 | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | 100 |
| 3/4" | 19.050 | 738.0 | 35 | 35 | 65 |
| 1/2" | 12.700 | 779.7 | 21 | 56 | 44 |
| 3/8" | 9.525 | 613.4 | 16 | 72 | 28 |
| 1/4" | 6.350 | 589.5 | 26 | 98 | 2 |
| N° 4 | 4.750 | 45.8 | 2 | 100 | |
| N° 6 | 3.360 | | | | |
| N° 8 | 2.360 | | | | |
| N° 10 | 2.000 | | | | |
| N°16 | 1.180 | | | | |
| N° 20 | 0.850 | | | | |
| N° 30 | 0.600 | | | | |
| N° 40 | 0.425 | | | | |
| N° 50 | 0.300 | | | | |
| N° 80 | 0.180 | | | | |
| N° 100 | 0.150 | | | | |
| N° 200 | 0.075 | | | | |
| -200 | MTC E 202 - | | | | |
| | 2000 | | | | |

Fuente: Elaboración propia

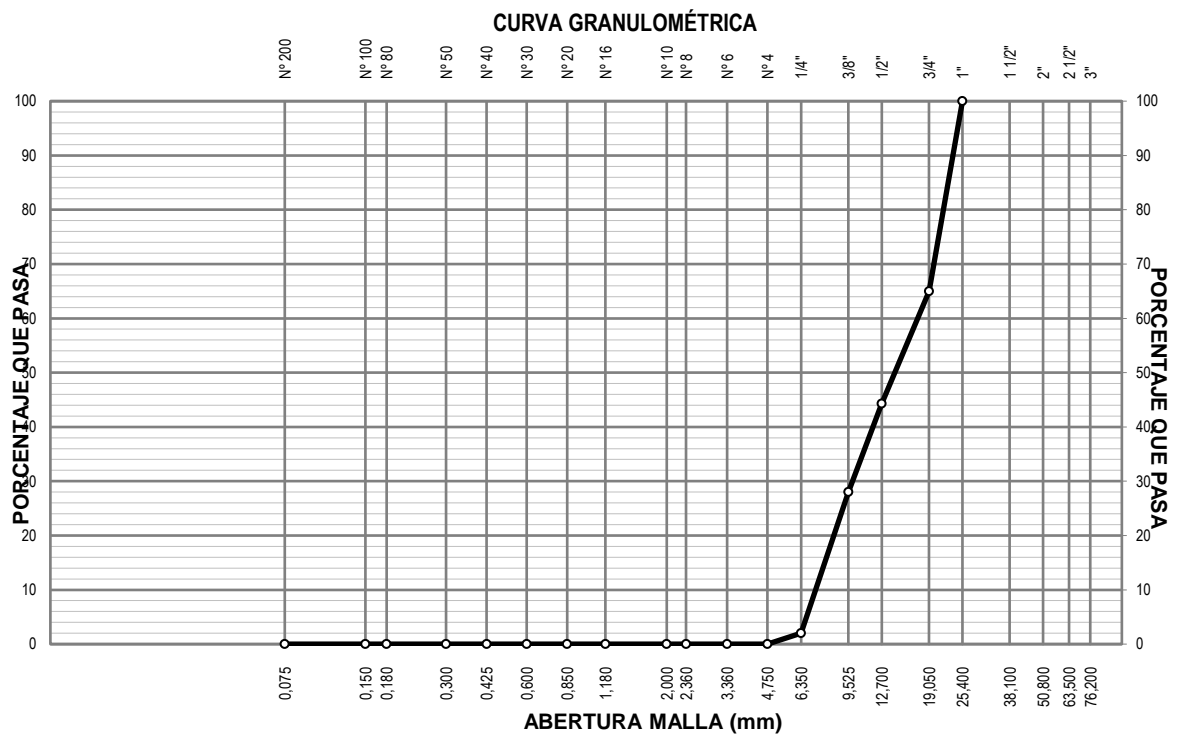


Figura 6. Curva granulométrica de agregados gruesos

Fuente: Propia

IV.2.2 Ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

Tabla 20. Contenido de humedad agregados gruesos

| DENOMINACIÓN | CONTENIDO DE HUMEDAD | |
|-----------------------------|----------------------|------------|
| | | |
| Cápsula N° | | 244 |
| Peso cápsula + suelo húmedo | (g) | 1,545.9 |
| Peso cápsula + suelo seco | (g) | 1,540.2 |
| Peso del Agua | (g) | 5.7 |
| Peso de la cápsula | (g) | 105.0 |
| Peso del suelo seco | (g) | 1,435.2 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 0.4 |

Fuente: Elaboración propia

IV.2.3 Ensayo para determinar la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles.

Tabla 21. Degradación en agregados gruesos

| REFERENCIAS DEL ENSAYO | | PESO | PESO | RESULTADOS (% DE PÉRDIDA) |
|------------------------|-----|----------------|--------------|---------------------------------|
| | | INICIAL (g) | FINAL (g) | |
| GRADACIÓN | "A" | 5,000.0 | 4,068.9 | 18.6 |
| TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL | 1" | | | |
| NÚMERO DE ESFERAS | 12 | | | |

Fuente: Propia

IV.2.4 Ensayo para determinar el porcentaje de partículas fracturadas en agregados gruesos

Tabla 22. Una a más caras fracturadas

| ABERTURA MALLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTÍCULAS | PARTÍCULAS FRACTURADAS S (g) | CARAS FRACTURADAS S (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS |
|---|------|-----------------------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|
| 1 | 1" | 1953.8 | 80 | 1953.8 | 100.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1/2" | 1" | 1544.2 | 106 | 1494.0 | 96.7 | 48.6 | 4700.6 |
| 3/4" | 1/2" | 1196.0 | 320 | 1137.2 | 95.1 | 28.8 | 2734.1 |
| 1/2" | 3/8" | 299.0 | 166 | 295.0 | 98.7 | 22.6 | 2234.6 |
| | | | | TOTAL | 390.5 | 100.0 | 9,669.3 |
| PARTÍCULAS CON UNA A MÁS CARAS DE FRACTURA (%) | | | | | | | 96.7 % |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Dos a más caras fracturadas

| ABERTURA MALLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTÍCULAS | PARTÍCULAS FRACTURADAS S (g) | CARAS FRACTURADAS S (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS |
|---|------|-----------------------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|
| 1 | 1" | 1953.8 | 80 | 1909.0 | 97.7 | 0.0 | 0.0 |
| 1/2" | 1" | 1544.2 | 106 | 1429.8 | 92.6 | 48.6 | 4501.3 |
| 3/4" | 1/2" | 1196.0 | 320 | 1121.8 | 93.8 | 28.8 | 2696.8 |
| 1/2" | 3/8" | 299.0 | 166 | 295.0 | 98.7 | 22.6 | 2234.6 |
| | | | | TOTAL | 382.8 | 100.0 | 9,432.6 |
| PARTÍCULAS CON DOS A MÁS CARAS DE FRACTURA (%) | | | | | | | 94.3 % |

Fuente: Elaboración propia

IV.2.5 Ensayo para determinar partículas chatas, partículas alargadas, o partículas chatas y alargadas en el agregado grueso

Tabla 24. Partículas chata

| ABERTURA MALLA PAS A | RET . | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTÍCULA S | PARTÍCULA S CHATAS (g) | PARTÍCULA S CHATAS (%) | GRADACIÓ N ORIGINAL (%) | PROMEDIO DE PART. CHATAS |
|-------------------------------|----------|--|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1 1/2" | 1" | 1953.8 | 80 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1" | 3/4" | 1544.2 | 106 | 0.0 | 0.0 | 48.6 | 0.0 |
| 3/4" | 1/2" | 1196.0 | 320 | 0.0 | 0.0 | 28.8 | 0.0 |
| 1/2" | 3/8" | 685.0 | 166 | 0.0 | 0.0 | 22.6 | 0.0 |
| | | | | TOTAL | 0.0 | 100.0 | 0.0 |
| | | | | | | PARTÍCULAS CHATAS | NT |
| | | | | | | (%) | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Partículas alargadas

| ABERTURA MALLA PAS A | RET . | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTÍCULA S | PARTÍCULA S ALARGADA S (g) | PARTÍCULA S ALARGADA S (%) | GRADACIÓ N ORIGINAL (%) | PROMEDIO DE PART. ALARGADA S |
|-------------------------------|----------|--|--------------------------------|--|--|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1 1/2" | 1" | 1953.8 | 80 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1" | 3/4" | 1544.2 | 106 | 0.0 | 0.0 | 48.6 | 0.0 |
| 3/4" | 1/2" | 1196.0 | 320 | 0.0 | 0.0 | 28.8 | 0.0 |
| 1/2" | 3/8" | 685.0 | 166 | 0.0 | 0.0 | 22.6 | 0.0 |
| | | | | TOTAL | 0.0 | 100.0 | 0.0 |
| | | | | | | PARTÍCULAS ALARGADAS | NT |
| | | | | | | (%) | |

Fuente: Elaboración
propia

Tabla 26. Partículas chatas y alargadas

| ABERTURA MALLA PAS A | RET RET | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTÍCULA S | PARTÍCULA S CHATAS Y ALARGADA S (g) | PARTÍCULA S CHATAS Y ALARGADA S (%) | GRADACIÓ N ORIGINAL (%) | PROMEDIO DE PART. CHATAS Y ALARGADA S |
|--|------------|--|--------------------------------|---|---|-------------------------------|---|
| 1 | 1" | 1953.8 | 80 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1/2" | | | | | | | |
| 1" | 3/4" | 1544.2 | 106 | 0.0 | 0.0 | 48.6 | 0.0 |
| 3/4" | 1/2" | 1196.0 | 320 | 0.0 | 0.0 | 28.8 | 0.0 |
| 1/2" | 3/8" | 685.0 | 166 | 0.0 | 0.0 | 22.6 | 0.0 |
| | | | | TOTAL | 0.0 | 100.0 | 0.0 |
| PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%) | | | | | | | NT |

Fuente: Elaboración propia

IV.2.6 Ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso

Tabla 27. Porcentaje de absorción

| DESCRIPCIÓN | AGREGADO GRUESO | | RESULTADO S |
|--|----------------------|------|----------------|
| | 1 | 2 | |
| Nº DE ENSAYO | | | |
| PESO MAT.SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AIRE) | (g) | 503. | 529.2 |
| PESO MAT.SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AGUA) | (g) | 328. | 342.3 |
| VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACÍOS | (cm ³) | 174. | 186.9 |
| PESO DEL MATERIAL SECO A 105 °C | (g) | 500. | 526.6 |
| VOLUMEN DE MASA | (cm ³) | 172. | 184.3 |
| PESO BULK BASE SECA | (g/cm ³) | 2.86 | 2.818 |
| | | 3 | 2.840 |
| PESO BULK BASE SATURADA | (g/cm ³) | 2.87 | 2.831 |
| | | 8 | 2.855 |

| | | | | |
|-------------------------|----------------------|------|-------|--------------|
| PESO APARENTE BASE SECA | (g/cm ³) | 2.90 | 2.857 | 2.882 |
| | | 6 | | |
| ABSORCIÓN | (%) | 0.52 | 0.49 | 0.51 |

Fuente: Elaboración propia

IV.2.7 Ensayo para la determinación de inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

Tabla 28. Porcentaje de pérdida

| ABERTURA | | N° TARR O | PESO DE LA FRAC. DE ENSAYO (g) | | PÉRDIDA TOTAL (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PÉRDIDA CORREGIDA (%) |
|--------------------------|-----------|-----------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| PAS A | RET. A | | ANTES | DESPUÉ S | | | |
| 2 1/2" | 1 1/2" | | | | | | |
| 1 1/2" | 1" | | | | | | |
| 1" | 3/4" | | | | | | |
| 3/4" | 1/2" | 79 | 673.5 | 991.1 | 1.3 | 37.0 | 0.74 |
| 1/2" | 3/8" | 18 | 330.6 | | | | |
| 3/8" | N° 4 | 2 | 300.9 | 300.0 | 0.3 | 28.0 | 0.13 |
| PÉRDIDA TOTAL (%) | | | | | | | 0.9 |

Fuente: Elaboración propia

IV.2.8 Ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en el suelo y agua subterránea

Tabla 29. Contenido de sales

| IDENTIFICACIÓN | | AGREGADO GRUESO | | RESULTADO (%) |
|---|------|-----------------------|---------|------------------|
| | | SALES SOLUBLES (%) | | |
| N° DE ENSAYO | | 1 | 2 | 0.0954 |
| PESO INICIAL (BIKER DE 100 ml) | (g) | 65.0620 | 61.3571 | |
| VOLUMEN DE SOLUCIÓN EMPLEADA | (ml) | 100.0 | 100.0 | |
| PESO FINAL (BIKER DE 100 ml) + SALES | (g) | 65.0935 | 61.3892 | |
| CONTENIDO DE SALES | (%) | 0.0945 | 0.0962 | |

Fuente: Elaboración propia

IV.2.9 Ensayo estándar de prueba para el revestimiento de mezclas asfálticas

Tabla 30. Revestimiento de mezcla asfáltica

| ESTADO | | RESULTADO |
|---------------|-----|-----------|
| Recubrimiento | (%) | 100 |
| Adherencia | (%) | + 95 |

Fuente: Propia

1.3 Mezcla asfáltica convencional

IV.2.10 Análisis granulométrico

Tabla 31. Granulometria

| MALLAS | | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | | | | |
|-----------------|---------------|-------------------------|----------|-----------|-------|--|
| SERIE AMERICANA | ABERTURA (mm) | RETIENE (%) | PASA (%) | GRADACIÓN | MAC-2 | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | | 100.0 | 100 | | |
| 1/2" | 12.700 | 11.1 | 88.9 | 80 | - 100 | |
| 3/8" | 9.525 | 8.8 | 80.1 | 70 | - 88 | |
| 1/4" | 6.350 | 14.0 | 66.1 | | | |
| N° 4 | 4.760 | 1.1 | 65.0 | 51 | - 68 | |
| N° 6 | 3.360 | 4.8 | 60.2 | | | |
| N° 8 | 2.380 | 9.4 | 50.8 | | | |
| N° 10 | 2.000 | 4.5 | 46.3 | 38 | - 52 | |
| N° 16 | 1.190 | 13.2 | 33.1 | | | |
| N° 20 | 0.840 | 5.8 | 27.3 | | | |
| N° 30 | 0.590 | 5.2 | 22.1 | | | |
| N° 40 | 0.426 | 4.1 | 18.0 | 17 | - 28 | |
| N° 50 | 0.297 | 3.3 | 14.7 | | | |
| N° 80 | 0.177 | 4.0 | 10.7 | 8 | - 17 | |
| N° 100 | 0.149 | 1.4 | 9.3 | | | |
| N° 200 | 0.074 | 3.7 | 5.6 | 4 | - 8 | |
| - N° 200 | ASTM C 117 | 5.6 | - | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Resumen de ensayo

| RESUMEN DE ENSAYO | |
|--|-------|
| PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS | |
| (1) "Piedra Chancada" | = 35% |
| (2) "Arena Chancada" | = 65% |
| | |
| PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE | |
| - AGREGADO GRUESO | = 35% |
| - AGREGADO FINO | = 65% |

OBSERVACIONES

- :
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.
 - El proporcionamiento de los agregados, fué propuesto por el solicitante.
 - Huso granulométrico "MAC-2", según EG-2000 del MTC.

Fuente: Propia

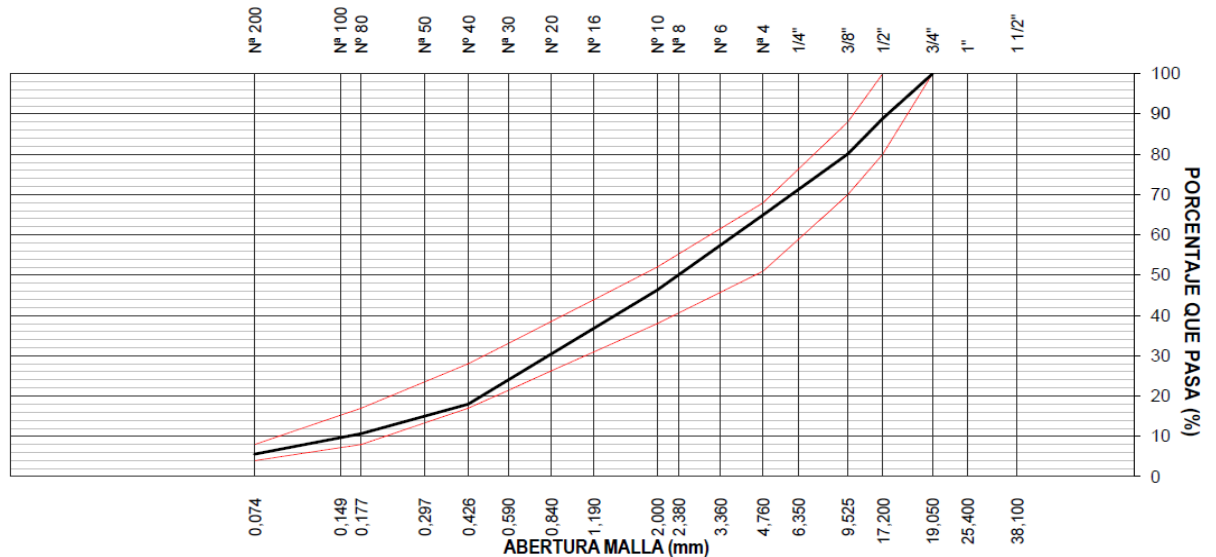


Figura 7. Curva granulométrica Mac 2

Fuente: Propia

IV.2.11 Ensayo de mezcál asfáltica en caliente método Marshall

Tabla 33. Método Marshall

| CARACTERÍSTICAS MÉTODO MARSHALL | | | | | |
|---------------------------------|----------------------|---------------|-------|-------|-------|
| N° DE | | | 75 | | |
| GOLPES | | | | | |
| CONTENIDO DE CEMENTO | (%) | | 5.4 | 5.6 | 5.8 |
| ASFÁLTICO EN PESO | | | | | |
| PESO | (g/cm ³) | (ASTM D 1188) | 2.328 | 2.334 | 2.340 |
| ESPECÍFICO | | | | | |
| ESTABILIDAD | (kg) | (ASTM D 6927) | 855 | 820 | 780 |
| FLUJO | (mm) | (ASTM D 6927) | 2.4 | 2.4 | 2.4 |
| VACÍOS DE | (%) | (ASTM D 3203) | 8.3 | 7.8 | 7.2 |
| AIRE | | | | | |
| VACÍOS AG. | (%) | (ASTM D 6926) | 20.1 | 20.1 | 20.0 |
| MINERAL (V.M.A) | | | | | |
| VACÍOS LLENOS DE | (%) | (ASTM D 6926) | 58.7 | 61.3 | 63.8 |
| ASFALTO | | | | | |
| RELACIÓN POLVO / | | (ASTM D 6926) | | 1.6 | |
| ASFALTO | | | | | |
| ABSORCIÓN DEL | (%) | (ASTM D 4469) | | 0.28 | |
| ASFALTO | | | | | |
| ESTABILIDAD / | (kg/cm) | (ASTM D 6927) | 3,631 | 3,455 | 3,224 |
| FLUJO | | | | | |
| TEMPERATURA DE | (°C) | | | 60.0 | |
| ROTURA | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

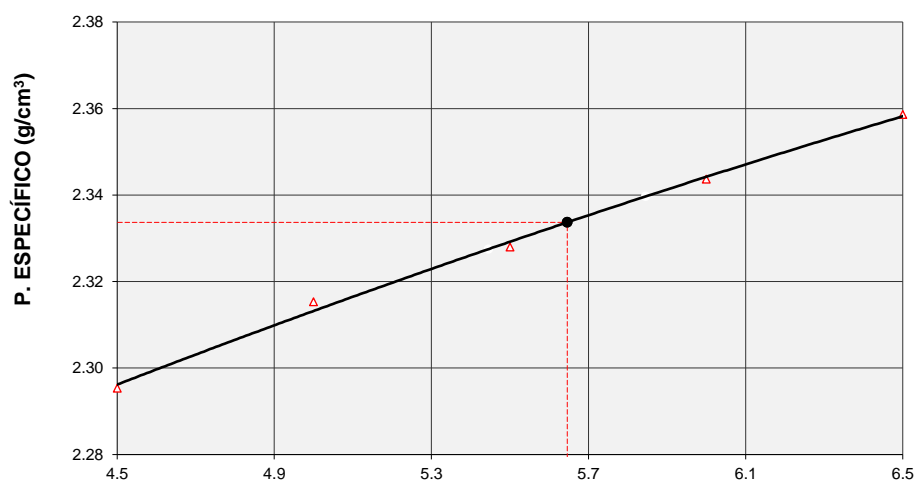


Figura 8. Peso específico

Fuente: Elaboración propia

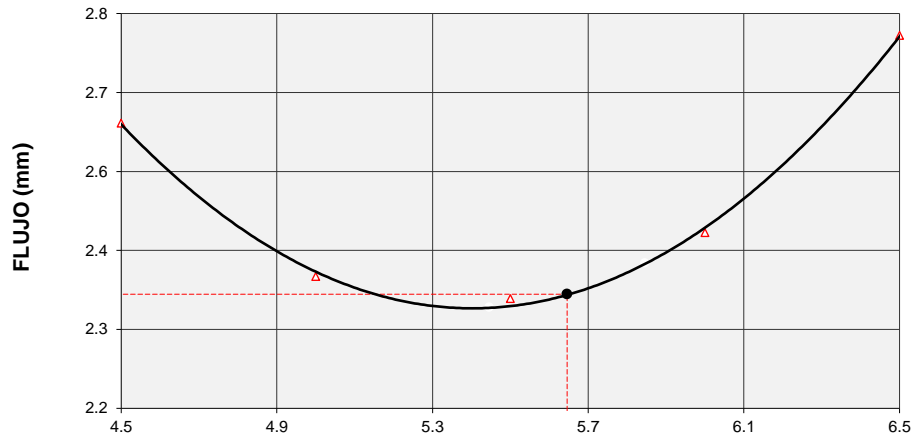


Figura 9. Flujo

Fuente: Elaboración propia

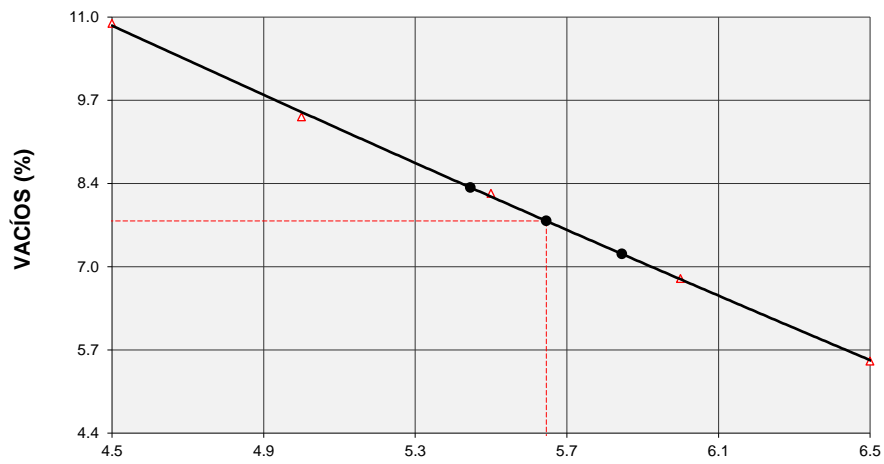


Figura 10. Porcentaje de vacíos.

Fuente: Elaboración propia

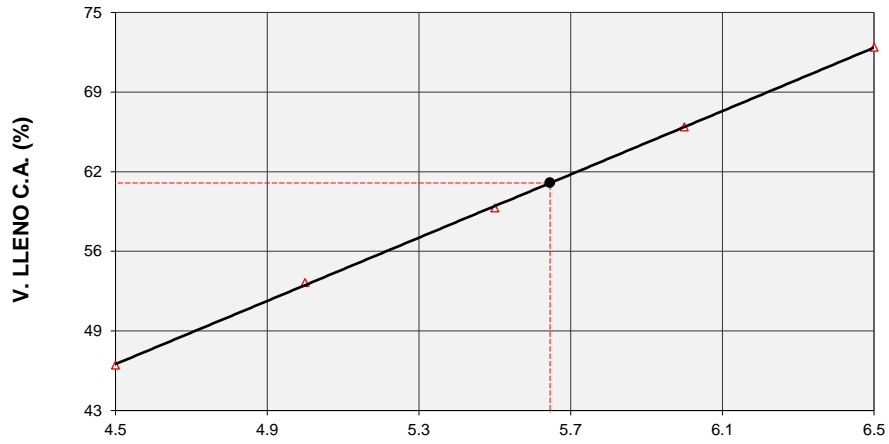


Figura 11. Vacíos llenos de asfalto.

