



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades
de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo
2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Camacho Ruiz, Jam Paul. (ORCID:0000-0002-2515-9988)

Castañeda Payano, Edwin Roberto. (ORCID:0000-0003-1863-9841)

ASESOR:

Mgtr. Díaz García, Gonzalo Hugo. (ORCID:0000-0002-3441-8005)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Chiclayo – Perú 2021

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser nuestro inspirador y darnos fuerza para culminar en este proceso de obtener uno de nuestros anhelos más deseados, que es la obtención de nuestro título profesional.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años para con nosotros, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos actualmente.

A nuestra familia por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo incondicional, que nos brindaron a lo largo de nuestras vidas hasta llegar a la obtención de nuestro título profesional.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas, nos compartieron experiencias y sus amplios conocimientos.

Agradecimiento

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

Agradecemos a nuestros padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial al Mgtr. Gonzalo Hugo Díaz García, asesor de nuestro proyecto de investigación quien nos ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	12
3.2. Variable y operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.5. Procedimientos	19
3.6. Método de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS	20
4.1. Generalidades.....	20
4.2. Trabajos previos	21
V. DISCUSIÓN	53
VI. CONCLUSIONES.....	60
VII. RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS.....	64
ANEXOS	75

Índice de tablas

Tabla 1. Combinación física y teórica de agregados para la mezcla asfáltica.	24
Tabla 2. Porcentajes de agregados para la mezcla asfáltica.	25
Tabla 3. Resumen de las propiedades de las mezclas asfálticas.	26
Tabla 4. Granulometría del caucho reciclado granular.	27
Tabla 5. Granulometría de mezcla de agregados con el 2% de caucho.	27
Tabla 6. Porcentajes de agregados para la mezcla asfáltica.	28
Tabla 7. Resumen de las propiedades de la mezcla asfáltica con 2% de caucho reciclado.	29
Tabla 8. Granulometría de mezcla de agregados con el 1.5% de caucho.	30
Tabla 9. Porcentajes de agregados para la mezcla asfáltica.	30
Tabla 10. Resumen de las propiedades de la mezcla asfáltica con 1.5% de caucho reciclado. ...	31
Tabla 11. Granulometría de mezcla de agregados con el 1% de caucho.	32
Tabla 12. Porcentajes de agregados para la mezcla asfáltica.	32
Tabla 13. Resumen de las propiedades de la mezcla asfáltica con 1% de caucho reciclado.	33
Tabla 14. Granulometría de mezcla de agregados con el 0.5% de caucho.	34
Tabla 15. Porcentajes de agregados para la mezcla asfáltica.	34
Tabla 16. Resumen de las propiedades de la mezcla asfáltica con 0.5% de caucho reciclado. ...	35
Tabla 17. Resultados de estabilidad.	36
Tabla 18. Resultados de flujo.	37
Tabla 19. Resultados de porcentaje de vacíos con aire.	38
Tabla 20. Resultados de vacío en el agregado mineral.	39
Tabla 21. Resultados de rigidez Marshall.	40
Tabla 22. Estabilidad óptima con adición de un porcentaje de caucho reciclado.	41
Tabla 23. Cálculo de Shapiro – Wilk para el cumplimiento de normalidad en estabilidad.	41
Tabla 24. Cálculo de Levene para el cumplimiento de homogeneidad en estabilidad.	42
Tabla 25. Cálculo del test ANOVA para el cumplimiento de las hipótesis en estabilidad.	42
Tabla 26. Cálculo del test Friedman para la existencia de diferencias significativas entre la estabilidad.	43
Tabla 27. Flujo óptimo con adición de un porcentaje de caucho reciclado.	43
Tabla 28. Cálculo de Shapiro – Wilk para el cumplimiento de normalidad en flujo.	43

Tabla 29. Cálculo de Levene para el cumplimiento de homogeneidad en flujo.	45
44 Tabla 30. Cálculo del test ANOVA para el cumplimiento de las hipótesis en flujo.	44
Tabla 31. Cálculo del test Friedman para la existencia de diferencias significativas entre el flujo.	45
Tabla 32. Porcentaje de vacíos con aire óptimo con adición de un porcentaje de caucho reciclado.	45
Tabla 33. Cálculo de Shapiro – Wilk para el cumplimiento de normalidad en Porcentaje de vacíos con aire.	45
Tabla 34. Cálculo de Levene para el cumplimiento de homogeneidad en Porcentaje de vacíos con aire.	46
Tabla 35. Cálculo del test ANOVA para el cumplimiento de las hipótesis en Porcentaje de vacíos con aire.	46
Tabla 36. Cálculo del test Friedman para la existencia de diferencias significativas entre el Porcentaje de vacíos con aire.	47
Tabla 37. Vacíos de agregado mineral óptimo con adición de un porcentaje de caucho reciclado.	47
Tabla 38. Cálculo de Shapiro – Wilk para el cumplimiento de normalidad en Vacíos de agregado mineral.	47
Tabla 39. Cálculo de Levene para el cumplimiento de homogeneidad en Vacíos de agregado mineral.	48
Tabla 40. Cálculo del test ANOVA para el cumplimiento de las hipótesis en Vacíos de agregado mineral.	48
Tabla 41. Cálculo del test Friedman para la existencia de diferencias significativas entre el Vacíos de agregado mineral.	49
Tabla 42. Relación estabilidad/flujo (Rigidez) óptimo con adición de un porcentaje de caucho reciclado.	49
Tabla 43. Cálculo de Shapiro – Wilk para el cumplimiento de normalidad en Relación estabilidad/flujo.	49
Tabla 44. Cálculo de Levene para el cumplimiento de homogeneidad en Relación estabilidad/flujo.	50
Tabla 45. Cálculo del test ANOVA para el cumplimiento de las hipótesis en Relación estabilidad/flujo.	50
Tabla 46. Cálculo del test Friedman para la existencia de diferencias significativas entre el Relación estabilidad/flujo (Rigidez).	51
Tabla 47. Resumen de la comparación de las propiedades de las mezclas asfálticas.	58

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de investigación al 0.5%.	14
Figura 2. Esquema de investigación al 1%.	14
Figura 3. Esquema de investigación al 1.5%.	14
Figura 4. Esquema de investigación al 2%.	15
Figura 5. Esquema de investigación al 0%.	15
Figura 6. Longitud de 3.8km de la carpeta asfáltica entre la Carretera Reque – Puerto Eten y la Planta de Petroperú.	18
Figura 7. Gráfica de resultados de estabilidad.	36
Figura 8. Gráfica de resultados de flujo.	37
Figura 9. Gráfica de resultados de porcentaje de vacíos con aire.	38
Figura 10. Gráfica de resultados de vacío en el agregado mineral.	39
Figura 11. Gráfica de resultados de rigidez Marshall.	40

Resumen

La siguiente tesis tiene como base la determinación de la aplicación del caucho reciclado proveniente de los NFU como un nuevo elemento en la mezcla para el asfalto, proponiendo una mejora en el diseño, es decir, mejora en las características y propiedades de la carpeta asfáltica, obteniendo una mejora en su estabilidad, flexibilidad y durabilidad.

Para poder obtener los resultados, sometimos a diferentes ensayos nuestros agregados, así como también al nuevo agregado que es el caucho reciclado, luego de conseguir los parámetros ideales de nuestros agregados para su posterior uso según las especificaciones brindadas por el MTC, se dio paso a aplicar el ensayo Marshall a nuestras diferentes briquetas de mezcla asfáltica donde utilizamos un 5.72% óptimo de C.A (cemento asfáltico) y diferentes porcentajes de adición de caucho reciclado 2%, 1.5%, 1% y 0.5% siendo este último el porcentaje que nos brindó resultados mayores en comparación con la carpeta asfáltica de la mezcla convencional, mejoró en estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos y rigidez.

Llegando a una conclusión de que la adición del caucho reciclado mejora las propiedades de la carpeta asfáltica, ya que este es el propósito de toda la investigación.

Palabras claves: Caucho reciclado, mezcla asfáltica, carpeta asfáltica.

Abstract

The following thesis is based on the determination of the application of recycled rubber from NFU as a new element in the mix for asphalt, proposing an improvement in the design, that is, an improvement in the characteristics and properties of the asphalt binder, obtaining an improvement in its stability, flexibility and durability.

In order to obtain the results, we subjected our aggregates to different tests, as well as the new aggregate that is recycled rubber, after achieving the ideal parameters of our aggregates for their later use according to the specifications provided by the MTC, we gave way to apply the Marshall test to our different asphalt mix briquettes where we use an optimal 5.72% of CA (asphalt cement) and different percentages of addition of recycled rubber 2%, 1.5%, 1% and 0.5%, the latter being the percentage that provided us higher results compared to the asphalt layer of the conventional mix, improved in stability, flow, void percentage and rigidity.

Coming to a conclusion that the addition of the recycled rubber improves the properties of the asphalt mat, as this is the purpose of all the research.

Keywords: Recycled rubber, asphalt mix, asphalt folder.

I. INTRODUCCIÓN

Las carreteras son el medio terrestre más usado para el transporte, estas recorren todo el mundo, llegando hasta los lugares más recónditos y alejados de la civilización, las carreteras cubren el suelo brindando seguridad y confort a las personas que la transitan, sin embargo, a pesar de la gran importancia de estas, algunas carreteras no son correctamente diseñadas o se encuentran en mal estado, pese al peligro que representan estas carreteras deficientes, estas se siguen transitando ya que son imprescindibles principalmente para el desarrollo y/o sostenibilidad socioeconómica de las ciudades o zonas a las que conecta.

El peso y desgaste del tránsito en una carretera es soportado directamente por la carpeta asfáltica, esta a su vez está expuesta a los fenómenos climáticos que afectan directamente a su vida útil, la carpeta asfáltica es soportada por otras subestructuras y en conjunto toman el nombre de pavimento. Los pavimentos particularmente más utilizados son los pavimentos flexibles, sin embargo, el problema con estos pavimentos es que estos tienden a fallar mayormente en su superficie de rodadura o carpeta asfáltica, sufriendo fisuramientos o ahuecamientos, dichas fallas son factores potenciales de accidentes vehiculares que a su vez pueden provocar pérdidas económicas y/o en el peor de los casos pérdidas humanas.

Actualmente en el Perú se estima que el 80% de las infraestructuras viales se encuentran dañadas o en mal estado y estas requieren con urgencia ser reparadas o rediseñadas, en el departamento de Lambayeque se ubica la Carretera Playa Lobos, que es una carretera que necesita que las propiedades de su carpeta asfáltica sean mayores a las que ya posee, debido a que esta se encuentra en mal estado, con múltiples fisuras y ahuecamientos en su carpeta asfáltica lo que dificulta su transpirabilidad y la vuelve una carretera peligrosa para los usuarios. Sin embargo, esta carretera es transitada constante, debido a que conecta a la Planta de Petroperú y algunas comunidades de la zona con la Carretera Reque – Puerto Eten, lo que la hace una carretera importante y con gran impacto en el desarrollo de comunidades existentes y futuras.

Es sabido que las carpetas asfálticas convencionales tienen como material principal al cemento asfáltico, que es un derivado del petróleo y nos hace tomar en cuenta de que día a día las reservas de petróleo en el Perú y en el mundo tienden a disminuir, es por ello que se busca nuevos materiales que mejoren las mezclas asfálticas. (Maila, 2018).

Así mismo, la gran cantidad de neumáticos en desuso que deja la industria automotriz y el manejo inadecuado de estos residuos sólidos, generan efectos negativos para el medio ambiente. Actualmente en el Perú, se calcula un aproximado de 1.5 millones de carros que transitan en las pistas, un equivalente a 1.1 millones de llantas que son usadas y almacenadas por año en lugares no adecuados lo que genera un gran foco de contaminación. (Coronel, Gunther y Kahatt, 2018).

Por otro lado, al implementar caucho granular reciclado en la carpeta asfáltica, se le confieren características especiales tales como: Alcanzar una vida útil más larga, lograr mayor elasticidad, lograr mayor resistencia a las deformaciones, lograr más resistencia al agrietamiento y lograr más resistencia al arrastre. Además de lo mencionado, el caucho también proporciona a la carpeta asfáltica la característica de un pavimento drenante y le brinda a la mezcla asfáltica el impedimento de la acumulación de agua, al no acumular mucha agua se incrementa su adherencia, también otorga condiciones ópticas y menor nivel de ruido. De esta manera las carpetas asfálticas con la implementación del caucho reciclado presentan tanto beneficios ambientales como beneficios económicos, ya que, se vuelven más resistentes, duraderas y menos quebradizas, incluso ofrecen resistencia a la rotura y poseen una vida útil de hasta como mínimo 10 años. (Amorim y Lima, 2018).

Además, las características intrínsecas del caucho permiten economizar en la realización de los trabajos en infraestructura vial y sobre todo durante los ciclos de vida de estas, al ser los costos de mantenimiento prácticamente nulos. Incluso esta verificado que el caucho reciclado en cualquiera de sus formas es prácticamente ilimitado y es material suficiente para realizar innumerable cantidad de proyectos de este estilo. (Gonzáles, 2015).

A partir de la información detallada, se planeó el problema siguiente: ¿En qué medida la implementación del caucho reciclado mejorará las propiedades físicas y mecánicas de la carpeta asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021?

El desarrollo de esta Tesis se justifica por lo siguiente: Se **justifica en lo teórico**, debido a que aporta información concreta sobre la implementación del caucho granular reciclado en la carpeta asfáltica de un pavimento, dicha información es avalada por estudios y ensayos que permiten debatir y comparar sus resultados. Se **justifica en lo práctico**, debido a que el caucho granular reciclado se implementa en la carpeta asfáltica de una carretera, ayudando a mejorar sus características físicas y mecánicas, incrementando su resistencia y durabilidad. Se **justifica en lo metodológico**, debido a que se realizan estudios y ensayos con la integración del caucho granular reciclado en la mezcla bituminosa, logrando obtener el porcentaje óptimo de caucho granular reciclado que debe ser agregado a la mezcla asfálticas. Se **justifica en lo social**, debido a que la mejora de la Carretera Playa Lobos proyecta una mejora sustancial en la comunicación y establecimiento de lazos entre comunidades, además esta carretera es una vía importante con gran transpirabilidad y actualmente es la única conexión entre la Planta de Petroperú y algunas comunidades de la zona con la Carretera Reque – Puerto Eten. Se **justifica en lo ambiental**, debido a que al reutilizar los neumáticos fuera de uso (NFU), que son un material abundante en nuestro país, se reduce la contaminación, logrando la armonía del medio ambiente con la construcción. Se **justifica en lo económico**, debido a que el grano de caucho que se utiliza para fabricar la carpeta asfáltica modificada es reciclado y proveniente de neumáticos fuera de uso (NFU) que son un material abundante y de bajo costo en la mayoría de sectores de nuestro país.