Fuente: Elaboración propia

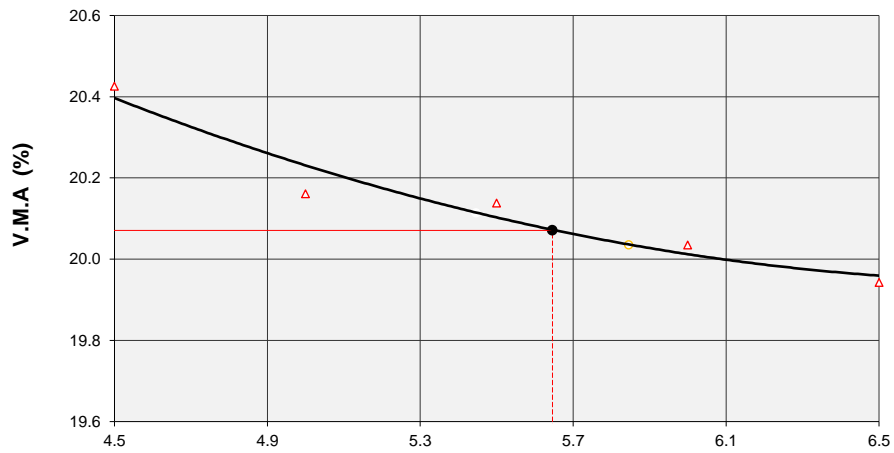


Figura 12. Vacíos agregado mineral

Fuente: Elaboración propia

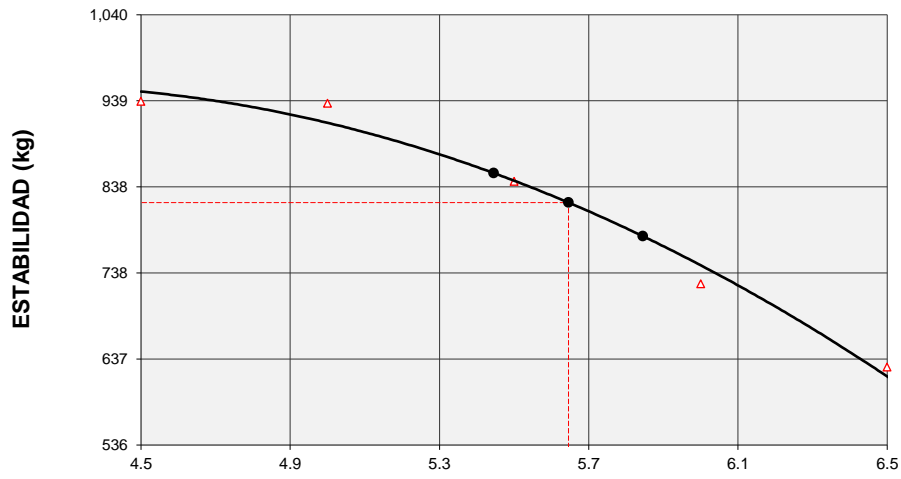


Figura 13. Estabilidad

Fuente: Elaboración propia

IV.2.12

Mezcla asfáltica modificada con PET 1%

Tabla 34. Análisis granulométrico (Pet 1%)

| MALLAS | | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | | | | |
|-----------|--------------------|-------------------------|-------------|-----------|---|-----------|
| SERIE | ABERTURA (mm) | RETIENE (%) | PASA (%) | GRADACIÓN | | MAC- 2 |
| AMERICANA | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | | 100.0 | 100 | | |
| 1/2" | 12.700 | 11.1 | 88.9 | 80 | - | 100 |
| 3/8" | 9.525 | 8.8 | 80.1 | 70 | - | 88 |
| 1/4" | 6.350 | 14.0 | 66.1 | | | |
| N° 4 | 4.760 | 1.1 | 65.0 | 51 | - | 68 |
| N° 6 | 3.360 | 4.7 | 60.3 | | | |
| N° 8 | 2.380 | 9.3 | 51.0 | | | |
| N° 10 | 2.000 | 4.4 | 46.6 | 38 | - | 52 |
| N°16 | 1.190 | 13.8 | 32.8 | | | |
| N° 20 | 0.840 | 5.8 | 27.0 | | | |
| N° 30 | 0.590 | 5.2 | 22.8 | | | |
| N° 40 | 0.426 | 4.1 | 17.7 | 17 | - | 28 |
| N° 50 | 0.297 | 3.3 | 14.5 | | | |
| N° 80 | 0.177 | 4.0 | 10.6 | 8 | - | 17 |
| N° 100 | 0.149 | 1.4 | 9.2 | | | |
| N° 200 | 0.074 | 3.7 | 5.5 | 4 | - | 8 |
| - N° 200 | ASTM C 117 - 04 | 5.5 | - | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Resumen

| RESUMEN DE ENSAYO | |
|---|--|
| PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS | |
| (1) "Piedra Chancada" | = 35% |
| (2) "Arena Chancada" | = 64% |
| (3) "Pet" | = 1% |
| PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE | |
| - AGREGADO GRUESO | = 35% |
| - AGREGADO FINO | = 65% |
| OBSERVACIONES : | |
| - | Muestra tomada e identificada por el solicitante. |
| - | El proporcionamiento de los agregados, fué propuesto por el solicitante. |
| - | Huso granulométrico "MAC-2", según EG-2000 del MTC. |

Fuente: Propia

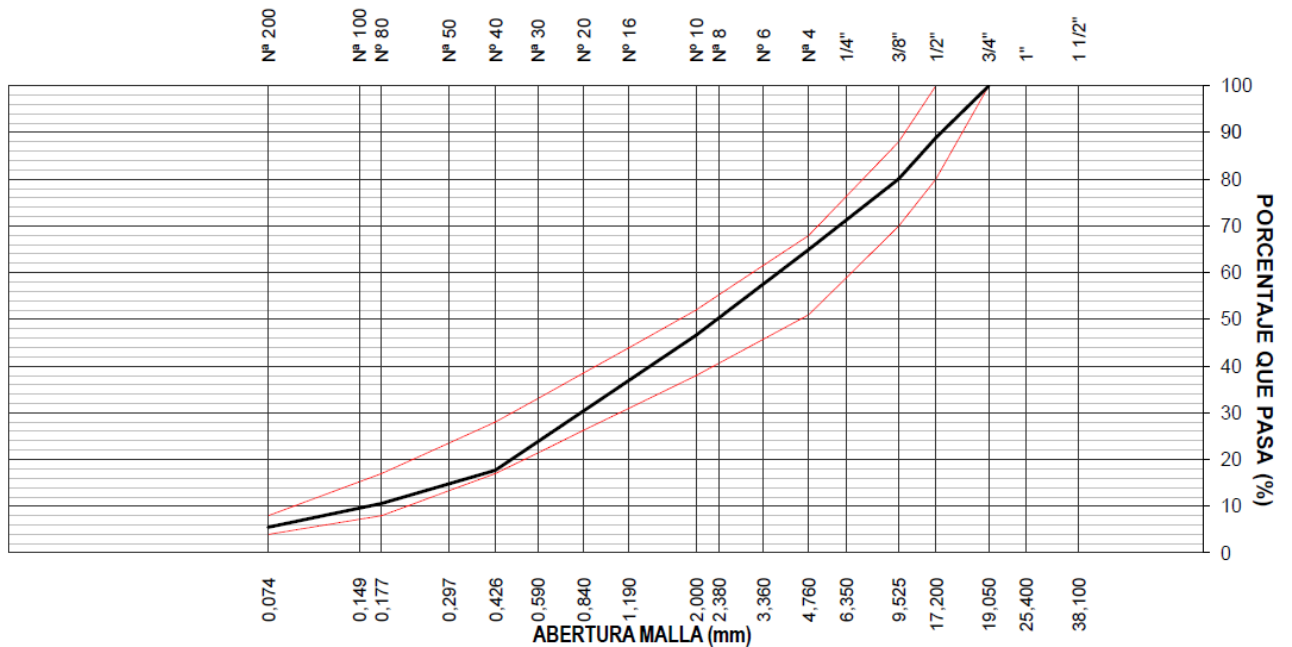


Figura 15. Curva granulométrica MAC-2

Fuente Elaboración propia

IV.2.13 Ensayo de mezcál asfáltica en caliente método Marshall

Tabla 36. Método Marshall

| CARACTERÍSTICAS MÉTODO MARSHALL | | | | | |
|--|----------------------|---------------|-------|-------|-------|
| N° DE GOLPES | | | | 75 | |
| CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO | (%) | | 4.9 | 5.1 | 5.3 |
| PESO ESPECÍFICO | (g/cm ³) | (ASTM D 1188) | 2.218 | 2.221 | 2.224 |
| ESTABILIDAD | (kg) | (ASTM D 6927) | 878 | 820 | 773 |
| FLUJO | (mm) | (ASTM D 6927) | 3.0 | 3.0 | 3.1 |
| VACÍOS DE AIRE | (%) | (ASTM D 3203) | 12.9 | 12.5 | 12.1 |
| VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) | (%) | (ASTM D 6926) | 22.7 | 22.8 | 22.8 |
| VACÍOS LLENOS DE ASFALTO | (%) | (ASTM D 6926) | 43.5 | 45.3 | 47.0 |
| RELACIÓN POLVO / ASFALTO | | (ASTM D 6926) | | 1.8 | |
| ABSORCIÓN DEL ASFALTO | (%) | (ASTM D 4469) | | 0.44 | |
| ESTABILIDAD / FLUJO | (kg/cm) | (ASTM D 6927) | 2,912 | 2,695 | 2,511 |
| TEMPERATURA DE ROTURA | (°C) | | | 60.0 | |

Fuente: Elaboración propia

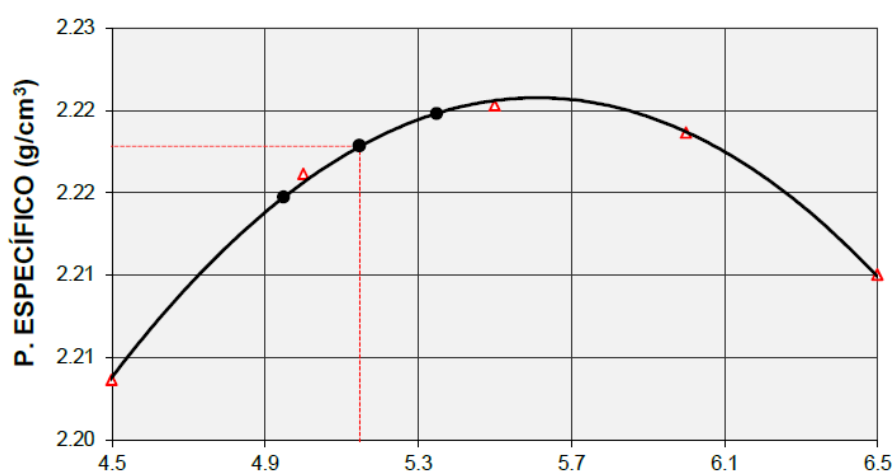


Figura 16. Peso específico

Fuente: Elaboración propia

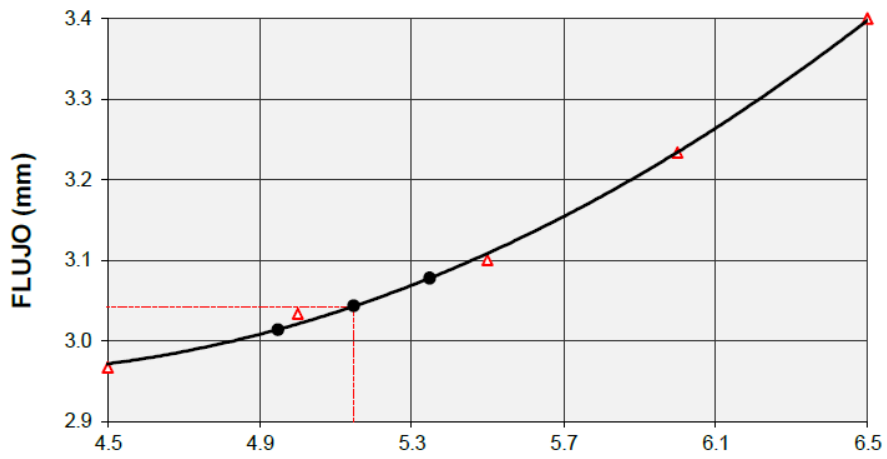


Figura 17. Flujo

Fuente: Propia

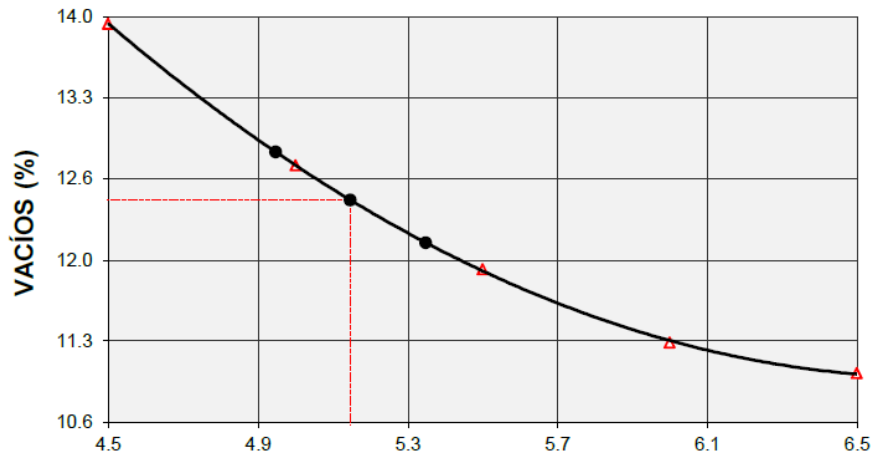


Figura 18. Porcentaje de vacíos

Fuente: Elaboración propia

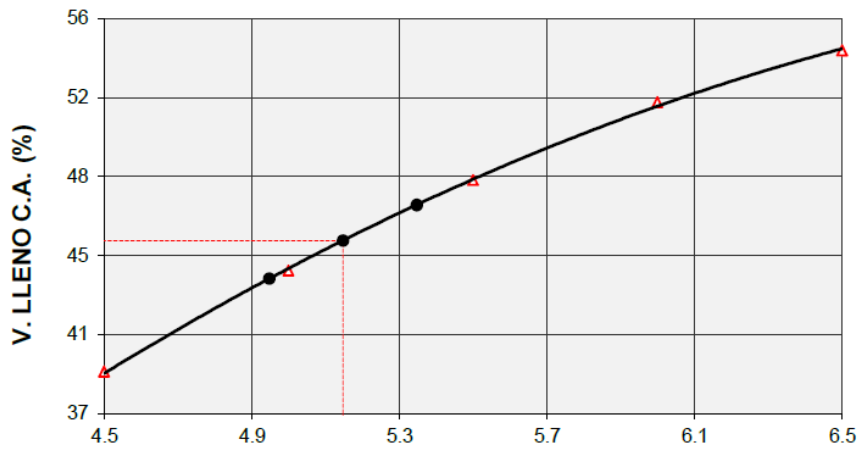


Figura 19. Vacíos llenos de asfalto

Fuente: Elaboración propia

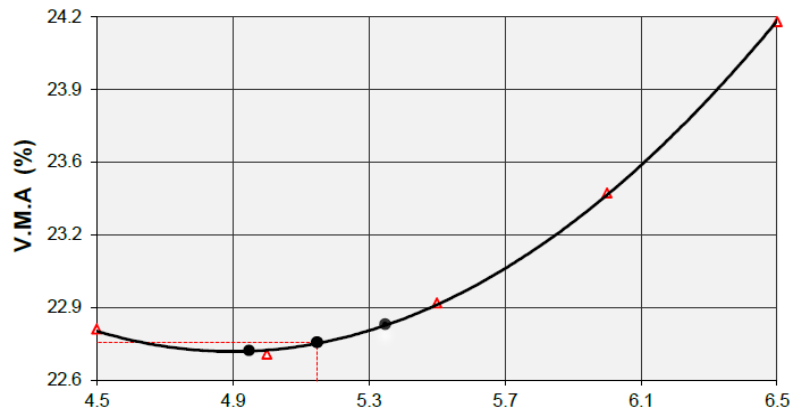


Figura 20. Vacíos agregado mineral

Fuente: Elaboración propia

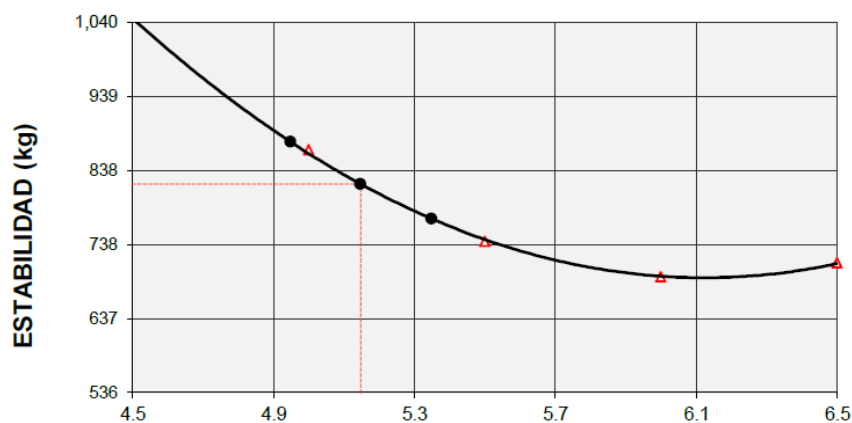


Figura 21. Estabilidad

Fuente: Elaboración propia

IV.2.14 Mezcla asfáltica modificada con PET 1.5%

Tabla 37. Análisis granulométrico (Pet 1.5%)

| MALLAS | | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | | | |
|-----------|---------------|-------------------------|----------|-----------|-------|
| SERIE | ABERTURA (mm) | RETIENE (%) | PASA (%) | GRADACIÓN | MAC-2 |
| AMERICANA | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | |
| 3/4" | 19.050 | | 100.0 | 100 | |
| 1/2" | 12.700 | 11.1 | 88.9 | 80 | - 100 |
| 3/8" | 9.525 | 8.8 | 80.1 | 70 | - 88 |
| 1/4" | 6.350 | 14.0 | 66.1 | | |
| N° 4 | 4.760 | 1.1 | 65.0 | 51 | - 68 |
| N° 6 | 3.360 | 4.7 | 60.3 | | |
| N° 8 | 2.380 | 9.3 | 51.1 | | |
| N° 10 | 2.000 | 4.4 | 46.7 | 38 | - 52 |
| N° 16 | 1.190 | 13.8 | 32.6 | | |
| N° 20 | 0.840 | 5.8 | 26.8 | | |
| N° 30 | 0.590 | 5.2 | 21.6 | | |
| N° 40 | 0.426 | 4.1 | 17.6 | 17 | - 28 |
| N° 50 | 0.297 | 3.3 | 14.4 | | |
| N° 80 | 0.177 | 4.0 | 10.5 | 8 | - 17 |
| N° 100 | 0.149 | 1.4 | 9.2 | | |
| N° 200 | 0.074 | 3.7 | 5.5 | 4 | - 8 |
| - N° 200 | ASTM C | 5.5 | - | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Resumen

| RESUMEN DE ENSAYO | |
|---|--|
| PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS | |
| (1) "Piedra Chancada" | = 35% |
| (2) "Arena Chancada" | = 63.5% |
| (3) "Pet" | = 1.5% |
| PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE | |
| - AGREGADO GRUESO | = 35% |
| - AGREGADO FINO | = 65% |
| OBSERVACIONES : | |
| - | Muestra tomada e identificada por el solicitante. |
| - | El proporcionamiento de los agregados, fué propuesto por el solicitante. |
| - | Huso granulométrico "MAC-2", según EG-2000 del MTC. |

Fuente: Propia

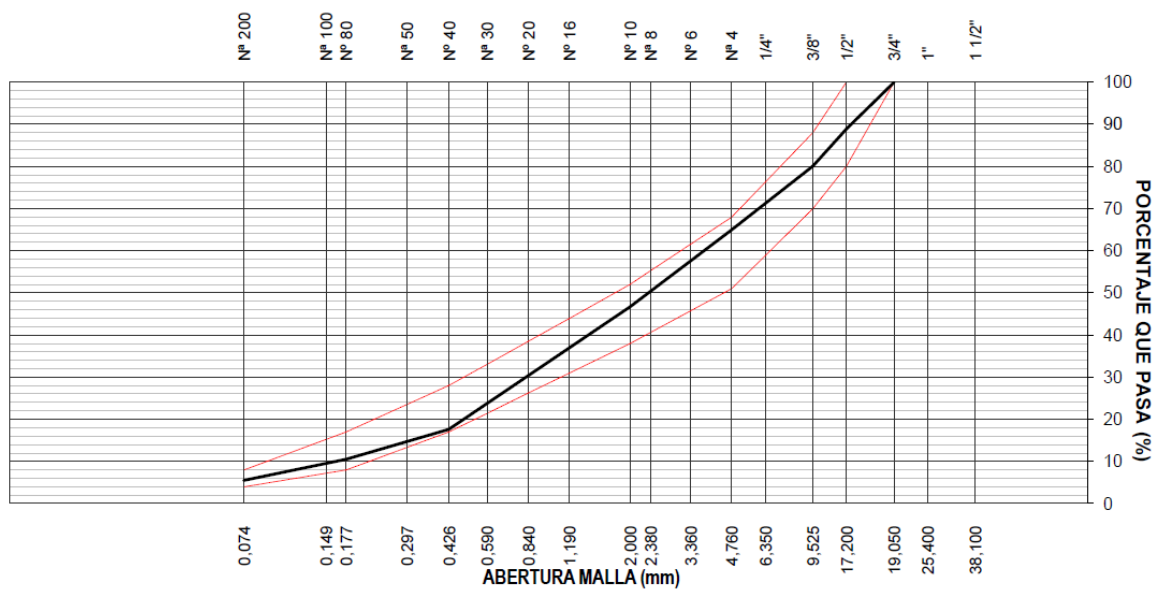


Figura 23. Curva granulométrica MAC-2

Fuente: Elaboración propia

IV.2.15 Ensayo de mezcál asfáltica en caliente método Marshall

Tabla 39. Método Marshall

| CARACTERÍSTICAS MÉTODO MARSHALL | | | | | |
|--|----------------------|---------------|-------|-------|-------|
| N° DE GOLPES | | | | 75 | |
| CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO | (%) | | 4.9 | 6.1 | 6.3 |
| PESO ESPECÍFICO | (g/cm ³) | (ASTM D 1188) | 2.223 | 2.220 | 2.216 |
| ESTABILIDAD | (kg) | (ASTM D 6927) | 922 | 820 | 699 |
| FLUJO | (mm) | (ASTM D 6927) | 3.4 | 3.5 | 3.6 |
| VACÍOS DE AIRE | (%) | (ASTM D 3203) | 11.5 | 11.4 | 11.3 |
| VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) | (%) | (ASTM D 6926) | 23.3 | 23.6 | 23.9 |
| VACÍOS LLENOS DE ASFALTO | (%) | (ASTM D 6926) | 50.7 | 51.8 | 52.8 |
| RELACIÓN POLVO / ASFALTO | | (ASTM D 6926) | | 1.5 | |
| ABSORCIÓN DEL ASFALTO | (%) | (ASTM D 4469) | | 0.54 | |
| ESTABILIDAD / FLUJO | (kg/cm) | (ASTM D 6927) | 2,744 | 2,358 | 1,928 |
| TEMPERATURA DE ROTURA | (°C) | | | 60.0 | |