Es por ello que ante esta realidad se planteó el siguiente **objetivo general** de Verificar que la aplicación del caucho reciclado mejora las propiedades físicas y mecánicas de la carpeta asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021.

En concordancia con el **objetivo general** consideramos los siguientes objetivos específicos: Determinar el porcentaje óptimo de grano de caucho y cemento asfáltico a aplicar para la mejora de las propiedades de la carpeta asfáltica modificada; Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la carpeta asfáltica modificada con caucho reciclado; Comparar las propiedades de la carpeta asfáltica modificada con caucho reciclado, con las propiedades de la carpeta asfáltica convencional.

Como **hipótesis** de esta investigación se estima que al aplicar el caucho granular reciclado en la carpeta asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021, es posible mejorar significativamente las propiedades físicas y mecánicas de esta, aumentando su estabilidad, reduciendo el porcentaje de vacíos, dándole mayor resistencia a la deformación, adherencia e impermeabilidad a la carpeta asfáltica; al mismo tiempo la integración del caucho granular reciclado resultará beneficiosa ya que tendrá costos reducidos en su ejecución y en sus mantenimientos, también reducirá de manera significativa la contaminación en el medio ambiente.

II. MARCO TEÓRICO

Para poder fortalecer la investigación sobre el uso y aprovechamiento del caucho granular reciclado en las mezclas asfálticas, mostraremos a continuación antecedentes que le brindaran una mayor consistencia a nuestra investigación.

A nivel **internacional**, según (Correa, 2018), en su trabajo de investigación “Implementación de Mezcla Asfáltica Modificada con Granulo de Caucho en el Barrio San Carlos de la Localidad de Tunjuelito”, con el objetivo general de analizar las ventajas de la implementación del asfalto con caucho granular en la mezcla asfáltica para la restauración de las calles del barrio San Carlos.

Concluyó con que la presencia del caucho granular reciclado y un procedimiento intensificado de compactación de la mezcla, logran reducir los problemas de ahuecamiento en las superficies de rodadura, reduciendo el contenido de vacíos de aire en las mezclas bituminosas. Los ensayos realizados reflejan que el

fenómeno de ahuecamiento, es directamente consecuencia de la falta de compactación, por lo que el proceso de solución es realizar un mayor número de ciclos de compactación, se verificó también que al agregar caucho granular reciclado, los ciclos de compactación son propensos a reducirse, puesto que el caucho granular reciclado se mejoran las propiedades mecánicas en comparación con las características mecánicas con respecto a las propiedades de una mezcla asfáltica común.

Según (Arroyo, Herrera, Salazar, Giménez, Martínez y Calahorra, 2018), en su artículo científico "A new approach for integrating environmental, social and economic factors to evaluate asphalt mixtures with and without waste tires", con el objetivo general de demostrar si es conveniente que los países en crecimiento utilicen polímero reutilizado derivado de llantas en inutilidad para modificar mezclas bituminosas.

Concluyeron con que la implementación de polímero reutilizado proveniente de llantas en inutilidad en mezclas bituminosas, es recomendable por las siguientes razones: Que la implementación de este material nos permite lograr un alto impacto ambiental y socio económico, obteniendo un crecimiento continuo en los países en que se desarrollen estos proyectos. Y que la implementación del caucho reciclado en la mezcla bituminosa reduce el requerimiento de posteriores mantenimientos de las infraestructuras viales.

Según (Navarro, 2013), en su memoria "Confección y Seguimiento de Tramos de Prueba de Mezclas Asfálticas con Incorporación de Polvo de Caucho Nacional de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) Mediante Vía Seca", con el objetivo general de estudiar los efectos de la integración del caucho pulverizado derivado de llantas fuera de uso (NFU) por medio seco en mezclas bituminosas y los resultados que se generan al variar el tiempo de digestión en su conducta mecánica.

Concluyó con que las mezclas con la integración de 0.5% de caucho pulverizado por vía seca, con tiempos de digestión de dos horas y una hora y media y temperatura de digestión de 170°C tienen una conducta mecánica superior a la de una mezcla con asfalto tradicional. El desempeño de las mezclas modificadas con caucho pulverizado proveniente de neumáticos fuera de uso (NFU), resulta

mejor que el desempeño de las mezclas convencionales, obteniendo una menor susceptibilidad a la humedad, menor susceptibilidad térmica, mayor oposición a la deformación plástica, mayor aguante a la tracción y mayor fortaleza al envejecimiento.

Según (Mantilla y Castañeda, 2017), en su artículo científico “Assessment of Simultaneous Incorporation of Crumb Rubber and Asphaltite in Asphalt Binders”, con el objetivo general de identificar las características viscoelásticas en probetas de mezcla bituminosa alterada con polímero reutilizado derivado de neumáticos en desuso, a diferentes temperaturas y frecuencias.

Concluyó con que la combinación simultánea de estos dos materiales, en proporciones de 8% de polímero y 10% de asfalto, brinda características que mejoran sustancialmente al asfalto. El aumento de la resistencia a la formación de surcos que esta mezcla asfáltica obtiene, la hace capaz de soportar mayores cargas que un asfalto convencional, logrando una menor susceptibilidad térmica, una mayor elasticidad y una mejor recuperación después de ser sometida a fuerzas de deformación, evitando fallas en el pavimento ocasionadas por la poca flexibilidad en el aglutinante de asfalto.

Según (Rodríguez y Gallego, 2017), en su artículo científico “Volumetric characteristics and compactability of asphalt rubber mixtures with organic warm mix asphalt additives”, con el objetivo general de demostrar que las mezclas bituminosas modificadas semicalientes, junto al reciclaje auténtico de un material de desecho, hacen que el caucho reciclado sea un material ideal para la compactación de vías y construcción de carreteras.

Concluyó con que los aditivos logran reducir la temperatura en la compactación y de producción de las mezclas bituminosas sin implicar de mala manera a la compactabilidad y las propiedades volumétricas, además de lograr estos beneficios, también se respeta el medio ambiente, reduciendo la temperatura de elaboración de mezclas bituminosas, disminuyendo el desgaste de energía y reduciendo la manifestación de gases de efecto invernadero provenientes de fábricas de asfalto.

A nivel **nacional**, según (Villagaray, 2017), en su tesis “Aplicación de Caucho Reciclado en un Diseño de Mezcla Asfáltica Para el Tránsito Vehicular de la Avenida Trapiche – Comas (Remanso) 2017”, con el objetivo general de definir al caucho reciclado como elemento integrante de un nuevo modelo de mezcla bituminosa modificada, planteando un diseño con características mayores de durabilidad y flexibilidad con respecto a las de un asfalto convencional.

Concluyó con que el polímero reutilizado aplicado por vía seca se puede usar con seguridad y confiabilidad para incrementar las características mecánicas de las mezclas bituminosas, debido a que con este método se logra mejorar los valores del factor de rigidez hasta en un 13.24% con respecto al de una mezcla bituminosa común, gracias a esto la mezcla bituminosa modificada posee una resistencia a la deformación mayor en 3.54% con respecto a la fortaleza frente a la deformación de una mezcla bituminosa común, proporcionándole de esta manera a la superficie de rodadura mayor estabilidad y resistencia ante las deformaciones permanentes.

Según (Flores, 2018), en su tesis “Comportamiento Mecánico de Mezcla Asfáltica Incorporando Caucho por Vía Húmeda, Avenida Perú, Callao, 2018”, con el objetivo general de examinar la conducta mecánica de la mezcla bituminosa al integrarle caucho granular mediante vía húmeda.