Fuente: Elaboración propia

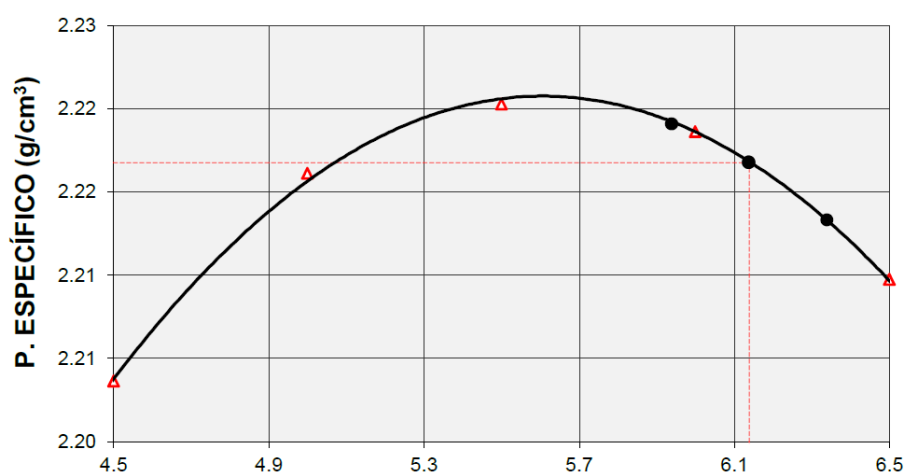


Figura 24. Peso específico

Fuente: Elaboración propia

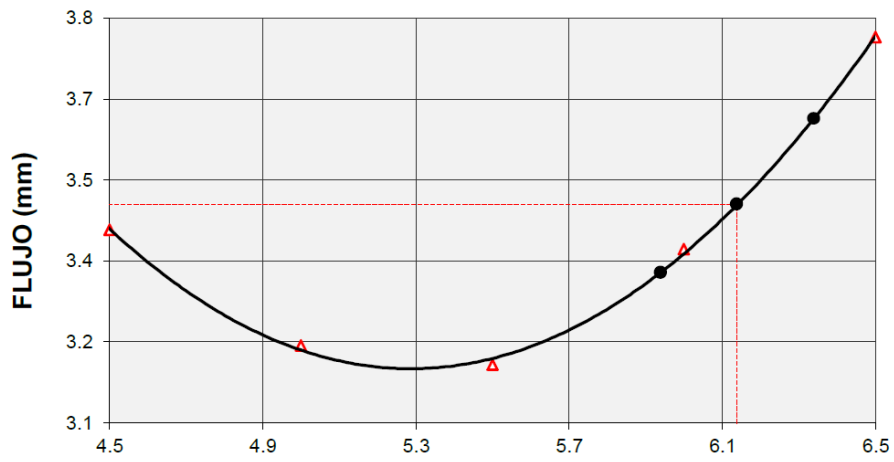


Figura 25. Flujo

Fuente: Elaboración propia

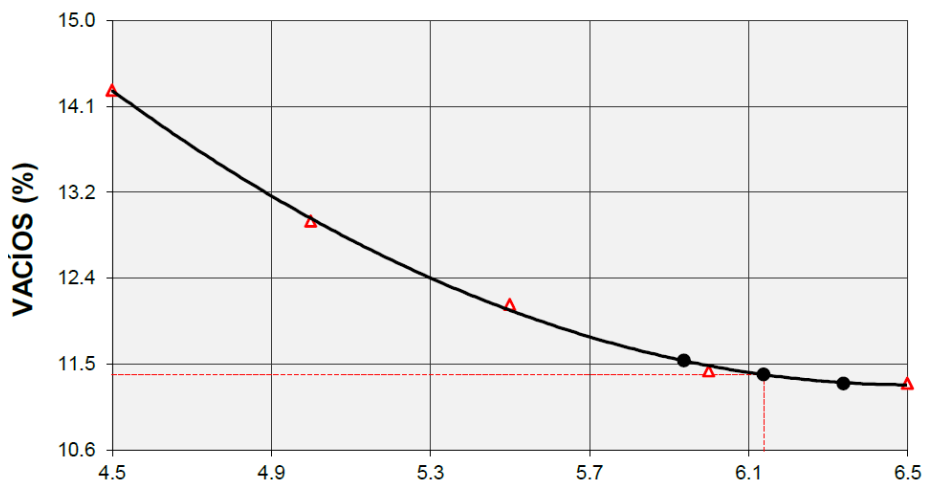


Figura 26. Porcentaje de vacíos

Fuente: Elaboración propia

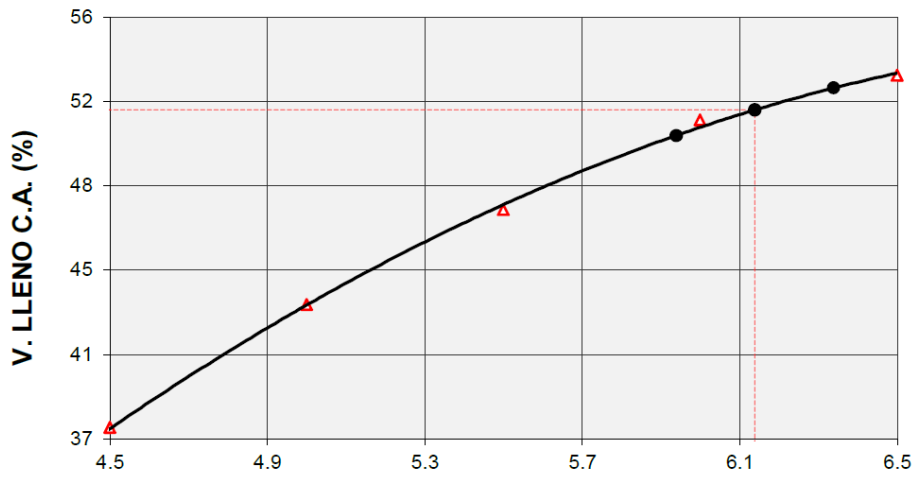


Figura 27. Vacíos llenos de asfalto

Fuente: Elaboración propia

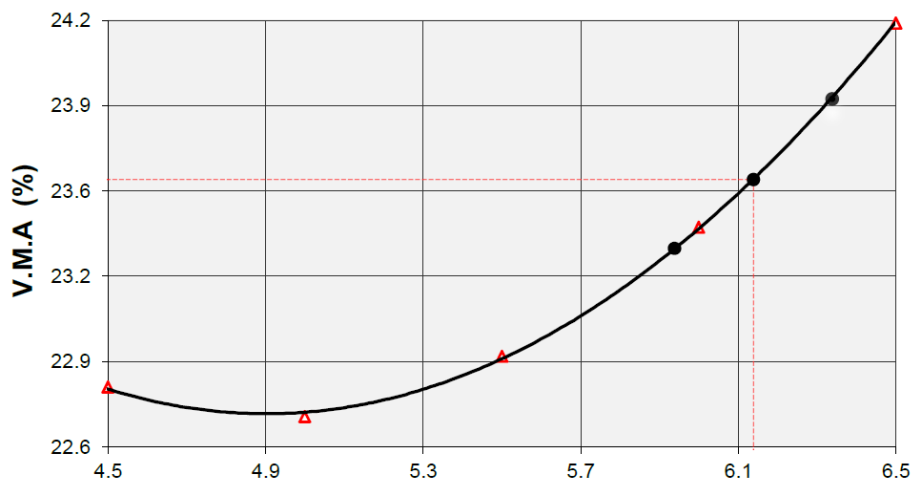


Figura 28. Vacíos agregado mineral

Fuente: Elaboración propia

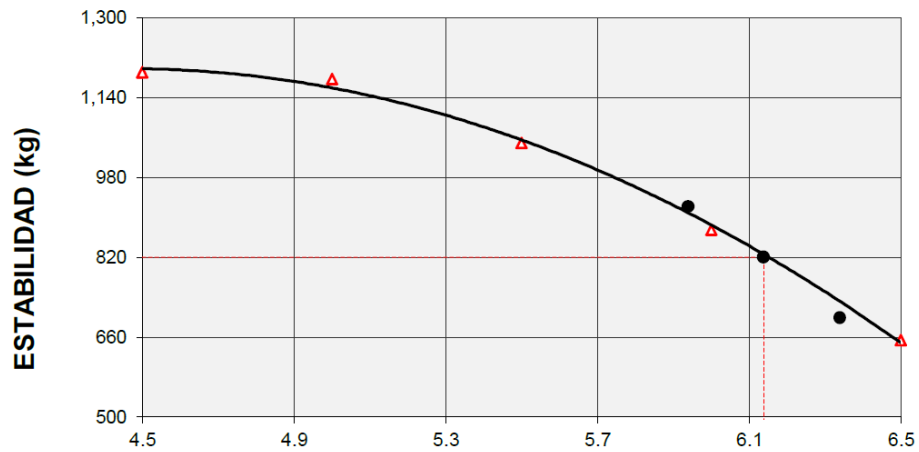


Figura 29. Estabilidad

Fuente: Elaboración propia

IV.2.16 Mezcla asfáltica modificada con PET 2%

Tabla 40. Análisis granulométrico (Pet 2%)

| MALLAS | | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | | | |
|-----------------|---------------|-------------------------|----------|-----------|-------|
| SERIE AMERICANA | ABERTURA (mm) | RETIENE (%) | PASA (%) | GRADACIÓN | MAC-2 |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | |
| 3/4" | 19.050 | | 100.0 | 100 | |
| 1/2" | 12.700 | 11.1 | 88.9 | 80 | - 100 |
| 3/8" | 9.525 | 8.8 | 80.1 | 70 | - 88 |
| 1/4" | 6.350 | 14.0 | 66.1 | | |
| N° 4 | 4.760 | 1.1 | 65.0 | 51 | - 68 |
| N° 6 | 3.360 | 4.7 | 60.3 | | |
| N° 8 | 2.380 | 9.1 | 51.2 | | |
| N° 10 | 2.000 | 4.3 | 46.9 | 38 | - 52 |
| N°16 | 1.190 | 14.4 | 32.5 | | |
| N° 20 | 0.840 | 5.9 | 26.6 | | |
| N° 30 | 0.590 | 5.2 | 21.4 | | |
| N° 40 | 0.426 | 3.9 | 17.5 | 17 | - 28 |
| N° 50 | 0.297 | 3.3 | 14.2 | | |
| N° 80 | 0.177 | 3.8 | 10.4 | 8 | - 17 |
| N° 100 | 0.149 | 1.4 | 9.0 | | |
| N° 200 | 0.074 | 3.6 | 5.4 | 4 | - 8 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Resumen

| RESUMEN DE ENSAYO | |
|--|--------|
| PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS | |
| (1) "Piedra Chancada" | = 35% |
| (2) "Arena Chancada" | = 63% |
| (3) "Pet" | = 2.0% |
| PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE | |
| - AGREGADO GRUESO | = 35% |
| - AGREGADO FINO | = 65% |
| OBSERVACIONES : | |
| - Muestra tomada e identificada por el solicitante. | |
| - El proporcionamiento de los agregados, fué propuesto por el solicitante. | |
| - Huso granulométrico "MAC-2", según EG-2000 del MTC. | |

Fuente: Elaboración propia

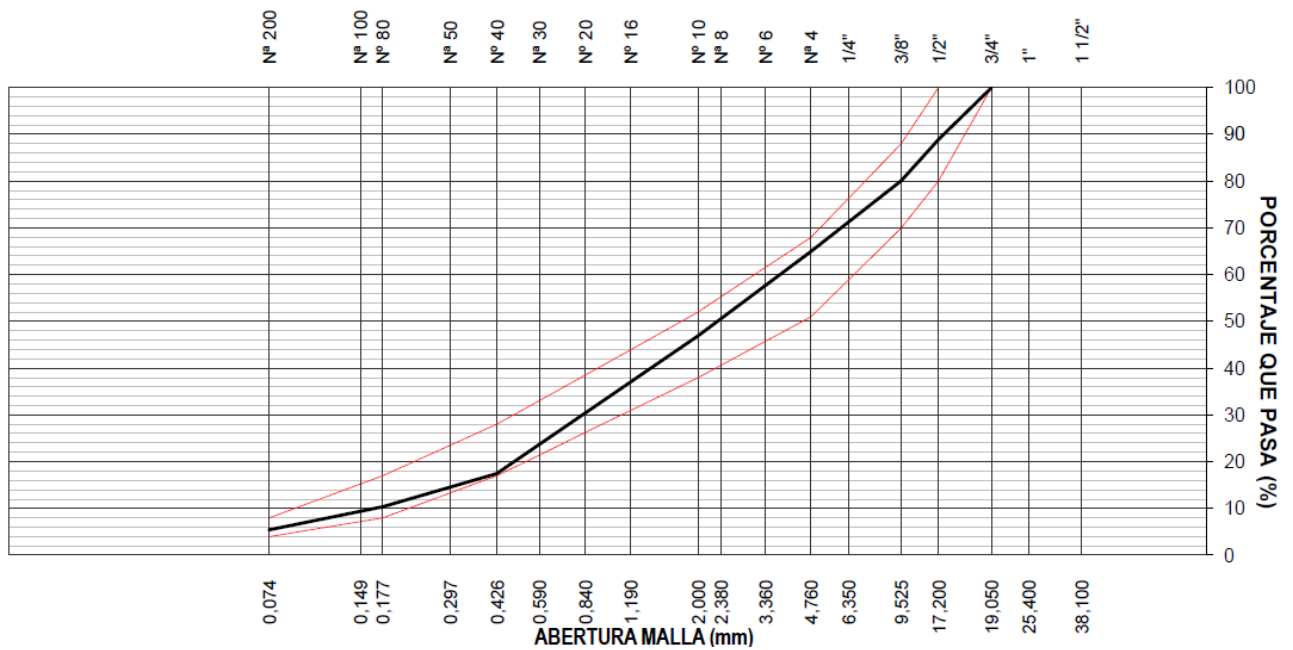


Figura 31. Curva granulométrica MAC-2

IV.2.17 Ensayo de mezal asfáltica en caliente método Marshall

Tabla 42. Método Marshall

| CARACTERÍSTICAS MÉTODO MARSHALL | | | | | |
|---------------------------------|----------------------|---------------|-------|-------|-------|
| N° DE GOLPES | | | | 75 | |
| CONTENIDO DE CEMENTO | (%) | 4.9 | 6.1 | 6.3 | |
| ASFÁLTICO EN PESO | | | | | |
| PESO ESPECÍFICO | (g/cm ³) | (ASTM D 1188) | 2.223 | 2.220 | 2.216 |
| ESTABILIDAD | (kg) | (ASTM D 6927) | 1212 | 1168 | 1106 |
| FLUJO | (mm) | (ASTM D 6927) | 3.4 | 3.5 | 3.6 |
| VACÍOS DE AIRE | (%) | (ASTM D 3203) | 11.6 | 11.5 | 11.4 |
| VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) | (%) | (ASTM D 6926) | 23.3 | 23.6 | 23.9 |
| VACÍOS LLENOS DE ASFALTO | (%) | (ASTM D 6926) | 50.3 | 51.5 | 52.5 |
| RELACIÓN POLVO / ASFALTO | | (ASTM D 6926) | | 1.6 | |
| ABSORCIÓN DEL ASFALTO | (%) | (ASTM D 4469) | | 0.59 | |
| ESTABILIDAD / FLUJO | (kg/cm) | (ASTM D 6927) | 3,607 | 3,359 | 3,050 |
| TEMPERATURA DE ROTURA | (°C) | | | 60.0 | |

Fuente: Elaboración propia

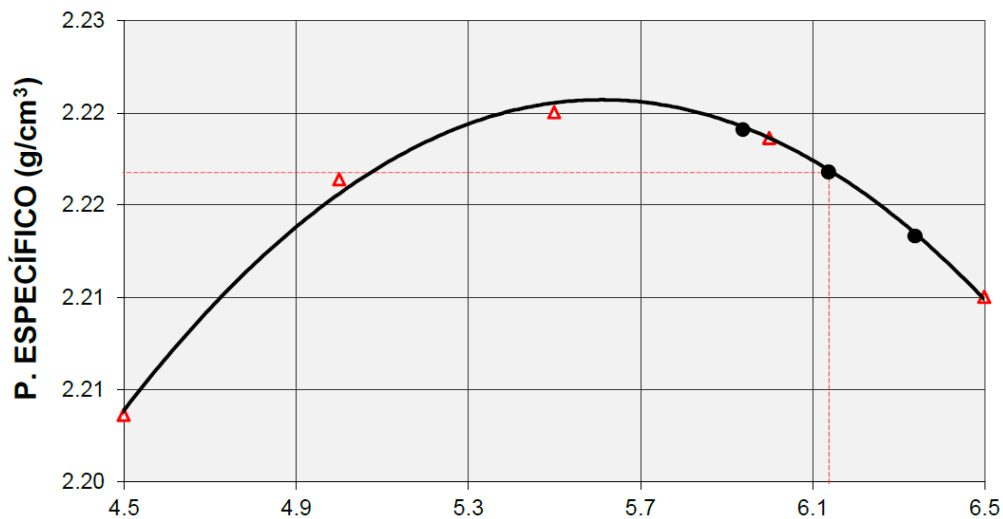


Figura 32. Peso específico

Fuente: Elaboración propia

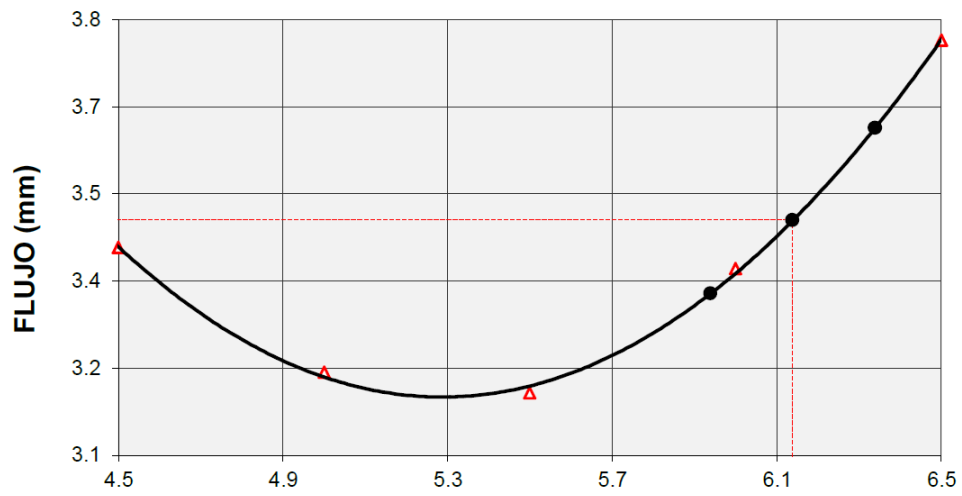


Figura 33. Flujo

Fuente: Elaboración propia

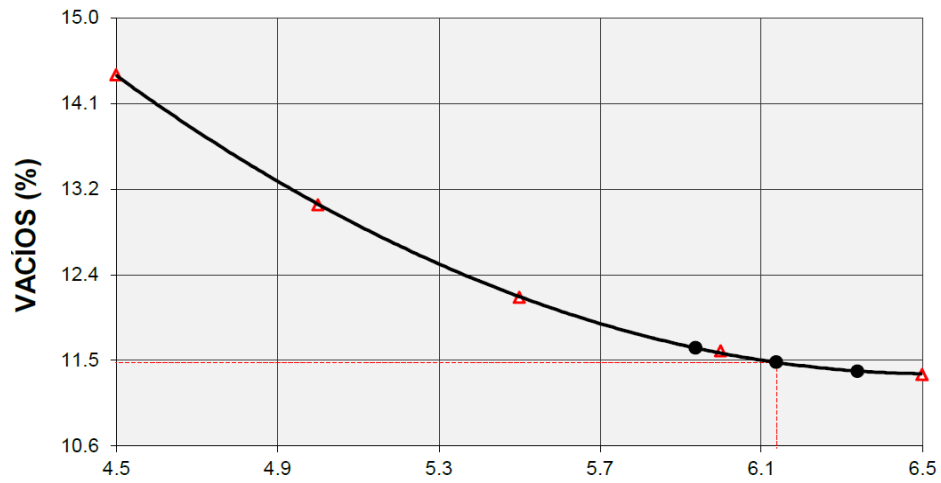


Figura 34. Porcentaje de vacíos

Fuente: Elaboración propia

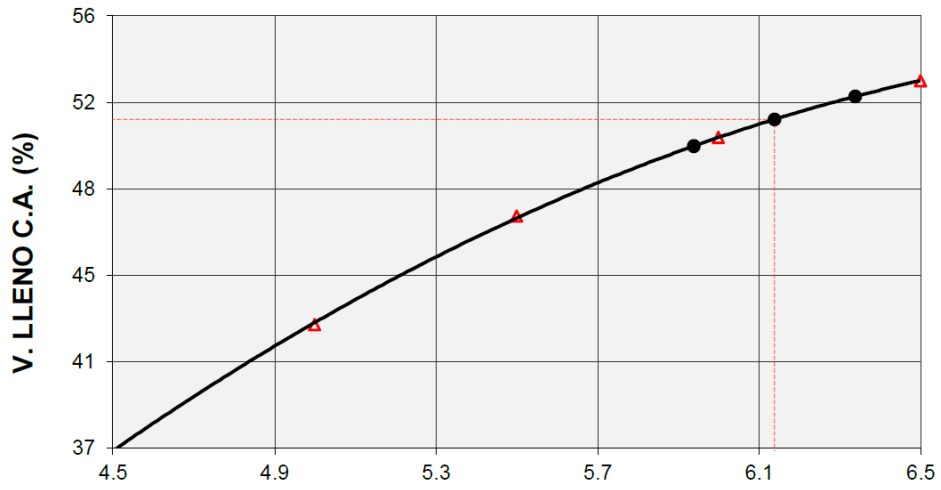


Figura 35. Vacíos llenos de asfalto

Fuente: Elaboración propia

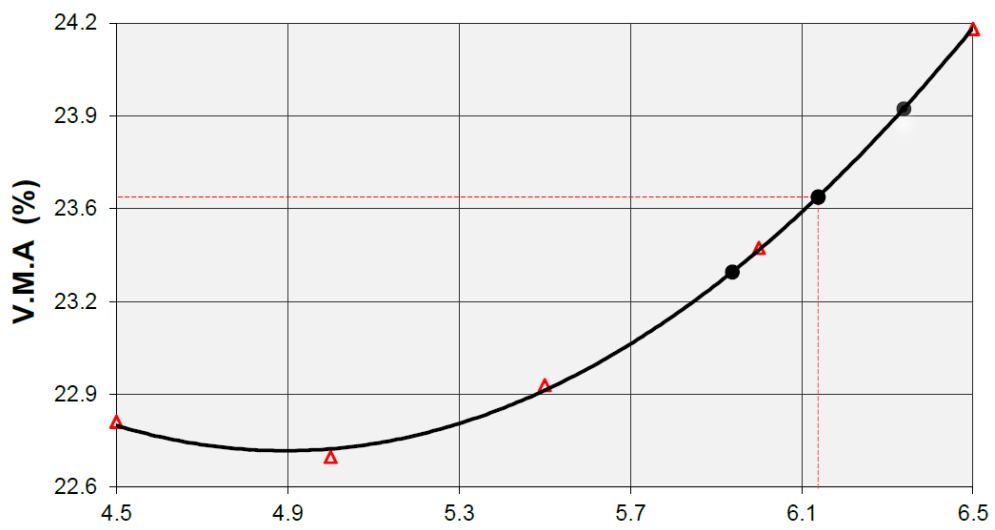


Figura 36. Vacíos agregado mineral

Fuente: Elaboración propia

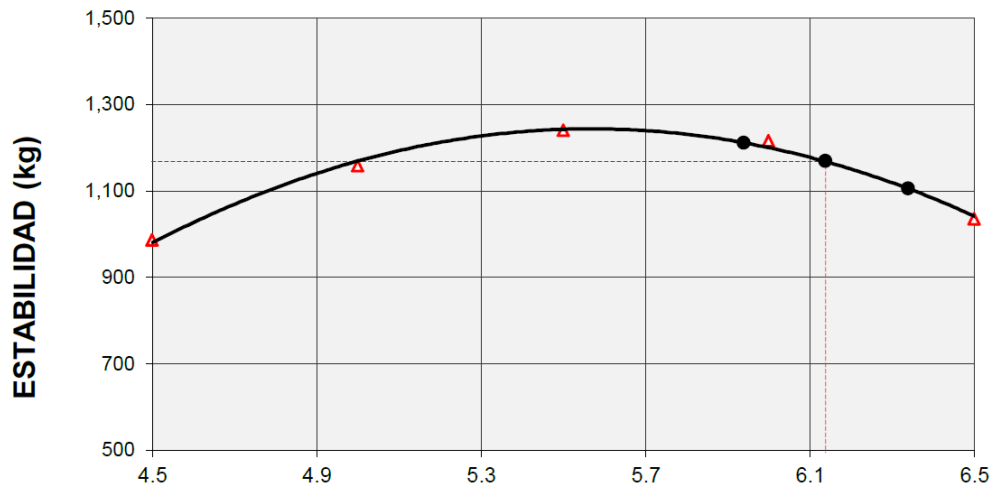


Figura 37. Estabilidad

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

- Respecto a los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio de asfalto se observó que, dentro de la estructura o matriz se pudo apreciar una mejoría en sus propiedades elásticas, el cual, se llegó a reflejar en los ensayos de módulo resiliente y deformación plástica, las propiedades de tereftalato de polietileno (PET) hace referencia a la uniformidad de microestructura, donde se puede apreciar que las restos seleccionados de tereftalato de polietileno (PET) crean un brecha entre las partículas del agregado mineral y benefician la transferencia de cargas, el cual, puede ser utilizado en una capa de transición o una superficie de rodadura, dentro de una estructura de pavimento flexible, estos resultados son similares con la investigación del diseño de mezclas asfálticas realizada por (**Berrío, 2017**) quien sostiene que el diseño de mezcla asfáltica aplicando el uso del tereftalato de polietileno (PET) se asimila a las fibras sintéticas que refuerzan la conformación mineral, dicha función es esencialmente la interconexión de partículas, además, hace mención impacto de la viabilidad económica que llegaría a costar la aplicación de este nuevo diseño de mezcla asfáltica.
- Respecto a los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio de asfalto se observó que, al aplicar el método Marshall en los distintos porcentajes de tereftalato de polietileno (PET), nos dio como resultados el aumento de vacíos en cada diseño según el porcentaje aplicado, pero, de igual forma el diseño se mantuvo estable en los distintos porcentajes aplicados de tereftalato de polietileno (PET), mejorando de esta manera sus propiedades y características el diseño de mezcla asfáltica, estos resultados son distintos con la investigación del diseño de mezclas asfálticas realizada por (**Ortiz, 2017**) quien sostiene en sus resultados obtenidos por el método Marshall aplicando diferentes porcentajes de tereftalato de polietileno (PET) y cemento asfáltico, obtuvo una gran diferencia con los resultados de la presente investigación, sin embargo, el aumento de vacíos por parte del tereftalato de polietileno (PET) coincide, pero, no mejora positivamente las características del nuevo diseño de mezcla asfáltica, como se puede

observar la diferencia de forma del material adicional influye en los resultados del ensayo Marshall.