Concluyó con que al incorporarle 5% de elastómero granular y una cantidad adecuada de cemento asfáltico de 6.2%, se logra la mejor conducta mecánica debido a que se amplifica la resistencia a la compresión y se conserva su deformabilidad. Al integrar otros porcentajes de caucho granular de 20% y 10% no se obtuvieron buenos resultados debido a que se incrementaron los porcentajes de espacios vacíos, absorción de la humedad y sus características mecánicas desvinculan los valores mínimos instaurados en el MTC (EG – 2013) para la fabricación de mezclas bituminosas.

Según (Aliaga, 2017), en su tesis “Aplicación del Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica en Pavimentación de la Av.

Bertello, Santa Rosa, Lima 2017”, con el objetivo general de examinar si el uso del caucho fragmentado optimizará las características de la carpeta asfáltica de la avenida Bertello.

Concluyó con que los resultados del estudio Marshall comprobaron que el influjo del polímero fragmentado en las características físicas de la superficie de rodadura en los pavimentos flexibles es muy alto logrando optimizar sus características, esto se debe a que incrementa una de las características físicas que es la durabilidad, pero al mismo tiempo disminuye la característica física de impermeabilidad.

Según (Castillo y Chávarri, 2020), en su tesis “Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con la Incorporación de Caucho Reciclado en Lima, 2020”, con el objetivo general de definir el impacto de la integración en caliente del caucho reciclado en la mezcla bituminosa.

Concluyeron con que las características ventajosas que otorga la integración del caucho reciclado en la mezcla bituminosa logran mejorar de manera significativa las características mecánicas de la mezcla, incrementando su estabilidad, reduciendo su porcentaje de vacíos y aumenta su resistencia a las deformaciones, también al reciclar el caucho se reduce la contaminación del medio ambiente, resultando beneficioso para nuevos productos reduciendo significativamente su nivel de impacto ambiental.

Según (Flores, 2018), en su tesis “Efectos de la Incorporación de Caucho en Granos en la Carpeta Asfáltica de la Trocha Carrozable Accopampa – Santa Ana, Lucanas, Ayacucho, 2018”, con el objetivo general de especificar los resultados de la integración del caucho granular en la superficie de rodadura de la trocha carrozable.

Concluyó con que las peculiaridades físicas de la carpeta bituminosa de la trocha carrozable, se logran mejorar con la integración del caucho granular siempre y cuando la aplicación sea por vía húmeda y se integre un porcentaje apropiado de este material, de tal manera que no se vea incrementado el porcentaje de vacíos y tampoco se pierda su adherencia. Con respecto al comportamiento mecánico de la superficie de rodadura se comprobó que se obtienen mayores

beneficios cuando el caucho granular se aplica por vía húmeda, porque gracias a este proceso se mantienen las deformaciones, se amplía la fortaleza a la compresión y se mejora la vitalidad ante climas fríos.

Según (Cabezas y Mendoza, 2018), en su tesis “Alternativa de Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con Polvo de Caucho de NFU Para la Ciudad de Lima, 2018”, con el objetivo general de verificar que el uso del polímero pulverizado derivado de llantas fuera de uso (NFU) favorecerá a el proyecto de mezcla bituminosa en caliente.

Concluyeron con que se puede utilizar el caucho pulverizado proveniente de llantas fuera de uso (NFU), para optimizar las características mecánicas de las mezclas bituminosas, aplicando el caucho pulverizado como agregado en caliente. Asimismo, este nuevo proyecto de mezcla asfáltica presenta beneficios para con el medio ambiente, debido a que los residuos se valorizan y se reestablece su mala disposición, disminuyendo así la contaminación ambiental.

La **base teórica y enfoque conceptual** de la presente investigación:

- Caucho:

El caucho es un material que puede ser tanto sintético como natural y su principal característica es su elasticidad, también su resistencia a la electricidad y su impermeabilidad. (Cabanillas, 2017).

- Neumáticos fuera de uso (NFU):

Se les nombra así a las ruedas de vehículos que ya han sido utilizadas y que ya ha terminado su tiempo de vida útil. (Cabanillas, 2017).

- Caucho reciclado:

El caucho de los neumáticos fuera de uso (NFU), aun es útil, puede ser convertido en muchos más productos y ser utilizado en diversos trabajos. Este puede ser usado para la creación de pisos deportivos, para relleno de campos de grass artificial, para incrementar las características de mezclas asfálticas y reutilizar este material en la creación de otros productos con caucho. (Cabanillas, 2017).

- Propiedades físicas del asfalto:

Son las más importantes a tener en cuenta para realizar un diseño de mezcla, construcción de pavimento y/o mantenimiento de carretera, las propiedades físicas del asfalto son:

- Dureza: Es la propiedad que tiene el asfalto frente a una exposición normal de disgregación y tiempo de vida.
- Adhesión: Característica del asfalto para tener mayor adherencia a la mezcla de la pavimentación.
- Absorción: Característica de un material capaz de absorber sustancias después de un cierto tiempo de exposición a esta.
- Elasticidad: Característica de un material que hace que vuelva a su forma inicial después de haber recibido alguna fuerza aplicada en ella.
- Envejecimiento y endurecimiento: El endurecimiento es ocasionado por el efecto de la oxidación, la cual se da con mayor facilidad a elevadas temperaturas y en delgadas capas de asfalto.
- Susceptibilidad a los cambios de temperatura: Todos son termoplásticos, es decir, se endurecen a razón que su temperatura se eleva. Esta varía en algunos asfaltos según el origen, ya que no todos tienen el mismo grado de consistencia. (Salamanca, 2015).

- Propiedades mecánicas del asfalto:

- Resistencia Estructural: Propiedad en la cual debe soportar cargas brindadas por el tránsito vehicular, las cuales son los esfuerzos normales y cortantes. El esfuerzo cortante es el principal causante de las fallas en la infraestructura.
- Rigidez: Propiedad del pavimento que tiene para darle frente a las fuerzas impuestas por el tránsito vehiculares.
- Durabilidad: Está vinculada con los factores económicos y sociales, ya que según la importancia que le brinden al pavimento al momento del mantenimiento es que se verá el tiempo de duración. (Gargate, 2018).

- Granulometría:

La granulometría es el estudio que consta de realizar mediciones de los granos de materiales y calcular la cantidad de material que quede en cada uno de los

distintos tamaños de tamices con medidas ya previstas, con la finalidad de analizar su procedencia como sus características mecánicas. La granulometría es muy importante para realizar los distintos ensayos de laboratorio que existen, ya que el tamaño máximo de un agregado afecta directamente las proporciones relativas de los agregados, así como los requerimientos de agua y cemento asfáltico, trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad. (Gargate, 2018).

- **Peso específico:**

El peso específico es el vínculo que existe entre el peso de un material y el volumen que ocupa el mismo material en el espacio y se expresa en unidades de Newtons sobre metro cúbico (N/m^3). Para obtener el peso específico se divide la cantidad de material entre el volumen que ocupa. (Salamanca, 2015).

- **Gravedad específica:**

La gravedad específica o también conocida como densidad relativa es el vínculo de la consistencia de un material y la consistencia del agua, ambos materiales estando a la misma temperatura. Para obtener la gravedad específica de un material se debe dividir su masa entre su volumen: $d = m/V$. (Gargate, 2018).

- **Ensayo Marshall:**

El ensayo Marshall permite conocer las proporciones ideales de cemento asfáltico a aplicar en las mezclas bituminosas en caliente (MBC). En este ensayo se realiza la rotura de cuatro briquetas cilíndricas por cada grupo de igual contenido de cemento asfáltico. Con este ensayo obtenemos cinco gráficas que representan la variación de los valores de: Densidad relativa, contenido de vacíos de aire en la mezcla, estabilidad y deformación, en función del contenido de cemento asfáltico en la mezcla. (Salamanca, 2015).

III. METODOLOGÍA

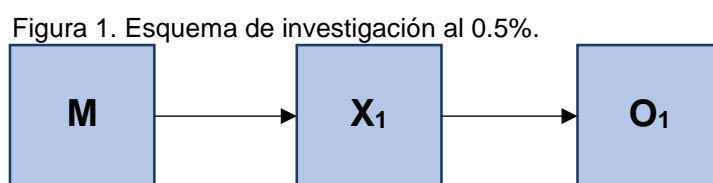
3.1. Tipo y diseño de la investigación

La presente investigación se trabajará con un **tipo de investigación** aplicada, debido a que convertiremos el saber obtenido en saber útil, dando soluciones a un problema actual y real. Según (Vargas, 2019) la investigación aplicada tiene como característica encontrar el uso del intelecto obtenido, al mismo tiempo que obtienes otros, luego de aplicar y categorizar la práctica con base en la indagación.

El **enfoque de investigación** será cuantitativo, puesto que consta de una categorización, según (Alonzo, 2017) el enfoque cuantitativo es un conjunto de secuencias probatorias, es decir, cada fase antepone a la que sigue y no podemos saltarnos ningún paso, el orden es importante, pero podemos reformular alguna etapa.

El **diseño de investigación** será experimental, puesto que la variable independiente se utilizará para visualizar los cambios o efectos que brinda en la variable dependiente. Se realizará la adición del caucho reciclado en la mezcla asfáltica, para determinar los cambios en sus características físicas y mecánicas al momento de endurecerse y convertirse en una carpeta asfáltica. Según (Howard, 2018) los diseños de investigación experimentales comparan hipótesis causales, en estos la investigación toma en cuenta la interferencia en la que verifica en que cantidad un método logra su finalidad, conforme a los patrones establecidos.

Esquema de investigación:



Fuente: Elaboración propia.

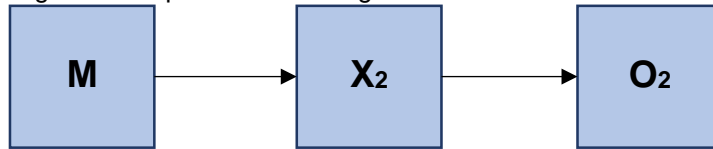
Donde:

M: Mezcla asfáltica.

X1: Caucho reciclado al 0.5%.

O1: Propiedades de la carpeta asfáltica modificada con caucho reciclado.

Figura 2. Esquema de investigación al 1%.



Fuente: Elaboración propia.

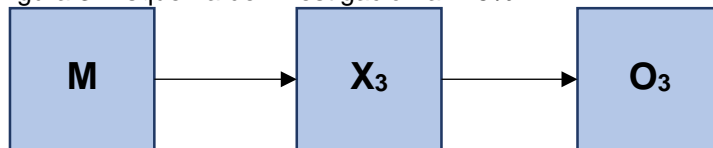
Donde:

M: Mezcla asfáltica.

X2: Caucho reciclado al 1%.

O2: Propiedades de la carpeta asfáltica modificada con caucho reciclado.

Figura 3. Esquema de investigación al 1.5%.



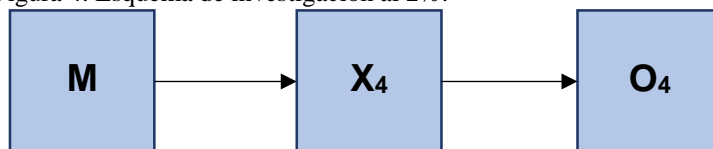
Fuente: Elaboración propia. Donde:

M: Mezcla asfáltica.

X3: Caucho reciclado al 1.5%.

O3: Propiedades de la carpeta asfáltica modificada con caucho reciclado.

Figura 4. Esquema de investigación al 2%.



Fuente: Elaboración propia.

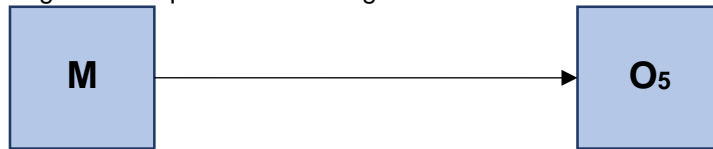
Donde:

M: Mezcla asfáltica.

X4: Caucho reciclado al 2%.

O4: Propiedades de la carpeta asfáltica modificada con caucho reciclado.

Figura 5. Esquema de investigación al 0%.



Fuente: Elaboración propia.

Donde:

M: Mezcla asfáltica.

O5: Propiedades de la carpeta asfáltica convencional.

3.2. Variable y operacionalización

La presente investigación se desarrollará en base a dos variables, las cuales son cuantitativas.

- **Variable independiente (VI):** Caucho reciclado.
 - Definición conceptual: Se refiere al material proveniente de los neumáticos fuera de uso (NFU), los cuales, al ser desechados causan una gran contaminación hacia el medio ambiente. Es por eso que, al reciclar este material se logra otorgarles una segunda vida y pueden ser utilizados para la creación de pisos deportivos, para relleno de campos de grass artificial, para incrementar las características de mezclas asfálticas y reutilizarlo en la creación de otros productos con caucho.
 - Definición operacional: Se determinará el porcentaje de caucho reciclado adecuado para lograr una carpeta asfáltica con mejores propiedades.
 - Indicadores: 0.5 %, 1.0 %, 1.5 % y 2.0 % de caucho reciclado.
 - Escala de medición: Ordinal.
- **Variable dependiente (VD):** Carpeta asfáltica modificada.
 - Definición conceptual: Al aplicar el caucho reciclado en la carpeta asfáltica, se le confieren características especiales tales como: Alcanzar una vida útil más larga, lograr mayor elasticidad, lograr mayor resistencia a las deformaciones, lograr mayor resistencia al agrietamiento y lograr más aguante al arrastre, el caucho también proporciona a la carpeta asfáltica la propiedad de ser un pavimento drenante y hace que la mezcla asfáltica evite

la acumulación de agua, al no acumular mucha agua se incrementa su adherencia, y brinda condiciones ópticas buenas y niveles bajos de ruido.

- Definición operacional: Se determinará las características físicas y mecánicas de la carpeta asfáltica tales como: Elasticidad, resistencia a las deformaciones y resistencia al agrietamiento.
- Indicadores: Ensayo Marshall, ensayo de la gravedad específica, ensayo de estabilidad y flujo, ensayo de densidad y vacíos, ensayo de rugosidad.
- Escala de medición: Ordinal.

3.3. Población, muestra y muestreo

• Población:

La población se refiere a un grupo de personas u objetos que tienen características en común y son parte de una investigación, la población puede estar conformada por seres vivos, documentos, fichas, estudios y otras variables que deben cumplir ciertos criterios específicos. (López, 2020).

Para nuestra investigación la **población** estará representada por todas las carreteras existentes dentro del distrito de Eten.

- Criterios de inclusión: Carreteras con carpetas asfálticas en mal estado y con una longitud mayor a 3km.
- Criterios de exclusión: Carreteras con carpetas asfálticas en buen estado y con una longitud menor a 3km.