- Respecto a los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio de asfalto se observó que, los porcentajes de plasticidad mejoraron satisfactoriamente, disminuyendo el porcentaje de vacíos de las briquetas en un 2.5% menos que las briquetas de los diseños de asfalto comunes las cuales alcanzan el 6.5%, obteniendo así como resultado una mejora de más de la tercera parte del porcentaje, estos resultados son similares con la investigación del diseño de mezclas asfálticas realizada por **(Huertas y Cazar, 2014)** quienes sostienen que el diseño de mezcla asfáltica aplicando el uso del tereftalato de polietileno (PET) tipo 1, observaron que, las briquetas modificadas con tereftalato de polietileno (PET) presentan mejores características de estabilidad y flujo, obteniendo así, un pavimento más resistente pero a su vez con mayor capacidad de deformación.
- Respecto a los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio de asfalto se observó que, para poder realizar un diseño de asfalto adecuado para la aplicación en las carreteras, se debe utilizar el 1% de tereftalato de polietileno en el diseño de mezcla asfáltica, obtenidas de las pasantes de la malla N°30 y retenidas en la malla N°40, este diseño de mezcla asfáltica nos da como resultado la estabilidad y el flujo del diseño apto para el uso en las vías o carreteras, estas características obtenidas generan un buen comportamiento en las distintas aplicaciones del diseño de mezcla asfáltica, llegando a comportarse de una mejor manera en el uso de dicho diseño, estos resultados son similares con la investigación del diseño de mezclas asfálticas realizada por **(Silvestre, 2017)** quien al igual realiza el uso del 1% de tereftalato de polietileno en su diseño de mezcla asfáltica, pero, utilizó una granulometría menor, las cuales fueron las pasantes de la malla N° 40 y retenidas en la malla N° 50, el cual, de igual manera mejora las características del nuevo diseño de mezclas asfálticas, además, sostiene que este porcentaje es el adecuado para realizar el diseño de mezcla asfáltica y no pierda las nuevas características positivas obtenidas.

VI. CONCLUSIONES

- Se comprobó que el tereftalato de polietileno en un 2% sustituyendo al agregado fino, pudo notar el aumento de la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente convencional, con un valor mínimo 900kg, siendo esta favorecida en un 29.1% con un valor aproximado de 1162, por lo tanto esto favorece a resistir desplazamiento y deformaciones debido a cargas de tránsito continuas, permitirá mantener su forma y lisura a la carpeta asfáltica, si la estabilidad hubiera bajado el pavimento presentaría con el tiempo y el paso vehicular, ondulaciones o ahuellamiento o diferentes señales que puede dar la mezcla asfáltica.
- Se concluyó que el PET en la mezcla asfáltica analizada, influyó y mejoró el flujo y aumento el peso específico lo cual es favorable para la carpeta asfáltica, esto optimiza el contenido de asfalto ya que después del contenido óptimo de asfalto este empieza a decrecer, a diferencia del flujo que aumentan los incrementos en el contenido de asfalto y brinda una mayor flexibilidad. Además, mejoró la relación estabilidad fluencia con un valor mínimo de 2.100(kg/cm), habiendo un aumento a 3.338(kg/cm) en promedio, siendo la mayor obtenida al utilizar en 2% de PET.
- Se comparó la mezcla asfáltica convencional sin ningún tipo de filer y los diferentes contenidos de PET en las mezclas, y se dio a notar el aumento de vacíos lo cual no es favorable para la mezcla ya que sobrepasa los valores que nos brinda la norma de carreteras, no siendo mayor 5% ni menor de 3%, estos altos porcentajes de vacíos, esto genera que la carpeta asfáltica tenga un deterioro acelerado, debido a la susceptibilidad a la humedad que penetraría y podría generar distintas fallas en el pavimento.
- Con base al método Marshall se observó el desempeño de la mezcla asfáltica añadiendo el Tereftalato de polietileno concluyó que no es óptimo para el diseño de mezclas asfálticas en caliente ya que esta no cumple con algunas de las especificaciones técnicas establecidas en la Norma ASTM D1559, siendo uno de los parámetros más importantes el porcentaje de vacíos.
- Se comparó los resultados obtenidos de la mezcla asfáltica convencional y 3 distintos porcentajes de mezclas con tereftalato de

polietileno (1%, 1.5% y 2%) que sustituyeron al agregado fino, para poder obtener diferentes valores de agregado. Pese a que el tereftalato de polietileno influye favorablemente en la estabilidad y flujo, siendo 900kg la estabilidad mínima para un pavimento, se obtuvo 1162kg de estabilidad en promedio, este material también origina un gran porcentaje de vacío lo cual perjudica a su vez la carpeta, ya que esta puede sufrir fisuras con el paso de tiempo, esto se da por el paso del agua a través de la carpeta asfáltica perjudicando a las capas inferiores, siendo esta uno de los principales agentes de deterioro de carreteras.

VII. RECOMEDACIONES

1. Se recomienda utilizar un cemento asfáltico modificado ya que este podría generar un contenido óptimo de asfalto diferente lo cual según los gráficos mostrados podría dar una estabilidad mayor a la mezcla asfáltica siendo favorable para su mayor conservación con el tiempo.

2. Se recomienda una mejor combinación de materiales (agregados finos y grueso) ya que por los ensayos realizados, se obtuvo en resultado alto de equivalente de arena el cual podría mejorarse con una combinación con canteras diferentes.

3. Según la Norma ASTM D1559 el porcentaje de vacíos determinados por el ensayo Rice se encuentra en un intervalo 3-5%, por ello se recomienda utilizar un PET más pequeño pasantes de la siguiente malla para poder adaptarse mejor a los vacíos, caso contrario utilizar Filer para poder reducir la cantidad de vacíos que presenta y realizar los ensayos respectivos para determinar la variación de las características con el Filer.

REFERENCIAS

- *American Society of Testing and Materials (ASTM), ASTM D611-97 (2002) Stand Specification for Asphalt Rubber Binder.*
<http://www.astm.org>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales.* Colombia: Editorial Pearson.
- Berrío (2017). *Diseño y evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica tipo MSC-19 con incorporación de Tereftalato de Polietileno reciclado como agregado constitutivo.* Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Durán, U. (2013). *Diseño de una recicladora de PET, estrategias y cadena de suministro para su formulación.* Recuperado de <https://books.google.com.pe/books>.
- Elías, X. (2012). *Reciclaje de residuos industriales: residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora.* Recuperado de <https://books.google.com.pe/books>.
- Empresa Editora Macro EIRL (2014). *Manual de carretera: “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”.* Lima: Macro.
- Empresa Editora Macro EIRL. (2013). *Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción.* Lima: Macro.
- Empresa Editora Macro EIRL. (2014). *Manual de carreteras – Diseño Geométrico DG – 2013.* Lima: Macro.
- Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña (2000). *Diseño estructural de caminos AASHTO 1993.* Buenos Aires.

- Fajardo & Vergara (2015). *Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas*. Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú.
- Fernández, V. (2009). *Proyecto de factibilidad del reciclado en frío de pavimentos flexibles*. Lima: Universidad ESAN.
- Forigua, J. & Pedraza, E. (2014). *Diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Forigua, J. (2014). *Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: Poliestireno expandido*. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.
- Gutiérrez, J. (2011). *Mecánica de suelos aplicada a las vías de transporte*. Lima: UNI.
- Herencia (2010). *Modificación de asfaltos con polímeros*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Huertas & Cazar (2014). *Diseño de un pavimento flexible adicionando teraftalato de polietileno como material constitutivo junto con ligante asfáltico ac-20*. Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, Quito, Ecuador.
- Ibañez, W. (2014). *Manual de costos y presupuestos de obras viales*. Lima: Macro.
- LEÓN, J. (1996). *Criterios para el Diseño de Mezclas Asfálticas en Caliente*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1996.

- López (2004). *Utilización de aditivos polímeros en pavimentos flexibles*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Metaute & Casas (2009). *Desarrollo de una mezcla asfáltica utilizando residuos plásticos*. Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.
- Minaya, Silene. (2001). *Manual de Laboratorio Ensayos para Pavimentos*. Lima: Macro.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. *Plan estratégico institucional*. Lima: MTC.
- MONTEJO, A. (1998). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Montejo, A. (2006). *Ingeniería de pavimentos: "Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías"*. Bogotá: Valbuena.
- MTC. (2013). *Manual de carreteras: Especificaciones técnica generales para construcción*. Lima: PUCP.
- Olivera B., F.(1999). *Estructuración de vías terrestres*. Ciudad de Mexico: Cesca.
- Ordoñez, A. & Minaya, S. (2005). *Módulo dinámica en mezclas asfálticas*. Lima: Macro.
- Ortiz (2017). *Mezclas asfálticas en caliente adicionando tereftalato de polietileno como agregado por el método de Marshall*. Universidad de San Carlos de Guatemala, San Carlos, Guatemala.
- Ortiz, L. (2014). *Evaluación en laboratorio del desempeño de morteros asfálticos y micropavimentos con agregados naturales del proyecto: Mantenimiento de carretera interoceánica norte*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

- Palella, S. & Martins, F. (2012). *Metodología de la Investigación cuantitativa*. Caracas: Fedupel.
- Palomino, J., Peña, J., Zevallos, G., Orizano, L. (2015). *Metodología de la Investigación Guía para elaborar un proyecto en salud y educación*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Paúl, H. & Wright, K. (2011). *Ingeniería de carreteras*. Ciudad de México: Limusa Wille.
- Pereda, D. & Cubas, N. (2015). *Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico-económico con los asfaltos convencionales* (tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Perú.
- Petroperú (2016). *Asfaltos en el Perú*. Recuperado de https://issuu.com/petroperu/docs/manual_asfaltos
- Provías Nacional (2006). *Programa quinquenal 2006-2011 de Provías Nacional Propuesta de Financiamiento*. Lima: PROVÍAS.
- Revelo, M. (2014). *Diseño de mezclas asfálticas en caliente modificadas con elastómeros(caucho) y tereftalato de polietileno reciclados con ligante asfáltico AC-20* (tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador.
- Reyes, F. (2003). *Diseño Racional de Pavimentos*. Colombia: Centro Editorial Javeriano.
- Rodríguez (2010). *Análisis de pavimento asfáltico modificado con polímero*. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Rondón, H. & Reyes, F. (2015). *Pavimentos: materiales, construcción y diseño*. Bogotá: Macro.

- Ruíz C. (2002). *Instrumento y Técnicas de Investigación Educativa*. 3ra ed. s.l.: Danaga.
- Sanchez & Rico (2018). *Identificación de los usos actuales del tereftalato de polietileno (PET) Reciclado en la Ingeniería Civil*. Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio, Colombia.
- Sánchez, F. & Campagnoli, S. (2016). *Pavimentos asfálticos de carreteras, guía práctica para los estudios y diseños*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Silvestre, D. (2017). *Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de lima-2017*. Lima, Universidad Cesar Vallejo
- Tapia, M. (2016). *Pavimentos*. Universidad Nacional Autónoma de México, DECDFI, México.
- Vásquez, L. (2002). *Paviment Condition Index(PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Manizales, Colombia.
- Vega, D. (2016). *Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico* (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Wirigen. (2004). *Manual de reciclado en frío*. Berlín: Wirigen.
- Pokharel, k. S., Han, J., Leshchinsky, D., & Parsons, L. R. (2018). *Experimental evaluation of geocell-reinforced bases under repeated loading*. *International Journal of Pavement Research and Technology*.

- *Bandara, N., y Gunaratne, M. (2001). Current and future pavement maintenance prioritization based on rapid visual condition evaluation. J. Transp. Eng, 127, 116- 123.*
- *Brown, R. (1988). Preventative maintenance of asphalt concrete pavements. National Center for Asphalt Technology.*
- *Chong, G., y Phang, W. (s.f.). Improved Preventive Maintenance: Sealing Cracks in Flexible Pavements Cold Regions, 12-19.*
- *Herold, M., Roberts, R., Smadi, O., y Noronha, V. (s.f.). Road condition mapping with hyperspectral remote sensing, 1-15.*

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPOTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | METODOLOGÍA |
|---|---|--|--|---------------|------------------|--|
| ¿En qué medida favorece la aplicación del tereftalato de polietileno reciclado en el diseño de mezclas asfálticas en caliente en la Av. Principal de Campoy,2018? | Determinar en qué medida favorece la aplicación del tereftalato de polietileno en el diseño de mezclas asfálticas en caliente en la Av. Principal de Campoy,2018 | La aplicación del tereftalato de polietileno reciclado influye favorablemente en el diseño de mezclas asfálticas en caliente en la Av. Principal de Campoy,2018 | Variable Independiente: tereftalato de polietileno reciclado | Granulometría | Tamaño | Diseño de Investigación No Experimental: El análisis comparativo de los dos métodos de mezclas asfálticas reflejara mediante un estudio descriptivo los procesos de la investigación (Hernández, 2006, p.58). |
| PROBLEMAS ESPECIFICOS | OBJETIVOS ESPECIFICOS | HIPOTESIS ESPECIFICOS | El objetivo es encontrar un porcentaje óptimo de uso, funcionando como un agente modificador, el cual va a reemplazar al agregado fino en distintas porciones, hasta estabilizar la mezcla asfáltica, mejorando las propiedades físicas (Ramírez, Grajales y Vidal, 2014, p.22). | Dosificación | 1% 1.5% 2% | Tipo de Investigación Aplicada: La finalidad es determinar cuál es el comportamiento y desempeño que cumple cada uno de los dos métodos. Así mismo, acorde a las mejoras de las propiedades que se van a visualizar y se van a tomar como resultado, se llegaría a una conclusión de cual convendría aplicarlo y asumirlo como un nuevo aporte de método de mezclas asfálticas modificadas para los proyectos de pavimentación (Vargas, 2009, p.159). |
| ¿Cómo influye la aplicación del tereftalato de polietileno reciclado en la estabilidad del diseño de las mezclas asfálticas en caliente en la Av. Principal de Campoy,2018? | Determinar de la aplicación del tereftalato de polietileno reciclado en la estabilidad del diseño de las mezclas asfálticas en caliente en la Av. Principal de Campoy,2018. | La aplicación del tereftalato de polietileno reciclado aumenta la estabilidad del diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la Av. Principal de Campoy, 2018. | Variable Dependiente: Diseño de mezclas asfálticas en caliente | | | Nivel de Investigación Descriptivo: Mediante el análisis comparativo de los dos métodos de mezclas asfálticas en Lima Metropolitana se efectuará el funcionamiento y comportamiento de cada uno. Describiendo cada |
| ¿De qué manera influye la aplicación del tereftalato de polietileno reciclado en la condición del diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la Av. Principal de Campoy,2018? | Determinar la influye la aplicación del tereftalato de polietileno reciclado en la condición del diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la Av. Principal de Campoy,2018 | La aplicación del del tereftalato de polietileno reciclado mejora la condición del diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la Av. Principal de Campoy,2018 | Un asfalto puede modificarse con rellenos minerales, cauchos, plásticos o hidrocarburos. Estos asfaltos se caracterizan por cambiar su s propiedades físicas como por ejemplo la susceptibilidad | | | |

¿Qué efectos produce la aplicación del tereftalato de polietileno reciclado en los porcentajes de vacíos del diseño de la mezcla asfáltica en caliente, en la Av. Principal de Campoy, 2018?

Determinar los efectos de la aplicación del tereftalato de polietileno reciclado en los porcentajes de vacíos del diseño de la mezcla asfáltica en caliente, en la Av. Principal de Campoy, 2018

La aplicación del tereftalato de polietileno reciclado reduce los porcentajes de vacíos del diseño de la mezcla asfáltica en caliente, en la Av. Principal de Campoy, 2018

térmica, la cual debería ser la más baja posible, de modo que a bajas temperaturas y tiempos cortos de aplicación de cargas, sean lo suficientemente flexibles para evitar el fisuramiento y a tiempos prolongados de aplicación de cargas, sean resistentes a las deformaciones. Es por ello que el diseño de las mezclas asfálticas, se caracteriza principalmente por variar su comportamiento según la temperatura a la que se encuentren; es por ello que a distintas temperaturas el asfalto posee distintas consistencias. Su composición cambia al ser reemplazado un material por otro (Salazar, 2008, p. 88).

propiedad en qué medida mejora de manera viable, y de las cuales se podrán explicar de qué forma aumenta o disminuye las propiedades (Hernández, 2006, p.102).

Definición conceptual de las variables y dimensiones

I. Variable tereftalato de polietileno reciclado:

El objetivo es encontrar un porcentaje óptimo de uso, funcionando como un agente modificador, el cual va a reemplazar al agregado fino en distintas porciones, hasta estabilizar la mezcla asfáltica, mejorando las propiedades físicas (Ramírez, Grajales y Vidal, 2014, p.22).

A. Dimensiones

1. Granulometría

La granulometría, entre más finos contenga el asfalto, en incremento será en área de la superficie y será la mayor la cantidad de asfalto será solicitada para recubrir toda la superficie, por otra parte, las mezclas con agregados gruesos, exigen menos asfalto debido a que contienen menos área superficial, existen una correlación entre el área superficial del agregado y el contenido de asfalto, y esta es más marcada cuando hay un relleno mineral. Las fracciones pequeñas pasan por el tamiz n°200 (0.075mm).

2. Dosificación

Para este proyecto de investigación se analizarán 3 cantidades diferentes de tereftalato de polietileno para hallar la variación entre ellos siendo estas las cantidades de 1%, 1.5% y 2%

II. Variable Diseño de mezclas asfálticas en caliente:

Un asfalto puede alterarse con rellenos minerales, cauchos, plásticos o hidrocarburos. Estos asfaltos se definen por cambiar sus propiedades físicas como por ejemplo la susceptibilidad térmica, la cual debería ser la más baja posible, de modo que a bajas temperaturas y tiempos cortos de aplicación de cargas, sean lo competentemente flexibles para evitar

el fisuramiento y a tiempos largos de aplicación de cargas, sean resistentes a las deformaciones.

Es por ello que el diseño de las mezclas asfálticas, se caracteriza principalmente por transformar su comportamiento según la temperatura a la que se encuentren; es por ello que a diferentes temperaturas el asfalto posee distintas consistencias.

Su composición cambia al ser reemplazado un material por otro (Salazar, 2008, p. 88).

A) Dimensiones

1. Características

Según Ibañez (2012) La mezcla asfáltica de pavimento prepara en el laboratorio es analizada para determinar su desempeño y rendimiento en el futuro pavimento. Este análisis se centra en algunas características de la mezcla, ya que cualquier irregularidad en ellas puede anomalías en la mezcla (p. 125).