• Muestra:

La muestra es un subgrupo específico de la población de donde se lleva a cabo el estudio. Los métodos para conseguir el total de los elementos de la muestra, son: Las técnicas, los conocimientos y otros. (López, 2020).

Para nuestra investigación la **muestra** estará representada por la carpeta asfáltica del tramo de la Carretera Playa Lobos, entre la Carretera Reque – Puerto Eten y la Planta de Petroperú, ubicada en el distrito de Eten, Provincia de Chiclayo, con una longitud de 3.8km.

• Muestreo:

El muestreo es el procedimiento usado para elegir los elementos de la muestra del total de la población. Consiste en un conjunto de normas, operaciones y razones mediante las cuales se elige un grupo de componentes de una población que reflejan lo que ocurre en toda esa población. (López, 2020).

Para nuestra investigación el **muestreo** será no probabilístico por conveniencia, debido a que las muestras a analizar se realizarán de manera estratificada, mediante la realización de probetas de mezcla asfáltica.

Figura 6. Longitud de 3.8km de la carpeta asfáltica entre la Carretera Reque – Puerto Eten y la Planta de Petroperú.



Fuente: Google Earth.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- **Técnica de recolección de datos:**

Las técnicas que se utilizan en una investigación son indispensables para definir de forma negativa o positiva los problemas planteados. Es decir, es el método más importante que se emplea en una investigación para recolectar información. (Bavaresco, 2019).

La presente investigación tendrá como **técnica de recolección de datos** el análisis documental, se utilizarán artículos científicos, revistas científicas, normas, tesis, entre otros, para darle sustento a la redacción de este proyecto de investigación.

- **Instrumentos de recolección de datos:**

Los instrumentos que se utilizarán en una investigación son importantes para la recolección de información. Las distintas herramientas e instrumentos son definidos correspondientemente por el tipo de técnica de recolección de datos que se va a utilizar. (Bavaresco, 2019).

El presente Proyecto de Investigación tendrá como **instrumento de recolección de datos** los protocolos de ensayos para diseño de mezcla asfáltica.

3.5. Procedimientos

Para la recopilación de datos de esta investigación, se deberá identificar las técnicas que van a ser utilizadas y posteriormente la elaboración de los instrumentos de recolección de datos indispensables como lo son los protocolos de ensayos para diseño de mezcla asfáltica.

3.6. Método de análisis de datos

En la presente investigación se realizaron los estudios y ensayos de diseño de mezcla asfáltica con la inclusión de caucho granular reciclado para la mejora de las propiedades de la carpeta asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021, donde toda la información recopilada servirá como base para el desarrollo de este proyecto experimental y comprobar la hipótesis de investigación.

3.7. Aspectos éticos

- El procedimiento del desarrollo de nuestra presente investigación estará básicamente fundamentado en la Resolución de Consejo Universitario N.º 0126-2017/UCVL, de fecha 23 de mayo del 2017.
- Los participantes de esta investigación tenemos la autonomía de decidir si continúan con su participación u optar por su retiro en cualquier momento.
- La investigación brinda bienestar y beneficios a los participantes.
- La presente investigación asegura el cuidado del medio ambiente, fomentar el respeto por los seres vivos, y por los ecosistemas.
- La presente investigación se desarrolla en base a un trato igualitario entre los participantes para el mejor desarrollo de la misma.
- Se actuó con honestidad durante todo el desarrollo de esta investigación.
- En la presente investigación se respetó los derechos de propiedad intelectual de otros investigadores, evitando el plagio de manera parcial o total de la información de las investigaciones de otros autores.
- Los investigadores asumimos las consecuencias de los actos de los procesos de investigación o productos derivados.

IV. RESULTADOS

4.1. Generalidades

4.1.1. Descripción y ubicación de la zona de estudio

El lugar de ejecución de nuestra indagación, hemos considerado el estado actual de la carretera. Esta se encuentra situada dentro del distrito de Eten, provincia de Chiclayo, región de Lambayeque y dirige a la playa Lobos, la cual consta de 4.5 km de trocha carrozable y un tramo largo aproximado de 3.8 km de carretera de doble vía en mal estado.

4.1.2. Descripción y ubicación de colaboradores

- **Laboratorio:**

“Constructora y consultoría A&R S.A.C.” Esta se encuentra ubicada en la urbanización las Brisas dentro de la ciudad de Chiclayo, en la región de Lambayeque. Es una entidad privada que se encarga de realizar ensayos de laboratorio dirigidos al rubro de construcción que son ejecutados tanto por entidades públicas como privadas, en el cual hicimos uso de sus ambientes para la realización de los estudios necesarios para agregados, caucho y mezcla asfáltica.

- **Agregados:**

“Cantera Castillo S.A.C.” Esta cantera que es parte de la famosa Cantera 3 Tomas, ubicada, en el distrito de Mesones Muro, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque, de esta cantera hemos obtenido los agregados como la piedra chancada, arena chancada y arena zarandeada, los cuales nos servirán para la creación del nuevo diseño propuesto de mezcla bituminosa.

- **Cemento asfáltico y grano de caucho:**

“Asfal Llama S.A.C.”. Empresa ubicada en la cantera 3 Tomas, ubicada, en el distrito de Mesones Muro, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque, de esta empresa hemos adquirido el C.A. PEN 60/70 y el caucho granular reciclado proveniente del reciclaje de llantas de maquinaria pesada perteneciente a la misma empresa.

4.2. Trabajos previos

4.2.1. Diseño de mezcla asfáltica

- **Agregados gruesos:**

- **Piedra chancada <3/4”:**

Los agregados gruesos procesados en los ensayos de laboratorio nos dieron como resultados que la durabilidad de este material es de 10.5% que es un porcentaje menor al especificado como porcentaje máximo requerido según el MTC E 209, el ensayo de abrasión los ángeles arrojó un porcentaje de 20.3%

siendo menor al porcentaje especificado como porcentaje máximo requerido según el MTC E 207, la adherencia de este material es de +95 valor que es el mismo al especificado como valor requerido según el MTC E 517, el índice de durabilidad resultante fue de 49.9% que es un porcentaje mayor al especificado como porcentaje mínimo requerido según el MTC E 214, el porcentaje de partículas chatas y alargadas de este material es de 7.6% que es un porcentaje menor al especificado como porcentaje máximo requerido según el ASTM 4791, los porcentajes de las caras fracturadas de este material son de 98.5% presenta un lado de su cara fracturada y un 91.2% presenta dos lados de caras fracturadas que es un porcentaje mayor según las especificaciones del MTC E 210, el porcentaje de sales solubles totales es de 0.06% siendo un porcentaje menor al especificado como porcentaje máximo requerido según el MTC E 219 y por último la absorción de este material es de 0.89% que es un porcentaje menor al especificado como porcentaje máximo requerido según el MTC E 206.

- **Agregado fino:**

- **Arena chancada y zarandeada <1/4":**

Los agregados finos procesados en los ensayos de laboratorio (resultado del chancado de la piedra que pasa la malla 1/4") nos dieron como resultado que el estudio de equivalencia de arena de este material es de 67.4% siendo un porcentaje mayor al especificado como porcentaje mínimo requerido según el MTC E 114, la angularidad del agregado fino arrojó un porcentaje de 43.8% siendo mayor al porcentaje especificado como porcentaje mínimo requerido según el MTC E 222, el ensayo de azul de metileno nos da un resultado de 1.63% siendo menor al porcentaje máximo especificado según el ASSHTO TP 57, el índice de plasticidad (malla N° 200) de este material nos arroja un resultado de 3.4% siendo un porcentaje menor al especificado en las especificaciones según el MTC E 111, el índice de durabilidad nos arrojó un resultado de 49.2 superando el requerimiento según lo especificado por el MTC E 214, así también tenemos que en el ensayo de adhesividad (Riedel Weber) el material tiene una adhesividad de grado 5 siendo mayor al mínimo especificado según el MTC E 220, finalizando tenemos el ensayo de sales solubles totales obteniendo así un resultado 0.08% frente al 0.5% máximo requerido según las especificaciones del

MTC E 219, dando así como resultado que este agregado es apto para su uso, dado que cumple con los requerimientos.

• **Mezcla de agregados:**

- **Agregado global:**

La mezcla de agregados procesado para este ensayo de laboratorio nos dio como resultado que su porcentaje de terrones de arcilla y partículas deleznable es de 0.09% siendo menor al porcentaje requerido en las especificaciones según el MTC E 212.

4.2.2. Pruebas de adherencia en los agregados

Se elaboró exámenes de adherencia a los agregados tanto como para el fino y grueso, al agregado fino de la mezcla de arenas ejecutando el ensayo de Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos (Riedel Weber) y para la mezcla de gravas se ejecutó el ensayo de adherencia del agregado grueso, obteniendo resultados favorables en ambos que hacen que sean aptos para su uso según los requerimientos brindados por el MTC. Agregado fino, adhesividad (Riedel Weber) arrojó grado 5 frente al grado 4 requerido por el MTC E 220. Agregado grueso, adherencia arrojó un 95% quedando igualado al 95% requerido por el MTC 519.

4.2.3. Combinación de agregados diseño

El detalle de la entrada de cada tolva que genera la calibración para cada una de ellas se representa en la siguiente combinación expresada en el siguiente cuadro, obteniendo que la tolva 1 intervendrá con el 39% de piedra chancada, la tolva 2 con un 35% de arena chancada y por último la tolva 3 con un 26% de arena zarandeada.

Tabla 1. Combinación física y teórica de agregados para la mezcla asfáltica.

Tamices			MAC - 2
Agregados a intervenir			
Tolva 1	Tolva 2	Tolva 3	Combinación teórica (%) Especificación

	Piedra Chanca da (%)	Arena Chanca da (%)	Arena Zarandea da (%)			
	39.0	35.0	26.0	10 0.0		MAC-2
3/4"	100. 0	100. 0	100. 0	10 0.0	1 0 0	100
1/2"	60.8	100. 0	100. 0	84. 7	8 0	100
3/8"	29.8	100. 0	100. 0	72. 6	7 0	88
# 04	0.0	95.0	91.0	56. 9	5 1	68
# 10	0.0	72.0	74.0	44. 4	3 8	52
# 40	0.0	24.5	54.0	22. 6	1 7	28
# 80	0.0	13.4	34.0	13. 5	8	17
# 200	0.0	5.5	13.0	5.3	4	8

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. Propiedades de la mezcla asfáltica

Los porcentajes usados en la mezcla asfáltica será el siguiente.

Tabla 2. Porcentajes de agregados para la mezcla asfáltica.

Agregados	Diseño MAC-2
Piedra chancada	39.0%
Arena chancada	35.0%
Arena zarandeada	26.0%
Cemento Asfáltico	5.72%
Aditivo Mejorador de Adherencia	0.5%

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5. Resultados de la mezcla asfáltica convencional

La elaboración de nuestro diseño asfáltico convencional mediante el uso del método Marshall y haciendo comparación entre las especificaciones según el MTC y los resultados obtenidos en laboratorio tuvo las siguientes características: Obtuvimos una carpeta asfáltica compactada con 75 golpes por lado con una estabilidad de 1130 kg, mayor al mínimo especificado por el MTC, así como también un flujo de 3.4 que se encuentra dentro de los parámetros de las especificaciones (entre 2 y 3.56), donde también pudimos obtener un porcentaje de vacíos con aire de 4 que está presente entre los parámetros de las especificaciones (entre 3 y 5), también se puede observar que se obtuvo un 14.30% de vacíos en el agregado mineral mayor al mínimo especificado (14%), en lo que respecta a la relación polvo – asfalto se obtuvo 1.06 que está dentro de los parámetros especificados (0.6 – 1.3), finalmente al haber obtenido la estabilidad y el flujo tenemos como resultado la rigidez Marshall con un resultado de 3142 kg/cm que se encuentra dentro de las cuantificaciones especificadas (1700 kg/cm – 4000 kg/cm), concluyendo que es una carpeta asfáltica adecuada para su uso, ya que cumple en todas los parámetros especificados según MTC.

Tabla 3. Resumen de las propiedades de las mezclas asfálticas.

Parámetro de diseño	Especificaciones	Resultados	Observaciones
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	1130 kg	Cumple
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56	3.4	Cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. – máx.)	3 - 5	4.0	Cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	14.3%	Cumple
Inmersión - Compresión (MTC E 518)			
Relación Polvo - Asfalto	0.6 - 1.3	1.06	Cumple
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm)	1700 - 4000	3142	Cumple
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 mín.		N/A

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6. Resultados de la mezcla asfáltica con caucho granular reciclado

- **Caucho reciclado granular:**

Material procesado, producto del reciclaje de los neumáticos fuera de uso (NFU), le aplicamos el ensayo de la granulometría, donde arrojo los resultados que podemos observar a continuación en la tabla.

Tabla 4. Granulometría del caucho reciclado granular.

Tamices Acumulado	Peso Pasa	Porcentaje ASTM mm	Retenido	Porcentaje que Retenido	Retenido
1/4"	6.35				100
N°4	4.76	0.5	0.1	0.1	99.9
N°10	2	353.3	70.7	70.8	29.2
N°40	0.42	144.6	28.9	99.7	0.3
N°80	0.117	1.0	0.2	99.9	0.1
N°200	0.074	0.4	0.1	100	0.0
PAN		0.2			
TOTAL		500			

Fuente: Elaboración propia.

- **Mezcla asfáltica con adición del 2% de caucho reciclado:**

Previo a los resultados de la mezcla bituminosa se aplicaron estudios de granulometría a los agregados mezclados con una muestra de 5000 gr (peso inicial seco) obteniendo lo siguiente:

Tabla 5. Granulometría de mezcla de agregados con el 2% de caucho.

DATOS ENSAYO								DESCRIPCION DE LA MUESTRA
TAMIZ	AASHTO T- 27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION MAC - 2		
1"	25.000							
3/4"	19.000				100.0	100	100	TAMAÑO MAXIMO 3/4"
1/2"	12.500	570.8	11.4	11.4	88.6	80	100	Peso inicial seco: 5000.0 gr Peso fracción fino: 700.0 gr
3/8"	9.500	458.0	9.2	20.6	79.4	70	88	
N°4	4.750	892.0	17.8	38.4	61.6	51	68	
N°10	2.000	209.5	18.4	56.8	43.2	38	52	
N°40	0.425	260.5	22.9	79.8	20.2	17	28	
N°80	0.180	80.5	7.1	86.9	13.1	8	17	
N°200	0.074	75.4	6.6	93.5	6.5	4	8	
< N°200	FONDO	74.1	6.5	100.0				

Fuente: Elaboración propia.

Para esta mezcla asfáltica con 2% de caucho reciclado usaremos los siguientes porcentajes con un uso óptimo de C.A de 5.72%.