2. Composición

El asfalto es llamado un sistema coloidal complejo de hidrocarburos, sobre ello es complicado establecer una relación óptima entre fase continua y dispersa. Para descubrir sus estructuras Nellensteyn en 1924 nos habla de sus primeras experiencias, cuyo modelo fue mejorado por Pfeiffery Saal en 1940. Con ensayos limitados y procedimientos analíticos. Dio a entender algunas clasificaciones, para los grupos de componentes que abarca el asfalto

3. Tereftalato de polietileno

El objetivo es encontrar un porcentaje óptimo de uso, funcionando como un agente modificador, el cual va a reemplazar al agregado fino en distintas porciones, hasta estabilizar la mezcla asfáltica, mejorando las propiedades físicas (Ramírez, Grajales y Vidal, 2014, p

Matriz de operacionalización

| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPOTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | METODOLOGÍA |
|--|--|---|---|--|---|---|
| <p>¿En qué medida favorece la aplicación del tereftalato de polietileno reciclado en el diseño de mezclas asfálticas en caliente en la Av. Principal de Campoy,2018?</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> | <p>Determinar en qué medida favorece la aplicación del tereftalato de polietileno en el diseño de mezclas asfálticas en caliente en la Av. Principal de Campoy,2018</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> | <p>La aplicación del tereftalato de polietileno reciclado influye favorablemente en el diseño de mezclas asfálticas en caliente en la Av. Principal de Campoy,2018</p> <p>HIPOTESIS ESPECIFICOS</p> | <p>Variable Independiente: tereftalato de polietileno reciclado</p> | <p>Granulometría</p> <p>Dosificación</p> | <p>Tamaño</p> <p>Porcentaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1% • 1.5% • 2% | <p>Diseño de Investigación</p> <p>No Experimental: El análisis comparativo de los dos métodos de mezclas asfálticas reflejara mediante un estudio descriptivo los procesos de la investigación (Hernández, 2006, p.58).</p> |
| <p>¿Cómo influye la aplicación del tereftalato de polietileno reciclado en la estabilidad del diseño de las mezclas asfálticas en caliente en la Av. Principal de Campoy,2018?</p> | <p>Determinar de la aplicación del tereftalato de polietileno reciclado en la estabilidad del diseño de las mezclas asfálticas en caliente en la Av. Principal de Campoy,2018.</p> | <p>La aplicación del tereftalato de polietileno reciclado aumenta la estabilidad del diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la Av. Principal de Campoy, 2018.</p> | <p>El objetivo es encontrar un porcentaje óptimo de uso, funcionando como un agente modificador, el cual va a reemplazar al agregado fino en distintas porciones, hasta estabilizar la mezcla asfáltica, mejorando las propiedades físicas (Ramírez, Grajales y Vidal, 2014, p.22).</p> | | | <p>Tipo de Investigación</p> <p>Aplicada: La finalidad es determinar cuál es el comportamiento y desempeño que cumple cada uno de los dos métodos. Así mismo, acorde a las mejoras de las propiedades que se van a visualizar y se van a tomar como resultado, se llegaría a una conclusión de cual convendría aplicarlo y asumirlo como un nuevo aporte de método de mezclas asfálticas modificadas para los proyectos de pavimentación (Vargas, 2009, p.159).</p> |

| | | | | | | |
|---|--|--|--|---|--|--|
| <p>¿De qué manera influye la aplicación del tereftalato de polietileno reciclado en la condición del diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la Av. Principal de Campoy,2018?</p> <p>¿Qué efectos produce la aplicación del tereftalato de polietileno reciclado en los porcentajes de vacíos del diseño de la mezcla asfáltica en caliente, en la Av. Principal de Campoy,2018?</p> | <p>Determinar la influye la aplicación del tereftalato de polietileno reciclado en la condición del diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la Av. Principal de Campoy,2018</p> <p>Determinar los efectos de la aplicación del tereftalato de polietileno reciclado en los porcentajes de vacíos del diseño de la mezcla asfáltica en caliente, en la Av. Principal de Campoy, 2018</p> | <p>La aplicación del del tereftalato de polietileno reciclado mejora la condición del diseño de la mezcla asfáltica en caliente en la Av. Principal de Campoy,2018</p> <p>La aplicación del tereftalato de polietileno reciclado reduce los porcentajes de vacíos del diseño de la mezcla asfáltica en caliente, en la Av. Principal de Campoy, 2018</p> | <p style="text-align: center;">Variable Dependiente:</p> <p style="text-align: center;">Diseño de mezclas asfálticas en caliente</p> <p>Salazar (2008), Un asfalto puede modificarse con rellenos minerales, cauchos, plásticos o hidrocarburos. Estos asfaltos se caracterizan por cambiar su s propiedades físicas como por ejemplo la susceptibilidad térmica, la cual debería ser la más baja posible, de modo que a bajas temperaturas y tiempos cortos de aplicación de cargas, sean lo suficientemente flexibles para evitar el fisuramiento y a tiempos prolongados de aplicación de cargas, sean resistentes a las deformaciones.</p> <p>Es por ello que el diseño de las mezclas asfálticas, se caracteriza principalmente por variar su comportamiento según la temperatura a la que se encuentren; es por ello que a distintas temperaturas el asfalto posee distintas consistencias.</p> <p>Su composición cambia al ser reemplazado un material por otro (Salazar, 2008, p. 88).</p> | <p>Características</p> <p>Composición</p> <p>Agente modificador</p> | <p>Estabilidad</p> <p>Flujo</p> <p>Vacíos de aire</p> <p>Peso específico</p> <p>Contenido de impureza</p> <p>Temperatura</p> <p>Agregados finos</p> <p>Agregados gruesos</p> <p>Cemento asfáltico</p> <p>PET</p> | <p><u>Nivel de Investigación</u></p> <p>Descriptivo: Mediante el análisis comparativo de los dos métodos de mezclas asfálticas en Lima Metropolitana se efectuará el funcionamiento y comportamiento de cada uno. Describiendo cada propiedad en qué medida mejora de manera viable, y de las cuales se podrán explicar de qué forma aumenta o disminuye las propiedades (Hernández, 2006, p.102).</p> |
|---|--|--|--|---|--|--|

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 10 | Agregados finos | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Agregados gruesos | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Cemento asfáltico | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | DIMENSIÓN: AGENTE MODIFICADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | PET | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

MD *Muy en Desacuerdo, D* *Desacuerdo, A* **Acuerdo, MA** *Muy de Acuerdo*

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador Dr. / Mg:

DNI:.....

Especialidad del

validador:.....

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL GRUESO, FINO Y GLOBAL
MTC E 204 - 2000 / NTP 339.128:1999
ASTM C 136-05 / AASHTO T - 27

CÓDIGO : FC - 002
VERSIÓN : 1.0
VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAVALI RAMÍREZ
ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA

REGISTRO : 114-2018/JR
FECHA : 11/12/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN : Cantera Gloria / C-1, M-1
PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno
Agregado Fino

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------|---------------|-------------------|----------------------|------------------------|----------|
| SERIE AMERICANA | MALLAS | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (g) | RETENIDO PARCIAL (%) | RETENIDO ACUMULADO (%) | PASA (%) |
| 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 | | | | | |
| N° 4 | 4.750 | | | | | 100.0 |
| N° 6 | 3.360 | 16.0 | | 7.4 | 7.4 | 92.6 |
| N° 8 | 2.360 | 31.3 | | 14.5 | 21.9 | 78.1 |
| N° 10 | 2.000 | 14.9 | | 6.9 | 28.8 | 71.2 |
| N° 16 | 1.180 | 43.7 | | 20.3 | 49.1 | 50.9 |
| N° 20 | 0.850 | 19.2 | | 8.9 | 58.0 | 42.0 |
| N° 30 | 0.600 | 17.3 | | 8.0 | 66.0 | 34.0 |
| N° 40 | 0.425 | 13.6 | | 6.3 | 72.3 | 27.7 |
| N° 50 | 0.300 | 11.0 | | 5.1 | 77.4 | 22.6 |
| N° 80 | 0.180 | 13.2 | | 6.1 | 83.5 | 16.5 |
| N° 100 | 0.150 | 4.8 | | 2.2 | 85.7 | 14.3 |
| N° 200 | 0.075 | 12.3 | | 5.7 | 91.4 | 8.6 |
| -200 | MTC E 202 - 2000 | | 18.5 | 8.6 | 100.0 | 0 |

| CARACTERIZACIÓN DEL SUELO | |
|---|------------------------------|
| Muestra Saca Inicial | 26,491.0 g 100.0 % |
| Material > 3" | --- |
| Material Ret. 2" | --- |
| Material Ret. 3/4" | --- |
| Material Ret. 3/8" | --- |
| Material Ret. N°4 | 26,491.0 g 100.0 % |
| Material < N°4 | --- |
| FRACCIÓN FINA (PASA N° 4) | |
| Peso seco antes del lavado + Tarro | 258.4 |
| Peso seco después del lavado + Tarro | 249.9 |
| Peso del Tarro | 53.2 |
| FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS | |
| Tamaño Máximo (mm) | 4.750 |
| Porcentaje de Grava > N°4 (%) | 91 |
| Porcentaje de Arena < N°4 (%) | 9 |
| Porcentaje de Pas. N°200 (%) | --- |
| CLASIFICACIÓN DEL SUELO | |
| Límite líquido (%) | NP |
| Límite plástico (%) | NP |
| Índice plástico (%) | NP |
| Clasificación SUCS | ASTM D 2487-05 SW-SM |
| Clasificación AASHTO | ASTM D 3282 A-1-b (0) |
| DESCRIPCIÓN DE SUELO | |
| SUCS | Arena bien graduada con limo |
| AASHTO | Bueno |



OBSERVACIONES :

[Signature]
RICARDO FRANCESCO
PAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355
 938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LOS MATERIALES MAS FINOS QUE EL DE 75 µm (N° 200)
MTC E 202 - 2000 / NTP 339.132:1999
ASTM C 117-04 / AASHTO T - 11

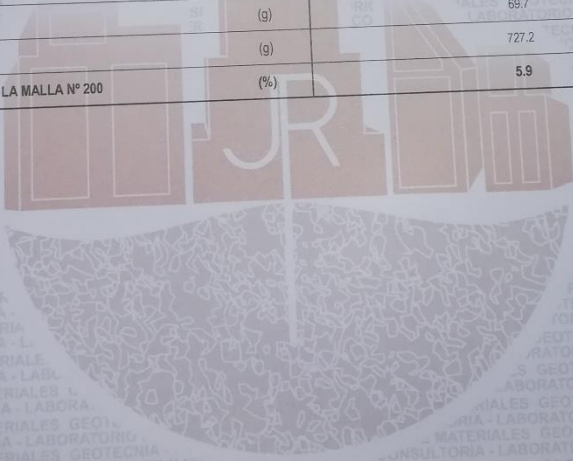
EL DE CÓDIGO : FC - 003
 VERSIÓN : 1.0
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY REGISTRO : 114-2018/JR
 ALUMNOS JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMIREZ FECHA : 11/2/2018
 ASESOR ING. MARIA ISABEL GARCIA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno
 IDENTIFICACIÓN Cantera Glória / C-1, M-1
 DESCRIPCIÓN Arena bien gradada con limo

| DENOMINACIÓN | MATERIAL PASANTE QUE EL TAMIZ N° 200 (75 µm) |
|---|--|
| Cápsula N° | 79 |
| Peso suelo seco + cápsula - inicial (g) | 796.9 |
| Peso suelo seco + cápsula - final (g) | 754.0 |
| Peso del material pasante por la Malla N° 200 (g) | 42.9 |
| Peso de la cápsula (g) | 69.7 |
| Peso del suelo seco inicial (g) | 727.2 |
| MATERIAL PASANTE POR LA MALLA N° 200 (%) | 5.9 |

OBSERVACIONES :



[Signature]
 RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108 - 2000 / NTP 339.127:1998
ASTM D 2216-05 / ASHTO T - 265

CÓDIGO : FC - 004
 VERSIÓN : 1.0
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY REGISTRO : 114-2018/JR
 ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ FECHA : 1/12/2018
 ASESOR : ING. MARIA ISABEL GARCIA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA :
 IDENTIFICACIÓN : Cantera Gloria. / C-1, M-1 PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.
 Agregado Fino
 DESCRIPCIÓN : Arena bien gradada con limo

| DENOMINACIÓN | CONTENIDO DE HUMEDAD |
|---------------------------------|----------------------|
| Cápsula N° | 370 |
| Peso cápsula + suelo húmedo (g) | 841.8 |
| Peso cápsula + suelo seco (g) | 835.7 |
| Peso del Agua (g) | 6.1 |
| Peso de la cápsula (g) | 76.2 |
| Peso del suelo seco (g) | 759.5 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 0.8 |

OBSERVACIONES :



RICARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
MTC E 110 - 2000 / MTC E 111 - 2000
NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318-05
AASHTO T-89 / AASHTO T-90

CÓDIGO : FC - 005
 VERSIÓN : 1.0
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECIKLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
 ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ
 ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA
 REGISTRO : 114-2018/JR
 FECHA : 1/12/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Gloria / C-1, M.1
 Agregado Fino
 DESCRIPCIÓN : Arena bien gradada con limo
 PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

| ENSAYO N° | DESCRIPCIÓN | LÍMITE LÍQUIDO | | | | LÍMITE PLÁSTICO | |
|-----------------------------|-------------|----------------|----|----|----|-----------------|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| Cápsula N° | | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso cápsula + suelo húmedo | (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso cápsula + suelo seco | (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso del Agua | (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso de la cápsula | (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso del suelo seco | (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Contenido de humedad | (%) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Número de golpes | | -- | -- | -- | -- | -- | -- |



| RESULTADOS DE ENSAYOS | |
|-----------------------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO (%) | NP |
| LÍMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| IND. PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES:
 - Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
 - La muestra se desliza en la copa de Casagrande.
 - El Límite Líquido no se puede determinar.
 - El límite plástico no se puede determinar.

OBSERVACIONES :

RICARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
MTC E 110 - 2000 / MTC E 111 - 2000
NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318-05
AASHTO T-89 / AASHTO T-90

CÓDIGO : FC - 023
 VERSIÓN : 1.0
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
 ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ
 ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA
 REGISTRO : 114-2018/JR
 FECHA : 1/12/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACIÓN : Cantera Gloria / C-1, M-1 Agregado Fino
 DESCRIPCIÓN : Arena bien gradada con limo
 PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

| DESCRIPCIÓN | LÍMITE LÍQUIDO | | | | LÍMITE PLÁSTICO | |
|---------------------------------|----------------|----|----|----|-----------------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| Ensayo N° | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Cápsula N° | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso cápsula + suelo húmedo (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso cápsula + suelo seco (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso del Agua (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso de la cápsula (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Peso del suelo seco (g) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Contenido de humedad (%) | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Número de golpes | -- | -- | -- | -- | -- | -- |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



| RESULTADOS DE ENSAYOS | |
|-----------------------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO (%) | NP |
| LÍMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| IND. PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES:
 - Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 200.
 - La muestra se desliza en la copa de Casagrande.
 - El Límite Líquido no se puede determinar.
 - El límite plástico no se puede determinar.
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.

[Signature]
 RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2. Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS

MTC E 114 - 2000 / NTP 339.146:2000

ASTM D 2419-02 / AASHTO T 176

CÓDIGO : FC - 024

VERSIÓN : 1.0

VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY

REGISTRO : 114-2018UR

ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUAL RAMÍREZ

FECHA : 11/12/2018

ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Gloria / C-1, M-1

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Arena bien gradada con limo.

TAMAÑO MÁXIMO : 4.75 mm (Nº4)

| DESCRIPCIÓN | Nº DE ENSAYO | | | RESULTADO (%) |
|--|----------------|----------------|----------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Tamaño Máximo de Partícula de Ensayo (mm) | 4.750 | | | |
| Hora de Entrada a Saturación (hh:mm:ss) | 02:42:00 p. m. | 02:45:00 p. m. | 02:48:00 p. m. | |
| Hora de Salida de Saturación (mas 10") (hh:mm:ss) | 02:52:00 p. m. | 02:55:00 p. m. | 02:58:00 p. m. | |
| Hora de Entrada a Decantación (hh:mm:ss) | 02:54:00 p. m. | 02:57:00 p. m. | 03:00:00 p. m. | 78.5 |
| Hora de Salida de Decantación (mas 20") (hh:mm:ss) | 03:14:00 p. m. | 03:17:00 p. m. | 03:20:00 p. m. | |
| Altura Máxima de Material Fino (pulg.) | 4.1 | 4.0 | 4.0 | |
| Altura Máxima de la Arena (pulg.) | 3.2 | 3.1 | 3.2 | |
| EQUIVALENTE DE ARENA (%) | 78.0 | 77.5 | 80.0 | |

OBSERVACIONES

(Faint handwritten notes and a large watermark logo are present in this section)

(Handwritten signature)

RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 203355

982 840 339 / 956 363 147
 fdiaz@irgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 proyectos@irgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
MTC E 205-2000 / NTP 400.022:2002
ASTM C 128-04a / AASHTO T-84

CÓDIGO : FC - 028
 VERSIÓN : 1.0
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
 REGISTRO : 114-2018/JR

ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMIREZ
 FECHA : 11/12/2018

ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Canteras Gloria / C-1, M-1
 Agregado Fino
 DESCRIPCIÓN : Arena bien gradada con limo

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

| DESCRIPCIÓN | AGREGADO FINO | RESULTADOS |
|---|----------------------------|------------|
| Nº DE ENSAYO | 1 | 2 |
| PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AIRE) | (g) 300.0 | 300.0 |
| PESO FIOLA + H ₂ O | (g) 665.2 | 715.2 |
| PESO FIOLA + H ₂ O + MATERIAL | (g) 965.2 | 1015.2 |
| PESO FIOLA + H ₂ O + MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA | (g) 855.4 | 905.2 |
| VOLUMEN MASA + VOLUMEN DE VACÍOS | (cm ³) 109.8 | 110.0 |
| PESO MATERIAL SECO A 105 °C | (g) 297.9 | 298.0 |
| VOLUMEN DE MASA | (cm ³) 107.7 | 108.0 |
| PESO BULK BASE SECA | (g/cm ³) 2.713 | 2.710 |
| PESO BULK BASE SATURADA | (g/cm ³) 2.732 | 2.728 |
| PESO APARENTE BASE SECA | (g/cm ³) 2.766 | 2.760 |
| ABSORCIÓN | (%) 0.70 | 0.67 |
| | | 0.69 |

OBSERVACIONES :

[Firma manuscrita]

RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@irgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@irgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR MEDIO DE SULFATO DE SODIO O SULFATO DE MAGNESIO
 MTC E 209-2000 / NTP 400.016.2011
 ASTM C 88-05 / AASHTO T 104

CÓDIGO : FC-027
 VERSIÓN : 1.0
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
 ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMIREZ
 ASESOR : ING. MARIA ISABEL GARCIA

REGISTRO : 114-2018/JR
 FECHA : 11/12/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : Canterra Gloria, FC-1, M-1
 DESCRIPCION : Agregado Fino
 AGREGADO FINO : Arena bien gradada con limo

PRESENTACION : 01 Saco de polipropileno

| ABERTURA MALLA | N° TARRO | PESO DE LA FRAC. DE ENSAYO (g) | | PÉRDIDA TOTAL (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PÉRDIDA CORREGIDA (%) |
|--------------------------|----------|--------------------------------|---------|-------------------|------------------------|-----------------------|
| | | ANTES | DESPUES | | | |
| N° 4 | N° 8 | 57 | 99.3 | 0.7 | 21.9 | 0.15 |
| N° 8 | N° 16 | 55 | 100.2 | 2.2 | 27.2 | 0.60 |
| N° 16 | N° 30 | 54 | 100.0 | 2.5 | 16.9 | 0.42 |
| N° 30 | N° 50 | 47 | 100.3 | 6.4 | 11.4 | 0.73 |
| PÉRDIDA TOTAL (%) | | | | | | 1.9 |

OBSERVACIONES :



[Handwritten Signature]
 RICARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

COMUNICACION

| | | |
|---|----------|--------------|
| MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS MTC E 214-2000 ASTM D 3744/D 3744M-11 / AASHTO T-210 | CÓDIGO | : FC - 031 |
| | VERSIÓN | : 1.0 |
| | VIGENCIA | : 31/12/2018 |

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY REGISTRO : 114-2018/UR

ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMIREZ FECHA : 11/12/2018

ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantero Gloria / C-1, M-1 PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

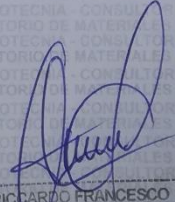
DESCRIPCIÓN : Agregado Fino

TAMAÑO MÁXIMO : Arena bien gradada con limo : 4.75 mm (Nº4)

AGREGADO FINO

| DESCRIPCIÓN | Nº DE ENSAYO | | | RESULTADO (%) |
|--|----------------|----------------|----------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Tamaño Máximo de Partícula de Ensayo (mm) | 4.750 | | | |
| Hora de Entrada a 1ª Saturación (hh:mm:ss) | 10:18:00 a. m. | 10:36:00 a. m. | 10:54:00 a. m. | 61.1 |
| Hora de Salida de 1ª Saturación (mas 10") (hh:mm:ss) | 10:28:00 a. m. | 10:46:00 a. m. | 11:04:00 a. m. | |
| Hora de Entrada a 2ª Saturación (hh:mm:ss) | 10:30:00 a. m. | 10:48:00 a. m. | 11:06:00 a. m. | |
| Hora de Salida de 2ª Saturación (mas 10") (hh:mm:ss) | 10:40:00 a. m. | 10:58:00 a. m. | 11:16:00 a. m. | |
| Hora de Entrada a Decantación (hh:mm:ss) | 10:50:00 a. m. | 11:08:00 a. m. | 11:26:00 a. m. | |
| Hora de Salida de Decantación (mas 20") (hh:mm:ss) | 11:10:00 a. m. | 11:28:00 a. m. | 11:46:00 a. m. | |
| Altura Máxima de Material Fino (pulg.) | 4.9 | 4.8 | 4.7 | |
| Altura Máxima de la Arena (pulg.) | 3.0 | 2.9 | 2.9 | |
| Índice de Durabilidad (%) | 61.2 | 60.4 | 61.7 | |

OBSERVACIONES :


RICARDO FRANCESCO DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO MTC E 222 - 2000

CÓDIGO : FC - 032
 VERSIÓN : 1.0
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO REICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY

REGISTRO : 114-2018/JR

ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUAL RAMIREZ

FECHA : 11/12/2018

ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GÁRCIA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Gloria / C-1, M-1
 Agregado Fino
 DESCRIPCIÓN : Arena bien gradada con limo

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

| Nº DE ENSAYO | DESCRIPCIÓN | AGREGADO FINO | | |
|----------------------------|----------------------|---------------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| PESO BULK BASE SECA | (g/cm ³) | 2.720 | 2.720 | 2.720 |
| VOLUMEN DEL MOLDE | (ml) | | 100.0 | |
| PESO DE MOLDE | (g) | | 251.92 | |
| PESO DE LA MUESTRA + MOLDE | (g) | 414.2 | 414.10 | 414.30 |
| PESO DE LA MUESTRA | (g) | 162.28 | 162.18 | 162.38 |
| VACÍOS SIN COMPACTAR | (%) | 40.3 | 40.4 | 40.3 |
| PROMEDIO DE MA | (%) | | 40.3 | |

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO

| DESCRIPCIÓN | | AGREGADO FINO | | RESULTADOS |
|--|----------------------|---------------|-------|------------|
| | | 1 | 2 | |
| Nº DE ENSAYO | | 1 | 2 | |
| PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AIRE) | (g) | 300.0 | 300.0 | |
| PESO FIOLA + H ₂ O | (g) | 666.2 | 671.6 | |
| PESO FIOLA + H ₂ O + MATERIAL | (g) | 965.2 | 971.6 | |
| PESO FIOLA + H ₂ O + MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SEC | (g) | 855.8 | 862.1 | |
| VOLUMEN MASA + VOLUMEN DE VACÍOS | (cm ³) | 109.4 | 109.5 | |
| PESO MATERIAL SECO A 105 °C | (g) | 297.9 | 297.8 | |
| VOLUMEN DE MASA | (cm ³) | 107.3 | 107.4 | |
| PESO BULK BASE SECA | (g/cm ³) | 2.722 | 2.719 | 2.720 |
| PESO BULK BASE SATURADA | (g/cm ³) | 2.741 | 2.739 | 2.740 |
| PESO APARENTE BASE SECA | (g/cm ³) | 2.776 | 2.774 | 2.775 |
| ABSORCIÓN | (%) | 0.72 | 0.73 | 0.72 |

OBSERVACIONES

[Firma]
 RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

| | | |
|--|----------|--------------|
| MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA MTC E 219 - 2000 / NTP 339.152:2002 | CÓDIGO | : FC - 033 |
| | VERSIÓN | : 1.0 |
| | VIGENCIA | : 31/12/2018 |

| | | | |
|----------|--|----------|-------------|
| PROYECTO | DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECIKLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY | REGISTRO | 114-2018/JR |
| ALUMNOS | JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS ROMAHUALI RAMÍREZ | FECHA | 1/12/2018 |
| ASESOR | ING. MARÍA ISABEL GARCÍA | | |

| | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | |
| IDENTIFICACIÓN | Cantera Gloria / C-1, M-1 |
| | Agregado Fino |
| DESCRIPCIÓN | Arena bien graduada con limo |
| | PRESENTACIÓN 01 Saco de polipropileno |

| IDENTIFICACIÓN | AÑEGADO FINO | | RESULTADO (%) |
|--------------------------------------|--------------|---------|---------------|
| | 1 | 2 | |
| Nº DE ENSAYO | | | |
| PESO INICIAL (BIKER DE 100 ml) | (g) 65.5125 | 69.2475 | |
| VOLUMEN DE SOLUCIÓN EMPLEADA | (ml) 100.0 | 100.0 | 0.1369 |
| PESO FINAL (BIKER DE 100 mm) + SALES | (g) 66.5564 | 59.2948 | |
| CONTENIDO DE SALES (%) | 0.1317 | 0.1420 | |

OBSERVACIONES

JR

[Firma]
 RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP Nº 203355

982 840 339 / 956 363 147
 rdiaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS Y EN LLENANTES MINERALES
ASTM C837 - 09 / AASHTO TP 57-01 (2004)

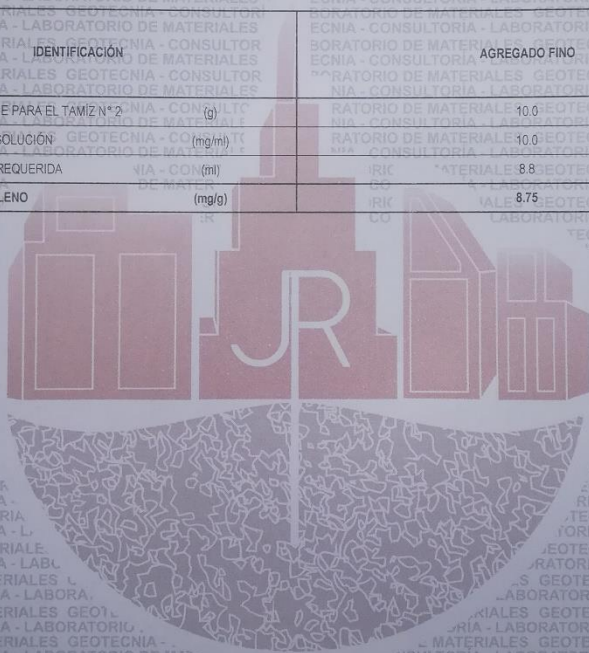
CÓDIGO : FC - 036
 VERSIÓN : 1.0
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
 REGISTRO : 114-2018/JUR
 UBICACIÓN : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ
 FECHA : 11/12/2018
 ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA :
 IDENTIFICACIÓN : Cantera Clona / C-1, M-1
 PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno
 DESCRIPCIÓN : Agregado Fino

| IDENTIFICACIÓN | AGREGADO FINO |
|---|---------------|
| PESO DE LA MUESTRA QUE PARA EL TAMIZ N° 2 (g) | 40.0 |
| CONCENTRACIÓN DE LA SOLUCIÓN (mg/ml) | 40.0 |
| VOLUMEN DE SOLUCIÓN REQUERIDA (ml) | 8.8 |
| VALOR DE AZUL DE METILENO (mg/g) | 8.75 |

OBSERVACIONES :



[Handwritten Signature]

FRIGGARDOS FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@irgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 proyectos@irgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

47
 3m
 3m
 24
 ma

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL GRUESO, FINO Y GLOBAL
MTC E 204 - 2000 / NTP 339.128:1999
ASTM C 136-05 / AASHTO T - 27

CÓDIGO : FC - 002
VERSIÓN : 1.0
VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPY REGISTRO : 114 - 2018/JR
ALUMNOS : JUAN CARLOS BÁRZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ FECHA : /12/2018
ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Gloria / C-1, M-1
Agregado Grueso

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

| SERIE AMERICANA | MALLAS ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (g) | RETENIDO PARCIAL (%) | RETENIDO ACUMULADO (%) | PASA (%) |
|-----------------|----------------------|-------------------|----------------------|------------------------|----------|
| 2 1/2" | 76.200 | | | | |
| 2" | 63.500 | | | | |
| 1 1/2" | 50.800 | | | | |
| 1 1/4" | 38.100 | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | 100 |
| 3/4" | 19.050 | 738.0 | 35 | 35 | 65 |
| 1/2" | 12.700 | 779.7 | 21 | 56 | 44 |
| 3/8" | 9.525 | 613.4 | 16 | 72 | 28 |
| 1/4" | 6.350 | 589.5 | 26 | 98 | 2 |
| N° 4 | 4.750 | 45.8 | 2 | 100 | |
| N° 6 | 3.360 | | | | |
| N° 9 | 2.360 | | | | |
| N° 10 | 2.000 | | | | |
| N° 16 | 1.180 | | | | |
| N° 20 | 0.850 | | | | |
| N° 30 | 0.600 | | | | |
| N° 40 | 0.425 | | | | |
| N° 50 | 0.300 | | | | |
| N° 80 | 0.180 | | | | |
| N° 100 | 0.150 | | | | |
| N° 200 | 0.075 | | | | |
| -200 | MTC E 202 - 2000 | | | | |

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

| | | |
|----------------------|------------|---------|
| Muestra Seca Inicial | 30.496.0 g | 100.0 % |
| Material > 3" | | |
| Material Ret. 2" | | |
| Material Ret. 3/4" | 10,673.6 g | 35.0 % |
| Material Ret. 3/8" | 11,283.5 g | 37.0 % |
| Material Ret. N° 4 | 8,538.9 g | 28.0 % |
| Material < N° 4 | | |

FRACCIÓN FINA (PASA N° 4)

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Peso seco antes del lavado + Tarro | 2766.4 |
| Peso seco después del lavado + Tarro | 2766.4 |
| Peso del Tarro | |

FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS

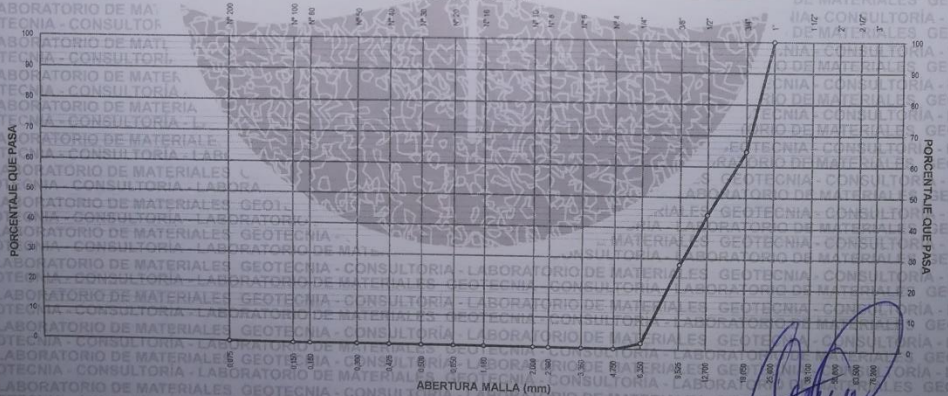
| | |
|--------------------------------|--------|
| Tamaño Máximo (mm) | 25.400 |
| Porcentaje de Grava > N° 4 (%) | 100 |
| Porcentaje de Arena < N° 4 (%) | 0 |
| Porcentaje de Pas. N° 200 (%) | 0 |

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

| | |
|----------------------|----------------|
| Límite líquido (%) | |
| Límite plástico (%) | |
| Índice plástico (%) | |
| Clasificación SUCS | ASTM D 2487-05 |
| Clasificación AASHTO | ASTM D 3222 |

Descripción de la muestra : Piedra Natural

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

NINGUNA

RICCARDO FRANCESCO DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355

982 840 339 / 956 363 147

r.diaz@jrgeoconsultores.com

Jrgeoconsultores@gmail.com

proyectos@jrgeoconsultores.com

Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24

San Martín de Porres - Lima

**MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS
FRACTURADAS EN AGREGADOS GRUESOS
ASTM D 5821-01 / MTC E 210-2000**

CÓDIGO : FC - 009
VERSIÓN : 1.0
VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
REGISTRO : 114 - 2018/JR
UBICACIÓN : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ
FECHA : 1/12/2018
ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN : Cantera Gloria / C-1, M-1
PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno
Agregado Grueso
DESCRIPCIÓN : Piedra Natural

A) UNA A MÁS CARAS FRACTURADAS

| ABERTURA MALLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTÍCULAS | PARTÍCULAS FRACTURADAS (g) | CARAS FRACTURADAS (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS |
|--|------|-----------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|
| PASA | RET. | | | | | | |
| 1 1/2" | 1" | 1953.8 | 80 | 1953.8 | 100.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1" | 3/4" | 1544.2 | 106 | 1494.0 | 96.7 | 48.6 | 4700.6 |
| 3/4" | 1/2" | 1196.0 | 320 | 1137.2 | 95.1 | 28.8 | 2734.1 |
| 1/2" | 3/8" | 299.0 | 166 | 295.0 | 98.7 | 22.6 | 2234.6 |
| TOTAL | | | | | 390.5 | 100.0 | 9.669.3 |
| PARTÍCULAS CON UNA A MÁS CARAS DE FRACTURA (%) | | | | | | | 96.7 % |

B) DOS A MÁS CARAS FRACTURADAS

| ABERTURA MALLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTÍCULAS | PARTÍCULAS FRACTURADAS (g) | CARAS FRACTURADAS (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS |
|--|------|-----------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|
| PASA | RET. | | | | | | |
| 1 1/2" | 1" | 1953.8 | 80 | 1909.0 | 97.7 | 0.0 | 0.0 |
| 1" | 3/4" | 1544.2 | 106 | 1429.8 | 92.6 | 48.6 | 4601.3 |
| 3/4" | 1/2" | 1196.0 | 320 | 1121.8 | 93.8 | 28.8 | 2696.8 |
| 1/2" | 3/8" | 299.0 | 166 | 295.0 | 98.7 | 22.6 | 2234.6 |
| TOTAL | | | | | 367.8 | 100.0 | 9.432.6 |
| PARTÍCULAS CON DOS A MÁS CARAS DE FRACTURA (%) | | | | | | | 94.3 % |

OBSERVACIONES: NINGUNA



RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355

982 840 339 / 956 363 147
rdiaz@jrgeoconsultores.com
jrgeoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
San Martín de Porres - Lima

AMERICANA
N° 2
N° 4
N° 6
N° 8
N° 10
N° 16
N° 20
N° 30
N° 40
N° 50
N° 80
N° 100
N° 200
-200

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
MTC E 206-2000 / NTP 400.021:2002
ASTM C 127-04 / AASHTO T-85

CÓDIGO : FC - 011
VERSIÓN : 1.0
VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE REGISTRO POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY

UBICACIÓN : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ

ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Gloria / C-1, M-1

Agregado Grueso

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Piedra Natural

| | DESCRIPCIÓN | AGREGADO GRUESO | RESULTADOS |
|--|----------------------|-----------------|------------|
| Nº DE ENSAYO | | 1 2 | |
| PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AIRE) | (g) | 503.3 | 529.2 |
| PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AGUA) | (g) | 328.4 | 342.3 |
| VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACÍOS | (cm ³) | 174.9 | 186.9 |
| PESO DEL MATERIAL SECO A 105 °C | (g) | 500.7 | 526.6 |
| VOLUMEN DE MASA | (cm ³) | 172.3 | 184.3 |
| PESO BULK BASE SECA | (g/cm ³) | 2.863 | 2.818 |
| PESO BULK BASE SATURADA | (g/cm ³) | 2.878 | 2.831 |
| PESO APARENTE BASE SECA | (g/cm ³) | 2.906 | 2.857 |
| ABSORCIÓN | (%) | 0.52 | 0.49 |
| | | | 0.51 |

OBSERVACIONES:

- NINGUNA


RICARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

982 840 339 / 956 363 147

r.diaz@jrgeoconsultores.com

Jrgeoconsultores@gmail.com

proyectos@jrgeoconsultores.com

Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA
MTC E 219 - 2000 / NTP 339.152:2002

CÓDIGO : FC - 017
 VERSIÓN : 1.0
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
 UBICACIÓN : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ
 ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA

REGISTRO : 114 - 2018/JR
 FECHA : 1/12/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Gloria / C-1, M-1
 DESCRIPCIÓN : Piedra Natural
 AGREGADO GRUESO : Agregado Grueso
 PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

MÉTODO DE ENSAYO
 PROYECTO
 UBICACIÓN
 ASESOR
 REFERENCIAS DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACIÓN
 DESCRIPCIÓN
 AGREGADO GRUESO

ABERTURA

| |
|--------|
| PASA |
| 2 1/2" |
| 1 1/2" |
| 1" |
| 3/4" |
| 1/2" |
| 3/8" |

| IDENTIFICACIÓN | AGREGADO GRUESO | | RESULTADO (%) |
|--|--------------------|---------|---------------|
| | SALES SOLUBLES (%) | | |
| Nº DE ENSAYO | 1 | 2 | |
| PESO INICIAL (BIKER DE 100 ml) (g) | 65.0620 | 61.3571 | |
| VOLUMEN DE SOLUCIÓN EMPLEADA (ml) | 100.0 | 100.0 | 0.0954 |
| PESO FINAL (BIKER DE 100 ml) + SALES (g) | 65.0935 | 61.3892 | |
| CONTENIDO DE SALES (%) | 0.0945 | 0.0962 | |

OBSERVACIONES: - NINGUNA



[Signature]
 RICARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO ESTÁNDAR DE PRUEBA PARA EL REVESTIMIENTO DE MEZCLAS DE ASFALTO-AGREGADO
MTC E 517 - 2000 / ASTM D 1664-80(1985) / AASHTO T 182-84 (2002)

CÓDIGO : FC - 020
 VERSIÓN : 1.0
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY REGISTRO : 114 - 2018JR
 UBICACIÓN : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ FECHA : 1/12/2018
 ASESOR : ING. MARIA ISABEL GARCIA

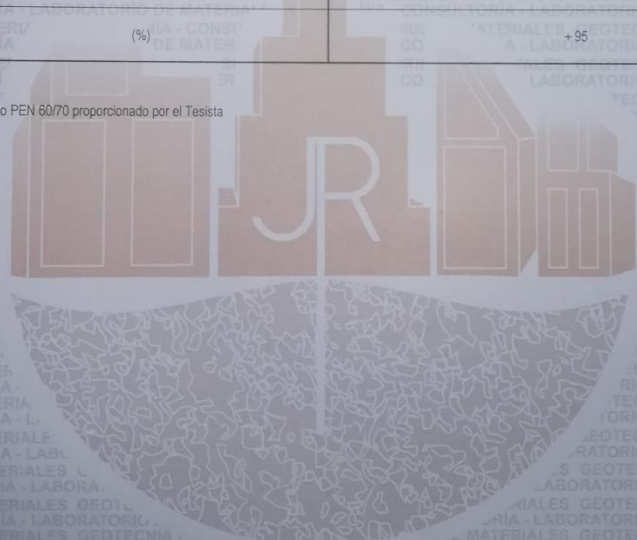
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

AGREGADO
 IDENTIFICACIÓN : Cantera Gloria. / C-1, M-1
 Agregado Grueso
 DESCRIPCIÓN : Piedra Natural
 PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

LIGANTE BITUMINOSO
 TIPO DE ASFALTO : PEN 60/70
 PRESENTACIÓN : 01 Lata de 1 gl.

| ESTADO | | RESULTADO |
|-------------------|--|-----------|
| Recubrimiento (%) | | 100 |
| Adherencia (%) | | + 95 |

OBSERVACIONES :
 -Asfalto PEN 60/70 proporcionado por el Testista



RICARDO FRANCESCO DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com

Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen

EXPEDIENTE N° 114-2018/JR

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
 ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ
 ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 22 de noviembre del 2018
 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 27 de noviembre del 2018

ASTM C 136-05 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Gloria",
 - Piedra Chancada
 - Arena Chancada

PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno

CANTIDAD : 150 kg aprox.

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCIÓN | "Piedra Chancada" | | "Arena Chancada" | | | | | | RESULTADO DE MEZCLA | | |
|------------------------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|-------------|-------------|
| | | ABERTURA (mm) | RET. (%) | PASA (%) | RET. (%) | PASA (%) | RET. (%) | PASA (%) | RET. (%) | PASA (%) | RET. (%) | PASA (%) |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | | | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | 100.0 | | | | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | 35.0 | 65.0 | | | | | | | | | 100.0 |
| 1/2" | 12.700 | 20.7 | 44.3 | | | | | | | 11.1 | 88.9 | |
| 3/8" | 9.525 | 16.3 | 28.0 | | | | | | | 8.8 | 80.1 | |
| 1/4" | 6.350 | 26.0 | 2.0 | | | | | | | 14.0 | 66.1 | |
| N° 4 | 4.760 | 2.0 | | | 100.0 | | | | | 1.1 | 65.0 | |
| N° 6 | 3.360 | | | 7.4 | 92.6 | | | | | 4.8 | 60.2 | |
| N° 8 | 2.380 | | | 14.5 | 78.1 | | | | | 9.4 | 50.8 | |
| N° 10 | 2.000 | | | 6.9 | 71.2 | | | | | 4.5 | 46.3 | |
| N° 16 | 1.190 | | | 20.3 | 50.9 | | | | | 13.2 | 33.1 | |
| N° 20 | 0.840 | | | 8.9 | 42.0 | | | | | 5.8 | 27.3 | |
| N° 30 | 0.590 | | | 8.0 | 34.0 | | | | | 5.2 | 22.1 | |
| N° 40 | 0.426 | | | 6.3 | 27.7 | | | | | 4.1 | 18.0 | |
| N° 50 | 0.297 | | | 5.1 | 22.6 | | | | | 3.3 | 14.7 | |
| N° 60 | 0.177 | | | 6.1 | 16.5 | | | | | 4.0 | 10.7 | |
| N° 100 | 0.149 | | | 2.2 | 14.3 | | | | | 1.4 | 9.3 | |
| N° 200 | 0.074 | | | 5.7 | 8.6 | | | | | 3.7 | 5.6 | |
| -200 | - | | | 8.6 | | | | | | 5.6 | - | |
| | | | 35.0 | | 65.0 | | | | | | | |

Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing

El solicitante asume toda responsabilidad de la información contenida en este documento.

RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com

EXPEDIENTE N° 114-2018/JR

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO REICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY

ALUMNOS JUAN CARLOS BARZOLAMORALES / FRANK CARLOS POMAHUALIRAMIREZ

ASESOR ING. MARÍA ISABEL GARCÍA

FECHA DE RECEPCIÓN Lima, 22 de noviembre del 2018 **FECHA DE EMISIÓN** Lima, 27 de noviembre del 2018

ASTM C 136-05 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN "Carrera Gloria"
"Piedra Chancada"
"Arena Chancada"

PRESENTACION 3 Sacos de polipropileno

CANTIDAD 150 kg aprox.

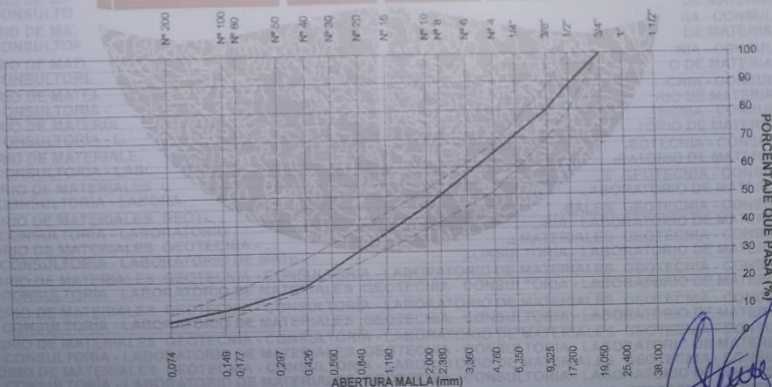
| MALLAS | | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | | | |
|-----------------|---------------|-------------------------|----------|-----------|-------|
| SERIE AMERICANA | ABERTURA (mm) | RETENE (%) | PASA (%) | GRADACIÓN | MAC-2 |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | |
| 3/4" | 19.050 | | 100.0 | 100 | |
| 1/2" | 12.700 | 11.1 | 88.9 | 80 | 100 |
| 3/8" | 9.525 | 8.6 | 91.4 | 70 | 88 |
| 1/4" | 6.350 | 14.0 | 86.0 | 60 | 78 |
| N° 4 | 4.750 | 1.1 | 98.9 | 51 | 68 |
| N° 6 | 3.360 | 4.8 | 95.2 | | |
| N° 8 | 2.360 | 9.4 | 90.6 | | |
| N° 10 | 2.000 | 4.5 | 95.5 | 38 | 82 |
| N° 15 | 1.180 | 13.2 | 86.8 | | |
| N° 20 | 0.840 | 5.8 | 94.2 | | |
| N° 30 | 0.590 | 5.2 | 94.8 | | |
| N° 40 | 0.425 | 4.1 | 95.9 | 17 | 78 |
| N° 60 | 0.250 | 3.3 | 96.7 | | |
| N° 80 | 0.175 | 4.0 | 96.0 | 8 | 77 |
| N° 100 | 0.149 | 1.4 | 98.6 | | |
| N° 200 | 0.075 | 3.7 | 96.3 | 4 | 8 |
| N° 200 | ASTM C 117-04 | 5.6 | | | |

| RESUMEN DE ENSAYO | |
|---|-------|
| PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS | |
| (1) "Piedra Chancada" | = 35% |
| (2) "Arena Chancada" | = 65% |
| PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE | |
| AGREGADO GRUESO | = 35% |
| AGREGADO FINO | = 65% |

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- El proporcionamiento de los agregados, fue propuesto por el solicitante.
- Muestra granulométrica "MAC-2" según EG-2000 del MTC.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing

RICCARDO FRANCESCO
DÁVILA RÍOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

francisco.davilarios@jrgeoconsultores.com

francisco.davilarios@gmail.com

joyarce@jrgeoconsultores.com

Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
San Martín de Porres - Lima

EXPEDIENTE N° 114-2018/JR

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
 ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ
 ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 22 de noviembre del 2018 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 27 de noviembre del 2018

ASTM C 136-05 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : *Cantera Gloria*
 - Piedra Chancada
 - Arena Chancada
 PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
 CANTIDAD : 150 kg aprox.

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCION | "Piedra Chancada" | | "Arena Chancada" | | "Pet" | | | | RESULTADO DE MEZCLA | |
|------------------------------|-------------|-------------------|---------|------------------|---------|----------|---------|----------|---------|------------------------|---------|
| | | ABERTURA (mm) | RET (%) | PASA (%) | RET (%) | PASA (%) | RET (%) | PASA (%) | RET (%) | PASA (%) | RET (%) |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | 100.0 | | | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | 35.0 | 65.0 | | | | | | | 11.1 | 88.9 |
| 1/2" | 12.700 | 20.7 | 44.3 | | | | | | | 8.8 | 80.1 |
| 3/8" | 9.525 | 16.3 | 28.0 | | | | | | | 14.0 | 66.1 |
| 1/4" | 6.350 | 26.0 | 2.0 | | | | | | | 1.1 | 65.0 |
| N° 4 | 4.760 | 2.0 | | | 100.0 | | | | | 4.7 | 60.3 |
| N° 6 | 3.360 | | | 7.4 | 92.6 | | | | | 9.3 | 51.0 |
| N° 8 | 2.380 | | | 14.5 | 78.1 | | | | | 4.4 | 46.6 |
| N° 10 | 2.000 | | | 6.9 | 71.2 | | 100.0 | | | 13.8 | 32.8 |
| N° 16 | 1.190 | | | 20.3 | 50.9 | 80.20 | 19.8 | | | 5.8 | 27.0 |
| N° 20 | 0.840 | | | 8.9 | 42.0 | 13.60 | 6.2 | | | 5.2 | 21.8 |
| N° 30 | 0.590 | | | 8.0 | 34.0 | 4.60 | 1.6 | | | 4.1 | 17.7 |
| N° 40 | 0.426 | | | 6.3 | 27.7 | 1.50 | 0.1 | | | 3.2 | 14.5 |
| N° 50 | 0.297 | | | 5.1 | 22.6 | 0.10 | | | | 3.9 | 10.6 |
| N° 80 | 0.177 | | | 6.1 | 16.5 | | | | | 1.4 | 9.2 |
| N° 100 | 0.149 | | | 2.2 | 14.3 | | | | | 3.7 | 5.5 |
| N° 200 | 0.074 | | | 5.7 | 8.6 | | | | | 5.5 | - |
| -200 | | | | 8.6 | | | | | | | |
| | | | 35.0 | | 64.0 | | 1.0 | | | | |

Referencias :
 ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75 µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

[Firma]
 RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ
ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 22 de noviembre del 2018 **FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 27 de noviembre del 2018

ASTM C 136-05 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Gloria",
 - Piedra Chancada
 - Arena Chancada

PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno

CANTIDAD : 150 kg aprox.

| MALLAS | | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | | | | |
|-----------------|---------------|-------------------------|----------|-----------|-------|--|
| SERIE AMERICANA | ABERTURA (mm) | RETIENE (%) | PASA (%) | GRADACION | MAC-2 | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | | 100.0 | 100 | | |
| 1/2" | 12.700 | 11.1 | 88.9 | 80 | 100 | |
| 3/8" | 9.525 | 8.8 | 80.1 | 70 | 88 | |
| 1/4" | 6.350 | 14.0 | 68.1 | | | |
| N° 4 | 4.750 | 1.1 | 65.0 | 51 | 68 | |
| N° 6 | 3.360 | 4.7 | 60.3 | | | |
| N° 8 | 2.380 | 9.3 | 51.0 | | | |
| N° 10 | 2.000 | 4.4 | 46.6 | 38 | 52 | |
| N° 16 | 1.190 | 13.8 | 32.8 | | | |
| N° 20 | 0.840 | 5.8 | 27.0 | | | |
| N° 30 | 0.590 | 5.2 | 21.8 | | | |
| N° 40 | 0.426 | 4.1 | 17.7 | 17 | 28 | |
| N° 50 | 0.297 | 3.2 | 14.5 | | | |
| N° 60 | 0.177 | 3.9 | 10.6 | 8 | 17 | |
| N° 100 | 0.149 | 1.4 | 9.2 | | | |
| N° 200 | 0.074 | 3.7 | 5.5 | 4 | 8 | |
| N° 230 | ASTM C 117-04 | 5.5 | | | | |

RESUMEN DE ENSAYO

PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS

(1) "Piedra Chancada" = 35%
 (2) "Arena Chancada" = 64%
 (3) "Pet" = 1.0%

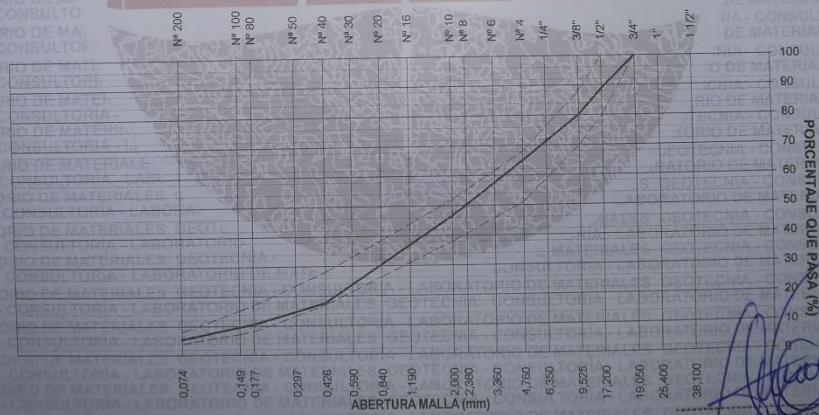
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE

- AGREGADO GRUESO = 35%
 - AGREGADO FINO = 68%

OBSERVACIONES :

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- El proporcionamiento de los agregados, fue propuesto por el solicitante.
- Huso granulométrico "MAC-2", según EG-2000 del MTC.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias:
 ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing

RICCARDO FRANCESCO DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

EXPEDIENTE N° 114-2018/JR

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
 ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ
 ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 22 de noviembre del 2018 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 27 de noviembre del 2018

ASTM C 136-05 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Gloria",
 - Piedra Chancada
 - Arena Chancada
 PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
 CANTIDAD : 150 kg aprox.

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCIÓN | "Piedra Chancada" | | "Arena Chancada" | | "Pat" | | | | RESULTADO DE MEZCLA | |
|------------------------|-------------|-------------------|----------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------|----------|
| | | RET. (%) | PASA (%) | RET. (%) | PASA (%) | RET. (%) | PASA (%) | RET. (%) | PASA (%) | RET. (%) | PASA (%) |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | | | | | | |
| 1" | 25.400 | | 100.0 | | | | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | 35.0 | 65.0 | | | | | | | | 100.0 |
| 1/2" | 12.700 | 20.7 | 44.3 | | | | | | | 11.1 | 88.9 |
| 3/8" | 9.525 | 16.3 | 28.0 | | | | | | | 8.8 | 80.1 |
| 1/4" | 6.350 | 26.0 | 2.0 | | | | | | | 14.0 | 66.1 |
| N° 4 | 4.760 | 2.0 | | | 100.0 | | | | | 1.1 | 65.0 |
| N° 6 | 3.360 | | | 7.4 | 92.6 | | | | | 4.7 | 60.3 |
| N° 8 | 2.380 | | | 14.5 | 78.1 | | | | | 9.2 | 51.1 |
| N° 10 | 2.000 | | | 6.9 | 71.2 | | 100.0 | | | 4.4 | 46.7 |
| N° 16 | 1.190 | | | 20.3 | 50.9 | 80.20 | 19.8 | | | 14.1 | 32.6 |
| N° 20 | 0.840 | | | 8.9 | 42.0 | 13.60 | 6.2 | | | 5.8 | 26.8 |
| N° 30 | 0.590 | | | 8.0 | 34.0 | 4.60 | 1.6 | | | 5.2 | 21.6 |
| N° 40 | 0.426 | | | 6.3 | 27.7 | 1.50 | 0.1 | | | 4.0 | 17.6 |
| N° 50 | 0.297 | | | 5.1 | 22.6 | 0.10 | | | | 3.2 | 14.4 |
| N° 80 | 0.177 | | | 6.1 | 16.5 | | | | | 3.9 | 10.5 |
| N° 100 | 0.149 | | | 2.2 | 14.3 | | | | | 1.4 | 9.1 |
| N° 200 | 0.074 | | | 5.7 | 8.6 | | | | | 3.6 | 5.5 |
| -200 | - | | | 8.60 | - | | | | | 5.5 | - |
| | | | | 35.0 | 63.5 | | 1.5 | | | | |

Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing.

El solicitante asume toda responsabilidad de la información contenida en este documento.

RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

EXPEDIENTE N° 114-2018/JR

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFTALATO DE POLIETILENO REICLADO EN LA AV/ PRINCIPAL DE CAMPOY
ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ
ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 22 de noviembre del 2018
FECHA DE EMISIÓN : Lima, 27 de noviembre del 2018

ASTM C 136-05 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Gloria",
- Piedra Chancada
- Arena Chancada

PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno

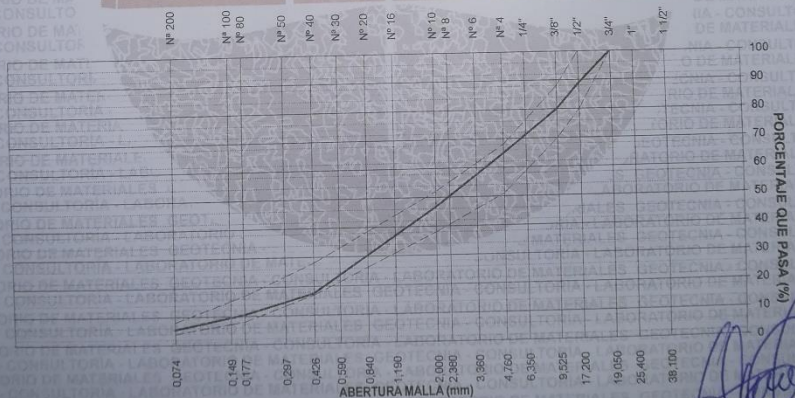
CANTIDAD : 150 kg aprox.

Table with columns: MALLAS, SERIE AMERICANA, ABERTURA (mm), RETIENE (%), PASA (%), GRADACIÓN, MAC-2. It lists sieve sizes from 1 1/2" down to No. 200 and corresponding retention and passing percentages.

RESUMEN DE ENSAYO
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS
(1) "Piedra Chancada" = 35.0%
(2) "Arena Chancada" = 63.5%
(3) "Pel" = 1.5%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE
- AGREGADO GRUESO = 35%
- AGREGADO FINO = 65%

OBSERVACIONES:
Muestra tomada e identificada por el solicitante.
El proporcionamiento de los agregados, fue propuesto por el solicitante.
- Huso granulométrico "MAC-2", según EG-2000 del MTC.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias:

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing

RICARDO FRANCESCO DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036

diaz@irgeoconsultores.com

jrgeoconsultores@gmail.com

j.oyarce@irgeoconsultores.com

Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
San Martín de Porres - Lima

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

EXPEDIENTE N° 114-2018/JR

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ
ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 22 de noviembre del 2018 **FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 27 de noviembre del 2018

ASTM C 136-05 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Gloria",
 - Piedra Chancada
 - Arena Chancada
PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 150 kg aprox.

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCIÓN | "Piedra Chancada" | | "Arena Chancada" | | "Pet" | | | | RESULTADO DE MEZCLA | |
|------------------------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|-------------|
| | | RET. (%) | PASA (%) | RET. (%) | PASA (%) | RET. (%) | PASA (%) | RET. (%) | PASA (%) | RET. (%) | PASA (%) |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | | | | | | |
| 1" | 25.400 | | 100.0 | | | | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | 35.0 | 65.0 | | | | | | | | 100.0 |
| 1/2" | 12.700 | 20.7 | 44.3 | | | | | | | 11.1 | 88.9 |
| 3/8" | 9.525 | 16.3 | 28.0 | | | | | | | 8.8 | 80.1 |
| 1/4" | 6.350 | 26.0 | 2.0 | | | | | | | 14.0 | 66.1 |
| N° 4 | 4.760 | 2.0 | -0.0 | | 100.0 | | | | | 1.1 | 65.0 |
| N° 6 | 3.360 | | | 7.4 | 92.6 | | | | | 4.7 | 60.3 |
| N° 8 | 2.380 | | | 14.5 | 78.1 | | | | | 9.1 | 51.2 |
| N° 10 | 2.000 | | | 6.9 | 71.2 | | 100.0 | | | 4.3 | 46.9 |
| N° 16 | 1.190 | | | 20.3 | 50.9 | 80.20 | 19.8 | | | 14.4 | 32.5 |
| N° 20 | 0.840 | | | 8.9 | 42.0 | 13.60 | 6.2 | | | 5.9 | 26.6 |
| N° 30 | 0.590 | | | 8.0 | 34.0 | 4.60 | 1.6 | | | 5.2 | 21.4 |
| N° 40 | 0.426 | | | 6.3 | 27.7 | 1.50 | 0.1 | | | 3.9 | 17.5 |
| N° 50 | 0.297 | | | 5.1 | 22.6 | 0.10 | | | | 3.3 | 14.2 |
| N° 80 | 0.177 | | | 6.1 | 16.5 | | | | | 3.8 | 10.4 |
| N° 100 | 0.149 | | | 2.2 | 14.3 | | | | | 1.4 | 9.0 |
| N° 200 | 0.074 | | | 5.7 | 8.6 | | | | | 3.6 | 5.4 |
| -200 | - | | | 8.6 | | | | | | 5.4 | - |
| | | 35.0 | | 63.0 | | 2.0 | | | | | |

Referencias :
 ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

RICCARDO FRANCESCO
 ZAVILARIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY

ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ

ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 22 de noviembre del 2018 **FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 27 de noviembre del 2018

ASTM C 136-05 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Gloria";
- Piedra Chancada
- Arena Chancada

PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno

CANTIDAD : 150 kg aprox.

| MALLAS | | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | | | |
|-----------------|-----------------|-------------------------|----------|-----------|-------|
| SERIE AMERICANA | ABERTURA (mm) | RETIENE (%) | PASA (%) | GRADACIÓN | MAC-2 |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | |
| 3/4" | 19.050 | | 100.0 | 100 | |
| 1/2" | 12.700 | 11.1 | 88.9 | 80 | 100 |
| 3/8" | 9.525 | 8.8 | 91.2 | 70 | 88 |
| 1/4" | 6.350 | 14.0 | 86.0 | 51 | 68 |
| N° 4 | 4.750 | 11.5 | 88.5 | 51 | 68 |
| N° 6 | 3.350 | 4.7 | 95.3 | 38 | 52 |
| N° 8 | 2.350 | 9.1 | 90.9 | 38 | 52 |
| N° 10 | 2.000 | 4.3 | 95.7 | 38 | 52 |
| N° 16 | 1.190 | 14.4 | 85.6 | 38 | 52 |
| N° 20 | 0.840 | 5.9 | 94.1 | 38 | 52 |
| N° 30 | 0.600 | 6.2 | 93.8 | 38 | 52 |
| N° 40 | 0.425 | 3.9 | 96.1 | 17 | 28 |
| N° 50 | 0.297 | 3.3 | 96.7 | 17 | 28 |
| N° 60 | 0.250 | 3.8 | 96.2 | 8 | 17 |
| N° 80 | 0.177 | 1.4 | 98.6 | 8 | 17 |
| N° 100 | 0.149 | 1.4 | 98.6 | 8 | 17 |
| N° 200 | 0.074 | 3.6 | 96.4 | 4 | 8 |
| N° 200 | ASTM C 117 - 04 | 5.4 | | | |

RESUMEN DE ENSAYO

PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS

(1) "Piedra Chancada" = 35%
 (2) "Arena Chancada" = 63%
 (3) "Pel" = 2.0%

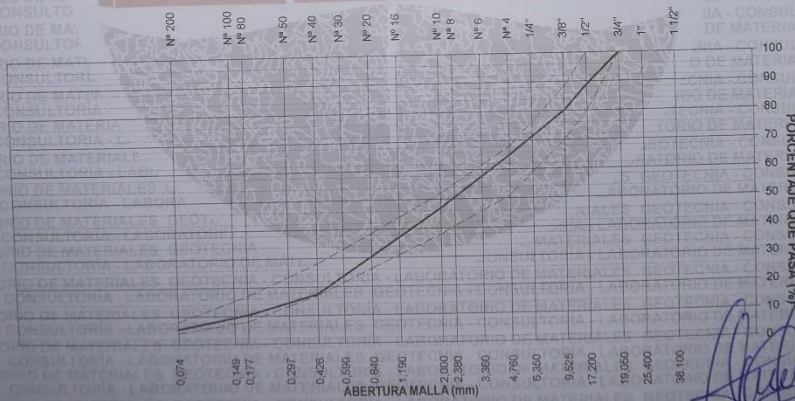
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE

- AGREGADO GRUESO = 35%
 - AGREGADO FINO = 65%

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- El proporcionamiento de los agregados, fue propuesto por el solicitante.
- Huso granulométrico "MAC-2", según EG-2000 del MTC.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias:

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing

RICCARDO FRANCESCO DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento

diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com

j.oyarce@jrgeoconsultores.com

Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : SYP-NOV-18
 Fecha de Emisión : 01/12/2018
 Realizado por : Bach. Elvis Xavier
 Revisado por : Ing. Riccardo Dávila
 Certificado N° : 114-2018/JR

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
 ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ
 ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 - ASTM D 6927)**

IDENTIFICACIÓN : DISEÑO MARSHALL

MEZCLA DE AGREGADOS

MUESTRA : CANTERA GLORIA
 Grava Chancada 3/4" : 35 % Cantera Gloria
 Arena Chancada : 65 % Cantera Gloria
 Cal Hidratada : 0 %
 T. Máximo : 3/4 pulg

LIGANTE BITUMINOSO
 TIPO DE ASFALTO : Sólido
 CLASIFICACION : PEN 60/70
 ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 5.6
 TEMP. DE MEZCLA (°C) : 160

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 MÉTODO MARSHALL
 ASTM D 6926 - ASTM D 6927**

CARACTERÍSTICAS MÉTODO MARSHALL

| N° DE GOLPES | | | 75 | | |
|--|----------------------|---------------|-------|-------|-------|
| CONTENIDO DE CEMENTO / ASFALTO EN PESO | (%) | | 5.4 | 5.6 | 5.8 |
| PESO ESPECÍFICO | (g/cm ³) | (ASTM D 1188) | 2.328 | 2.334 | 2.340 |
| ESTABILIDAD | (kg) | (ASTM D 6927) | 855 | 820 | 780 |
| FLUJO | (mm) | (ASTM D 6927) | 2.4 | 2.4 | 2.4 |
| VACÍOS DE AIRE | (%) | (ASTM D 3203) | 8.3 | 7.8 | 7.2 |
| VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) | (%) | (ASTM D 6926) | 20.1 | 20.1 | 20.0 |
| VACÍOS LLENOS DE ASFALTO | (%) | (ASTM D 6926) | 68.7 | 61.3 | 63.8 |
| RELACIÓN POLVO / ASFALTO | | (ASTM D 6926) | | 1.6 | |
| ABSORCIÓN DEL ASFALTO | (%) | (ASTM D 4469) | | 0.28 | |
| ESTABILIDAD / FLUJO | (kg/cm) | (ASTM D 6927) | 3,631 | 3,455 | 3,224 |
| TEMPERATURA DE ROTURA | (°C) | | | 60.0 | |

OBSERVACIONES:

- La granulometría de la mezcla de los agregados cumple la gradación del huso granulométrico "MAC - 02", según MTC EG 2000



RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

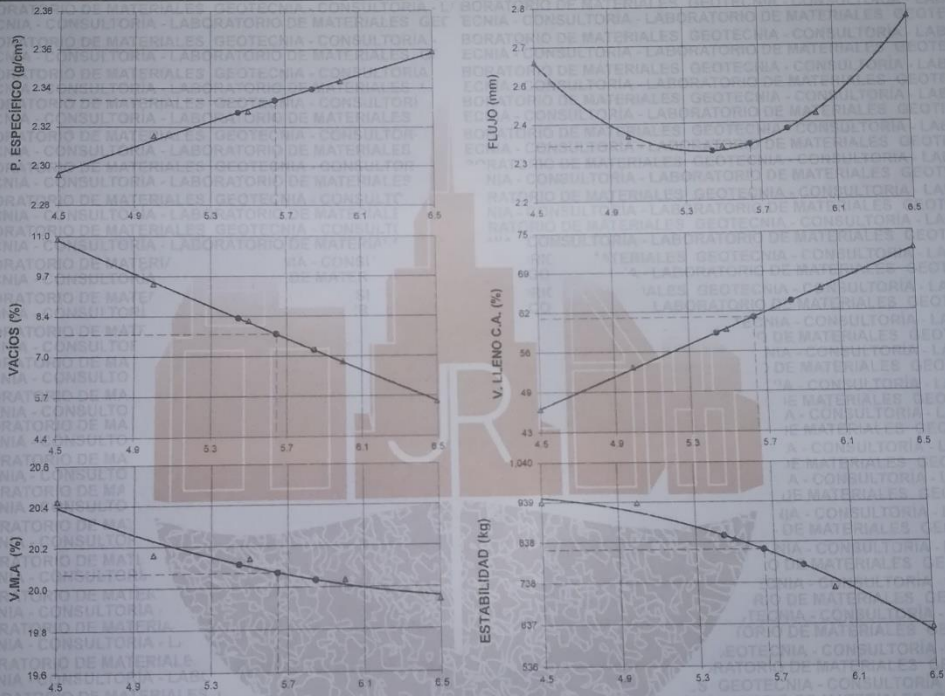
938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : SYP-NOV-18
 Fecha de Emisión : 01/12/2018
 Realizado por : Bach. Elvis Xavier
 Revisado por : Ing. Riccardo Dávila
 Certificado N° : SYP-05-18/114

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
 ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ
 ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 MÉTODO MARSHALL
 ASTM D 6926 - ASTM D 6927**



IDENTIFICACIÓN : DISEÑO MARSHALL

MEZCLA DE AGREGADOS :

- MUESTRA : CANTERA GLORIA
- Grava Chancada 3/4" : 35.0 %
 - Arena Chancada : 65.0 %
 - Cal Hidratada : 0.0 %

OBSERVACIONES :

- La granulometría de la mezcla de los agregados cumple la gradación del huso granulométrico "MAC - 02", según MTC EG 2000

(Signature)
 RICCARDO FRANCESCO
 DÁVILA RÍOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

938 385 323 / 955 088 036
 rdiaz@rgeocconsultores.com
 jrgceocconsultores@gmail.com
 jayarce@rgeocconsultores.com
 San Martín de Porres - Lima

Reg. CIP N° 203355
 INGENIERO CIVIL
 DANILO RIOS
 RICARDO FRANCO ESCOBAR

- La granulometría de la mezcla de los agregados cumple la gradación del huso granulométrico "MAC - 02", según MTC EG 2000.

OBSERVACIONES:

| TEMPERATURA DE ROTURA | (°C) | | | |
|--|-----------------------|-------|-------|-------|
| ESTABILIDAD / FLUJO | (kg/cm) (ASTM D 6927) | 2.912 | 2.695 | 2.511 |
| ABSORCION DEL ASFALTO | (%) (ASTM D 4469) | 0.44 | 1.8 | |
| RELACION POLVO / ASFALTO | (ASTM D 6926) | | | |
| VACIOS LLENOS DE ASFALTO | (%) (ASTM D 6926) | 43.5 | 45.3 | 47.0 |
| VACIOS AG. MINERAL (V.M.A) | (%) (ASTM D 6926) | 22.7 | 22.8 | 22.8 |
| VACIOS DE AIRE | (%) (ASTM D 3203) | 12.9 | 12.5 | 12.1 |
| FLUJO | (mm) (ASTM D 6927) | 3.0 | 3.0 | 3.1 |
| ESTABILIDAD | (kg) (ASTM D 6927) | 878 | 820 | 773 |
| PESO ESPECIFICO | (g/cm³) (ASTM D 1188) | 2.218 | 2.221 | 2.224 |
| CONTENIDO DE CEMENTO ASFALTICO EN PESO | (%) | 4.9 | 5.1 | 5.3 |
| N° DE GOLPES | | 75 | | |

CARACTERISTICAS METODO MARSHALL

ASTM D 6926 - ASTM D 6927

ENSAYO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE METODO MARSHALL

| | |
|----------------------|--|
| IDENTIFICACION | DISEÑO MARSHALL |
| MEZCLA DE AGREGADOS | CANTERA GLORIA |
| MUESTRA | Grava Chancada 3/4" : 35 % Arena Chancada : 64 % PET : 1 % T. Máximo : 3/4 pulg |
| LIGANTE BITUMINOSO | Sólido |
| TIPO DE ASFALTO | CLASIFICACION : PEN 60/70 |
| OPTIMO CONT. ASFALTO | 5.1 |
| TEMP. DE MEZCLA (°C) | 160 |

ENSAYO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE METODO MARSHALL (ASTM D 6926 - ASTM D 6927)

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECIKLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
 ALUMINOS : JUAN CARLOS BARZOLA NORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMIREZ
 ASESOR : ING. MARIA ISABEL GARCIA

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : SYP-NOV-18
 Fecha de Emisión : 01/12/2018
 Realizado por : Bach. Elvis Xavier
 Revisado por : Ing. Ricardo Dávila
 Certificado N° : 14-2018UR

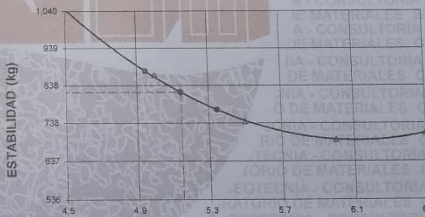
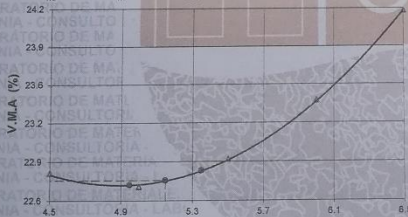
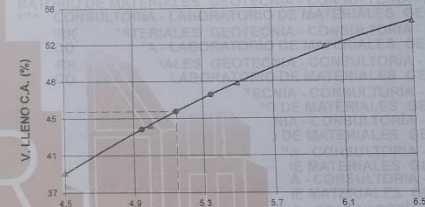
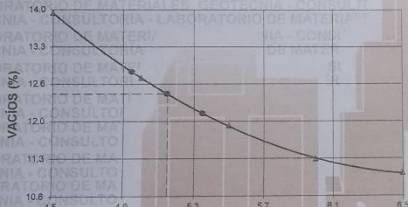
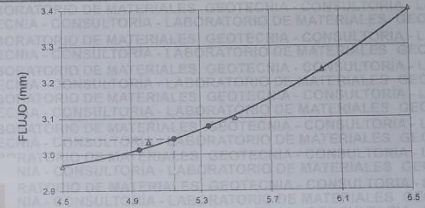
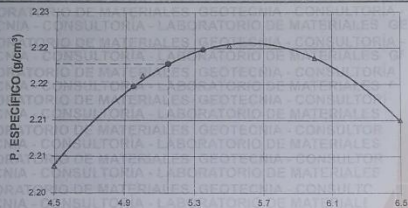


LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : SYP-NOV-18
Fecha de Emisión : 01/12/2018
Realizado por : Bach. Elvis Xavier
Revisado por : Ing. Ricardo Dávila
Certificado N° : SYP-05-18/114

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMIREZ
ASESOR : ING. MARIA ISABEL GARCIA

ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
MÉTODO MARSHALL
ASTM D 6926 - ASTM D 6927



IDENTIFICACIÓN : DISEÑO MARSHALL
MEZCLA DE AGREGADOS :
MUESTRA : CANTERA GLORIA
- Grava Chancada 3/4" : 35.0 %
- Arena Chancada : 64.0 %
- PET : 1.0 %

OBSERVACIONES :
- La granulometría de la mezcla de los agregados cumple la gradación del huso granulométrico "MAC - 02" según MTC EG 2000

RICARDO FRANCESCO
DÁVILA RÍOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jrgeoconsultores@gmail.com
j.oyarce@jrgeoconsultores.com
Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
San Martín de Porres - Lima

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : SYP-NOV-18
 Fecha de Emisión : 01/12/2018
 Realizado por : Bach. Elvis Xavier
 Revisado por : Ing. Riccardo Dávila
 Certificado N° : 114-2018/JR

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREPHTALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
 ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMÍREZ
 ASESOR : ING. MARIA ISABEL GARCIA

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 - ASTM D 6927)**

IDENTIFICACIÓN : DISEÑO MARSHALL
 MEZCLA DE AGREGADOS : LIGANTE BITUMINOSO
 MUESTRA : CANTERA GLORIA : TIPO DE ASFALTO : Sólido
 Grava Chancada 3/4" : 35 % : Cantera Gloria : CLASIFICACIÓN : PEN 60/70
 Arena Chancada : 64 % : Cantera Gloria : OPTIMO CONT. ASFALTO : 6.1
 PET : 1.5 % : TEMP. DE MEZCLA (°C) : 160
 T. Máximo : 3/4 pulg

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 MÉTODO MARSHALL
 ASTM D 6926 - ASTM D 6927**

CARACTERÍSTICAS MÉTODO MARSHALL

| | | 75 | | |
|--|--|----|-------|-------|
| N° DE GOLPES | | | 5.9 | 6.1 |
| CONTENIDO DE CEMENTO ASFALTICO EN PESO (%) | | | 2.223 | 2.220 |
| PESO ESPECIFICO (g/cm³) (ASTM D 1188) | | | 922 | 820 |
| ESTABILIDAD (kg) (ASTM D 6927) | | | 3.4 | 3.5 |
| FLUJO (mm) (ASTM D 6927) | | | 11.5 | 11.4 |
| VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D 3203) | | | 23.3 | 23.6 |
| VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D 6926) | | | 50.7 | 51.8 |
| VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D 6926) | | | 1.5 | 0.54 |
| RELACIÓN POLVO / ASFALTO (ASTM D 6926) | | | 2.744 | 2.358 |
| ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D 4469) | | | | 60.0 |
| ESTABILIDAD / FLUJO (kg/cm) (ASTM D 6927) | | | | |
| TEMPERATURA DE ROTURA (°C) | | | | |

OBSERVACIONES:

- La granulometría de la mezcla de los agregados cumple la gradación del huso granulométrico "MAC - 02", según MTC EG 2000


 RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

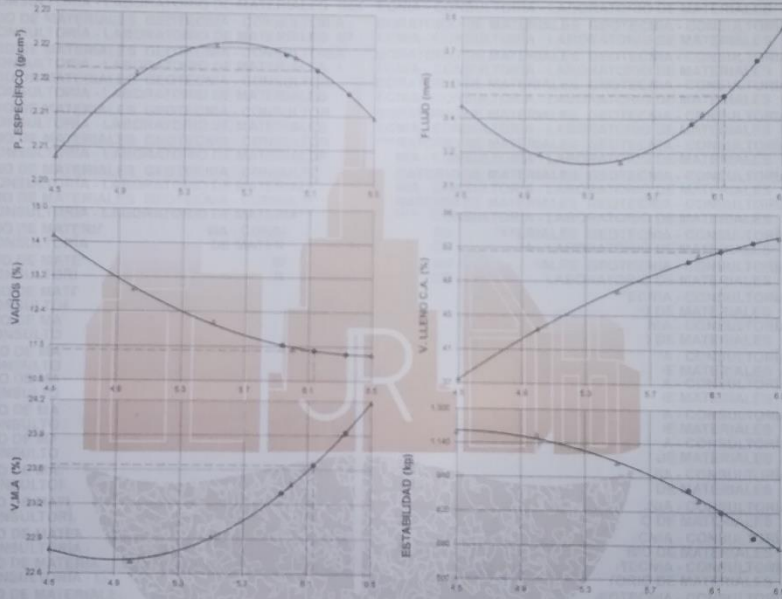
938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : SYP-NOV-16
 Fecha de Emisión : 01/12/2018
 Realizado por : Bach. Elvix Xavier
 Revisado por : Ing. Ricardo Davila
 Certificado N° : SYP-05-18/114

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO REOCLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
 ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMIREZ
 ASESOR : ING. MARIA ISABEL GARCIA

ENSAYO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE
 METODO MARSHALL
 ASTM D 6926 - ASTM D 6927



IDENTIFICACION : DISEÑO MARSHALL

MEZCLA DE AGREGADOS :

MUESTRA : CANTERA GLORIA

- Grava Chancada 3/4" : 35.0 %
- Arena Chancada : 64.0 %
- PET : 1.5 %

OBSERVACIONES :

- La granulometria de la mezcla de los agregados cumple la gradacion del huso granulometrico "MAC - 02", segun MTC EG 2000

[Signature]
 RICCARDO FRANCESCO
 DAVIDA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima



JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRI

CALIDAD E INNOVACIÓN AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA

PROYECTO: **LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**
ALUMNO: **DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE (ACCORDING TO TEST PLANT) DE PAVIMENTO EN LA V. PRINCIPAL DE JUMPI**
FACULTAD: **INGENIERÍA CIVIL**
CATEDRA: **MEZCLAS ASFÁLTICAS**

REF. TÉCNICA: **ASTM D 6926 - 03**
MUESTRA: **MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**
TALLER: **JUNIO 2014**

LABORATORIO: **JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRI**
CALLE: **AV. DEL COMERCIO 1000, SAN JOSÉ, COSTA RICA**

FECHA: **01 DE JUNIO DE 2014**
AUTOR: **ING. RICARDO OJEDA**

REVISOR: **ING. RICARDO OJEDA**
APROBADO: **ING. RICARDO OJEDA**

OBJETIVO: **DETERMINAR EL MÓDULO ELÁSTICO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

RESUMEN: **SE REALIZÓ UN ENSAJO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE (MÉTODO MARSHALL) PARA DETERMINAR EL MÓDULO ELÁSTICO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

ABSTRACT: **AN EXPERIMENTAL STUDY WAS CONDUCTED TO DETERMINE THE ELASTIC MODULUS OF A WARM MIX ASPHALT MIXTURE USING THE MARSHALL METHOD**

CONCLUSIÓN: **EL MÓDULO ELÁSTICO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE ES DE 1000 MPa**

RECOMENDACIONES: **SE DEBE UTILIZAR ESTE MÓDULO ELÁSTICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE**

AGRADECIMIENTOS: **A LA EMPRESA JUMPI POR SU COLABORACIÓN EN LA REALIZACIÓN DE ESTE ENSAJO**

REFERENCIAS: **ASTM D 6926 - 03**

ANEXOS: **SE ANEXA EL INFORME COMPLETO DEL ENSAJO**

OTROS DATOS: **N/A**

OTROS DATOS: **N/A**

OTROS DATOS: **N/A**

OTROS DATOS: **N/A**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE (ACCORDING TO TEST PLANT) DE PAVIMENTO EN LA V. PRINCIPAL DE JUMPI

INGENIERÍA CIVIL

MEZCLAS ASFÁLTICAS

JUNIO 2014

JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRI

AV. DEL COMERCIO 1000, SAN JOSÉ, COSTA RICA

TEL: (506) 2251-1234

WWW.JRGEOTECHNICALS.COM

REG. M. P. N.º 12345

REG. M. P. N.º 12345

REG. M. P. N.º 12345

REG. M. P. N.º 12345

REG. M. P. N.º 12345

REG. M. P. N.º 12345

REG. M. P. N.º 12345

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : SYP-NOV-18
 Fecha de Emisión : 01/12/2018
 Realizado por : Bach. Elvis Xavier
 Revisado por : Ing. Riccardo Dávila
 Certificado N° : 114-2018/JR

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFTALATO DE POLETILENO REICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
 ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMIREZ
 ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 - ASTM D 6927)**

IDENTIFICACIÓN : DISEÑO MARSHALL

MEZCLA DE AGREGADOS

MUESTRA : CANTERA GLORIA
 Grava Chancada 3/4" : 35 % Cantera Gloria
 Arena Chancada : 64 % Cantera Gloria
 PET : 2.0 %
 T. Máximo : 3/4 pulg

LIGANTE BITUMINOSO

TIPO DE ASFALTO : Sólido
 CLASIFICACIÓN : PEN 80/70
 ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 5.1
 TEMP. DE MEZCLA (°C) : 160

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 MÉTODO MARSHALL
 ASTM D 6926 - ASTM D 6927**

CARACTERÍSTICAS MÉTODO MARSHALL

| N° DE GOLPES | | | 75 | 75 |
|--|---------------|-------|-------|-------|
| CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO (%) | | | 5.9 | 6.1 |
| PESO ESPECÍFICO (g/cm³) | (ASTM D 1585) | 2.223 | 2.220 | 2.216 |
| ESTABILIDAD (kg) | (ASTM D 6927) | 1.212 | 1.168 | 1.106 |
| FLUJO (mm) | (ASTM D 6927) | 3.4 | 3.5 | 3.6 |
| VACÍOS DE AIRE (%) | (ASTM D 5205) | 11.8 | 11.5 | 11.4 |
| VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) | (ASTM D 6926) | 23.3 | 23.8 | 23.9 |
| VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) | (ASTM D 6926) | 50.3 | 51.6 | 52.5 |
| RELACIÓN POLVO / ASFALTO | (ASTM D 6926) | | 1.6 | |
| ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) | (ASTM D 4469) | | 0.59 | |
| ESTABILIDAD / FLUJO (kg/cm) | (ASTM D 6927) | 3.607 | 3.369 | 3.050 |
| TEMPERATURA DE ROTURA (°C) | | | 60.0 | |

OBSERVACIONES:

- La granulometría de la mezcla de los agregados cumple la gradación del huso granulométrico "MAC - 02", según MTC EG 2000


 RICCARDO FRANCESCO
 DÁVILA NICOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

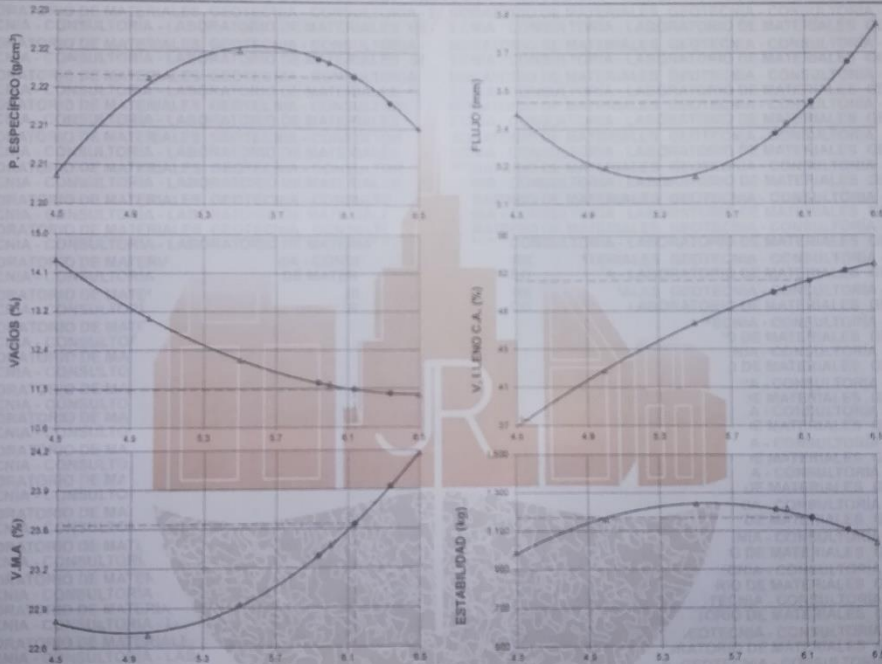
938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : SYP-NOV-18
 Fecha de Emisión : 01/12/2018
 Realizado por : Bach. Elvis Xavier
 Revisado por : Ing. Riccardo Dávila
 Certificado N° : SYP-05-18/114

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LA AV. PRINCIPAL DE CAMPOY
 ALUMNOS : JUAN CARLOS BARZOLA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUALI RAMIREZ
 ASESOR : ING. MARÍA ISABEL GARCÍA

ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 MÉTODO MARSHALL
 ASTM D 6926 - ASTM D 6927



IDENTIFICACIÓN : DISEÑO MARSHALL

MEZCLA DE AGREGADOS :

MUESTRA : CANTERA GLORIA

- Grava Chancada 3/4" : 35.0 %
- Arena Chancada : 64.0 %
- PET : 2.0 %

OBSERVACIONES :

- La granulometría de la mezcla de los agregados cumple la gradación del huso granulométrico "MAC - 02", según MTC EG 2000

[Signature]
 RICCARDA FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL
CALIDAD E INNOVACIÓN AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE AUTOCAMBIADO TIPOENLLENO BORDADO EN LA VÍA - PRINCIPIAL DE EMPLOY

JUAN CARLOS BARRAZA MORALES / FRANK CARLOS POMAHUAY RAMIREZ
ING. MARÍA ISABEL GARCÍA

DISEÑO MARSHALL
CANTERA GUACAMA

CANTERA GUACAMA

MAQUINA DE CALIENTE

TIPO EN LLENO BORDADO

PRINCIPAL DE EMPLOY

PRINCIPAL DE EMPLOY

ENSAYO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE - METODO MARSHALL

ASTM D 6926 - ASTM D 6927

| N° | INDICACION | 1A | 1B | 1C | 2A | 2B | 2C | 3A | 3B | 3C | PROMEDIO | 4A | 4B | 4C | 5A | 5B | 5C | PROMEDIO |
|----|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 1 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA TOTAL (%) | 4.5 | 5.8 | 6.5 | 5.0 | 5.5 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 |
| 2 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 |
| 3 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| 4 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 5 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 |
| 6 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| 7 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| 8 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 4.75 | 4.75 | 4.75 | 4.75 | 4.75 | 4.75 | 4.75 | 4.75 | 4.75 | 4.75 | 4.75 | 4.75 | 4.75 | 4.75 | 4.75 | 4.75 | 4.75 |
| 9 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| 10 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 11.75 | 11.75 | 11.75 | 11.75 | 11.75 | 11.75 | 11.75 | 11.75 | 11.75 | 11.75 | 11.75 | 11.75 | 11.75 | 11.75 | 11.75 | 11.75 | 11.75 |
| 11 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 |
| 12 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 |
| 13 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 |
| 14 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 37.5 | 37.5 | 37.5 | 37.5 | 37.5 | 37.5 | 37.5 | 37.5 | 37.5 | 37.5 | 37.5 | 37.5 | 37.5 | 37.5 | 37.5 | 37.5 | 37.5 |
| 15 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 47.5 | 47.5 | 47.5 | 47.5 | 47.5 | 47.5 | 47.5 | 47.5 | 47.5 | 47.5 | 47.5 | 47.5 | 47.5 | 47.5 | 47.5 | 47.5 | 47.5 |
| 16 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 |
| 17 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 75.0 | 75.0 | 75.0 | 75.0 | 75.0 | 75.0 | 75.0 | 75.0 | 75.0 | 75.0 | 75.0 | 75.0 | 75.0 | 75.0 | 75.0 | 75.0 | 75.0 |
| 18 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 |
| 19 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 |
| 20 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 |
| 21 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 150.0 | 150.0 | 150.0 | 150.0 | 150.0 | 150.0 | 150.0 | 150.0 | 150.0 | 150.0 | 150.0 | 150.0 | 150.0 | 150.0 | 150.0 | 150.0 | 150.0 |
| 22 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 200.0 | 200.0 | 200.0 | 200.0 | 200.0 | 200.0 | 200.0 | 200.0 | 200.0 | 200.0 | 200.0 | 200.0 | 200.0 | 200.0 | 200.0 | 200.0 | 200.0 |
| 23 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 250.0 | 250.0 | 250.0 | 250.0 | 250.0 | 250.0 | 250.0 | 250.0 | 250.0 | 250.0 | 250.0 | 250.0 | 250.0 | 250.0 | 250.0 | 250.0 | 250.0 |
| 24 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 300.0 | 300.0 | 300.0 | 300.0 | 300.0 | 300.0 | 300.0 | 300.0 | 300.0 | 300.0 | 300.0 | 300.0 | 300.0 | 300.0 | 300.0 | 300.0 | 300.0 |
| 25 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 |
| 26 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 | 400.0 |
| 27 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 475.0 | 475.0 | 475.0 | 475.0 | 475.0 | 475.0 | 475.0 | 475.0 | 475.0 | 475.0 | 475.0 | 475.0 | 475.0 | 475.0 | 475.0 | 475.0 | 475.0 |
| 28 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 600.0 | 600.0 | 600.0 | 600.0 | 600.0 | 600.0 | 600.0 | 600.0 | 600.0 | 600.0 | 600.0 | 600.0 | 600.0 | 600.0 | 600.0 | 600.0 | 600.0 |
| 29 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 750.0 | 750.0 | 750.0 | 750.0 | 750.0 | 750.0 | 750.0 | 750.0 | 750.0 | 750.0 | 750.0 | 750.0 | 750.0 | 750.0 | 750.0 | 750.0 | 750.0 |
| 30 | GRANDEZA DEL MATERIAL PASADO POR LA MALLA (mm) | 900.0 | 900.0 | 900.0 | 900.0 | 900.0 | 900.0 | 900.0 | 900.0 | 900.0 | 900.0 | 900.0 | 900.0 | 900.0 | 900.0 | 900.0 | 900.0 | 900.0 |

OBSERVACIONES: El presente es un informe de laboratorio con validez limitada a las condiciones de ensayo y a los materiales utilizados en el mismo. No se garantiza la exactitud de los resultados obtenidos.

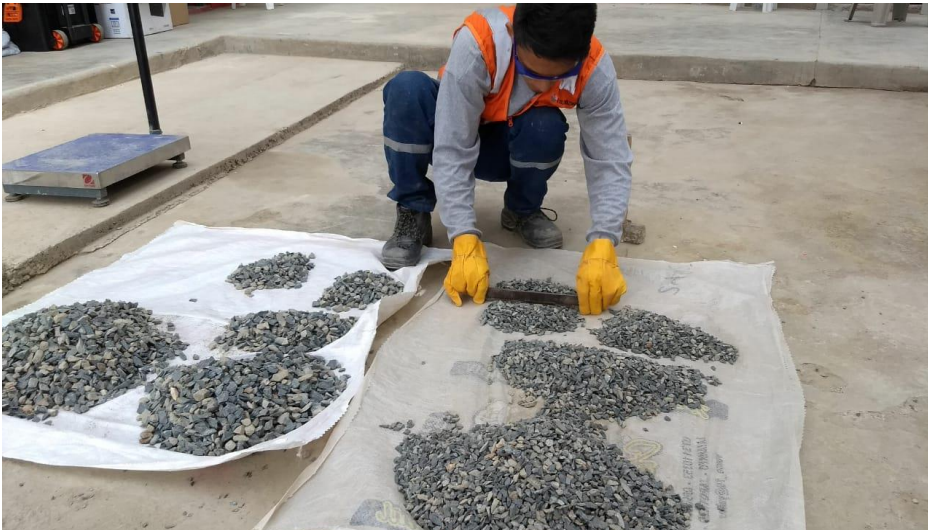
Ing. Ricardo Durán
CIP N° 203355

REGISTRO FOTOGRAFICO



Extracción de materiales de la cantera la gloria

Fuente: Propia



Separación de agregado grueso

Fuente: Propia



Pasando por el tamiz de ½"

Fuente: Propia



Ensayo equivalente de arena

Fuente: Propia



Colocando los materiales al horno

Fuente: Propia



Materiales del Rice

Fuente: Propia



Compactación de briquetas

Fuente: Propia



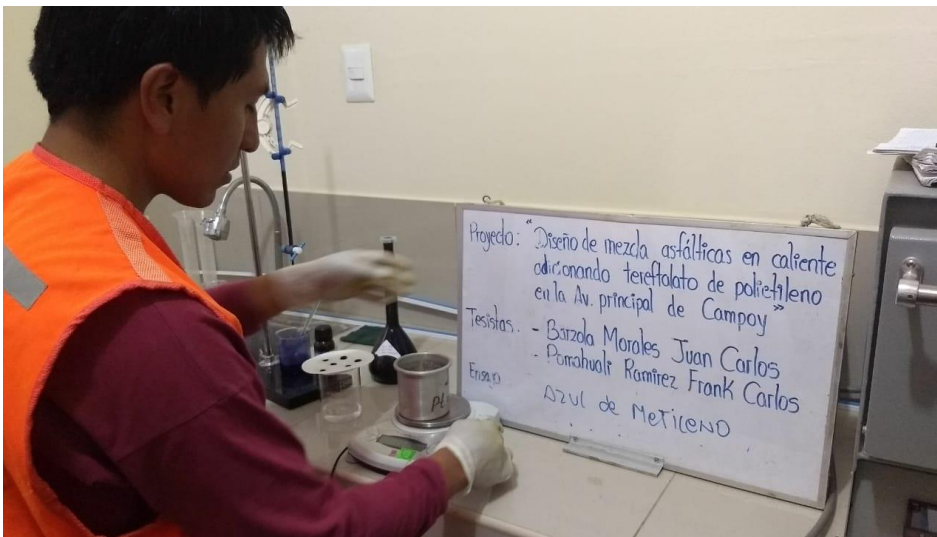
Peso húmedo de briquetas

Fuente: Propia



Preparación de briqueta

Fuente: Propia



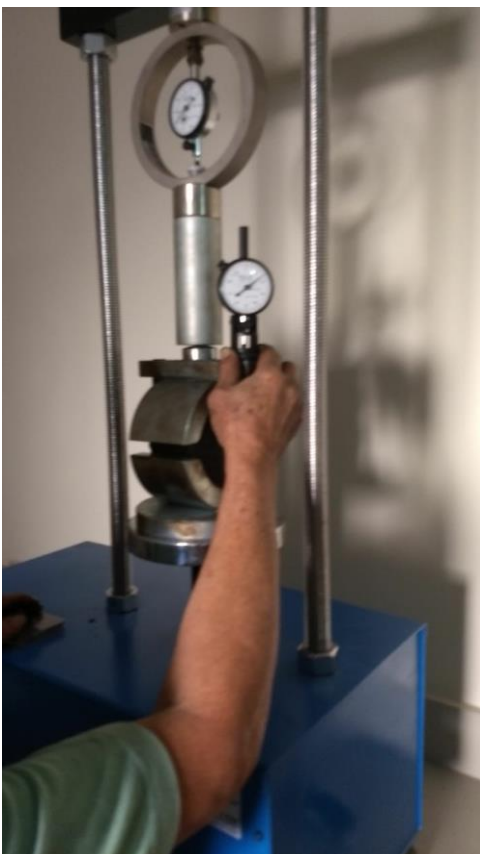
Ensayo Azul metileno

Fuente: Propia



Baño maría

Fuente: Propia



Medición de estabilidad y flujo

Fuente: Propia



Rotura de briqueta

Fuente: Propia



Biquetas con 1% de PET

Fuente: Propia

Yo, Dra. Maria Ysabel Garcia Alvarez, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Campus San Juan de Lurigancho revisor del informe de suficiencia profesional titulada: "Diseño de Mezclas Asfálticas en Caliente Adicionando Tereftalato de Polietileno Reciclado en la Avenida Principal de Campoy, 2018.", de los estudiantes:

- **BARZOLA MORALES, JUAN CARLOS.**
- **POMAHUALI RAMÍREZ, FRANK CARLOS.**

Constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

Lugar y fecha: San Juan de Lurigancho, 12-12-2018



Firma

Dra. Maria Ysabel Garcia Alvarez.

DNI: 21453567

| | | | | |
|--|---|--------|--|--|
|  Elaboró |  Dirección de Investigación | Revisó |  Responsable del SGC |  Viceministro de Investigación |
|--|---|--------|--|--|