Tabla 6. Porcentajes de agregados para la mezcla asfáltica.

Agregados	Diseño MAC-2
Piedra chancada	39.0%
Arena chancada	26.0%
Arena zarandeada	33.0%
Cemento Asfáltico	5.72%
Caucho	2.0%

Fuente: Elaboración propia.

La elaboración de nuestro diseño asfáltico con adición del 2% de caucho reciclado mediante el uso del método Marshall y haciendo comparación entre las especificaciones según el MTC y los resultados obtenidos en laboratorio tuvo las siguientes características: Obtuvimos una carpeta asfáltica con 2% de caucho reciclado compactada con 75 golpes por lado con una estabilidad de 583 kg, menor al mínimo especificado por el MTC, así como también un flujo de 4.91 que se encuentra fuera de los parámetros de las especificaciones (entre 2 y 3.56), donde también pudimos obtener un porcentaje de vacíos con aire de 6.53 que está ausente entre los parámetros de las especificaciones (entre 3 y 5), también se puede observar que se obtuvo un 17.60% de vacíos en el agregado mineral mayor al mínimo especificado (14%), en lo que respecta a la relación polvo – asfalto se obtuvo 1.06 que está dentro de los parámetros especificados (0.6 – 1.3), finalmente al haber obtenido la estabilidad y el flujo tenemos como resultado la rigidez Marshall con un resultado de 1188 kg/cm que se encuentra fuera de las cuantificaciones especificadas (1700 kg/cm – 4000 kg/cm), concluyendo que es una carpeta asfáltica no apta para su uso, ya que no cumple en la mayoría de los parámetros especificados según MTC.

Tabla 7. Resumen de las propiedades de la mezcla asfáltica con 2% de caucho reciclado.

Parámetro de diseño	Especificaciones	Resultados	Observaciones
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	583 kg	No Cumple

3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56	4.91	No Cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. – máx.)	3 - 5	6.53	No Cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	17.60%	Cumple
Inmersión - Compresión (MTC E 518)			
Relación Polvo - Asfalto	0.6 - 1.3	1.06	Cumple
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm)	1700 - 4000	1188	No Cumple
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 mín.		N/A

Fuente: Elaboración propia.

• **Mezcla asfáltica con adición del 1.5% de caucho reciclado:**

Previo a los resultados de la mezcla bituminosa se aplicaron estudios de granulometría a los agregados mezclados con una muestra de 5000 gr (peso inicial seco) obteniendo lo siguiente:

Tabla 8. Granulometría de mezcla de agregados con el 1.5% de caucho.

DATOS ENSAYO								DESCRIPCION DE LA MUESTRA
TAMIZ	AASHTO T- 27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION		
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	MAC - 2		
1"	25.000							
3/4"	19.000				100.0	100	100	TAMAÑO MAXIMO 3/4"
1/2"	12.500	584.5	11.7	11.7	88.3	80	100	Peso inicial seco: 5000.0 gr Peso fracción fino: 700.0 gr
3/8"	9.500	462.0	9.2	20.9	79.1	70	88	
Nº4	4.750	895.0	17.9	38.8	61.2	51	68	
Nº10	2.000	208.7	18.2	57.1	42.9	38	52	
Nº40	0.425	288.6	25.2	82.3	17.7	17	28	
Nº80	0.180	78.5	6.9	89.1	10.9	8	17	
Nº200	0.074	48.9	4.3	93.4	6.6	4	8	
< Nº200	FONDO	75.3	6.6	100.0				

Fuente: Elaboración propia.

Para esta mezcla asfáltica con 1.5% de caucho reciclado usaremos los siguientes porcentajes con un uso óptimo de C.A de 5.72%.

Tabla 9. Porcentajes de agregados para la mezcla asfáltica.

Agregados	Diseño MAC-2
Piedra chancada	39.0%
Arena chancada	26.5%
Arena zarandeada	33.0%
Cemento Asfáltico	5.72%
Caucho	1.5%

Fuente: Elaboración propia.

La elaboración de nuestro diseño asfáltico con adición del 1.5% de caucho reciclado mediante el uso del método Marshall y haciendo comparación entre las especificaciones según el MTC y los resultados obtenidos en laboratorio tuvo las siguientes características: Obtuvimos una carpeta asfáltica con 1.5% de caucho reciclado compactada con 75 golpes por lado con una estabilidad de 730 kg,

menor al mínimo especificado por el MTC, así como también un flujo de 4.49 que se encuentra fuera de los parámetros de las especificaciones (entre 2 y 3.56), donde también pudimos obtener un porcentaje de vacíos con aire de 5.59 que está ausente entre los parámetros de las especificaciones (entre 3 y 5), también se puede observar que se obtuvo un 16.67% de vacíos en el agregado mineral mayor al mínimo especificado (14%), en lo que respecta a la relación polvo – asfalto se obtuvo 1.06 que está dentro de los parámetros especificados (0.6 – 1.3), finalmente al haber obtenido la estabilidad y el flujo tenemos como resultado la rigidez Marshall con un resultado de 1630 kg/cm que se encuentra fuera de las cuantificaciones especificadas (1700 kg/cm – 4000 kg/cm), concluyendo que es una carpeta asfáltica no apta para su uso, ya que no cumple en la mayoría de los parámetros especificados según MTC.

Tabla 10. Resumen de las propiedades de la mezcla asfáltica con 1.5% de caucho reciclado.

Parámetro de diseño	Especificaciones	Resultados	Observaciones
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	730 kg	No Cumple
3. Flujo 0.01” (0.25 mm)	2 - 3.56	4.49	No Cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. – máx.)	3 - 5	5.59	No Cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	16.67%	Cumple
Inmersión - Compresión (MTC E 518)			
Relación Polvo - Asfalto	0.6 - 1.3	1.06	Cumple
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm)	1700 - 4000	1630	No Cumple
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 mín.		N/A

Fuente: Elaboración propia.

• **Mezcla asfáltica con adición del 1% de caucho reciclado:**

Previo a los resultados de la mezcla bituminosa se aplicaron estudios de granulometría a los agregados mezclados con una muestra de 5000 gr (peso inicial seco) obteniendo lo siguiente:

Tabla 11. Granulometría de mezcla de agregados con el 1% de caucho.

DATOS ENSAYO								DESCRIPCION DE LA MUESTRA
TAMIZ	AASHTO T- 27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULA DO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION MAC - 2		
1"	25.000							
3/4"	19.000				100.0	100	100	TAMAÑO MAXIMO 3/4"
1/2"	12.500	598.5	12	12	88.0	80	100	Peso inicial seco: 5000.0 gr Peso fracción fino: 700.0 gr
3/8"	9.500	476.5	9.5	21.5	78.5	70	88	
Nº4	4.750	893.5	17.9	39.4	60.6	51	68	
Nº10	2.000	206.8	17.9	57.3	42.7	38	52	
Nº40	0.425	287.9	24.9	82.2	17.8	17	28	
Nº80	0.180	83.4	7.2	89.4	10.6	8	17	
Nº200	0.074	42.5	3.7	93.1	6.9	4	8	
< Nº200	FONDO	79.4	6.9	100.0				

Fuente: Elaboración propia.

Para esta mezcla asfáltica con 1% de caucho reciclado usaremos los siguientes porcentajes con un uso óptimo de C.A de 5.72%.

Tabla 12. Porcentajes de agregados para la mezcla asfáltica.

Agregados	Diseño MAC-2
Piedra chancada	39.0%
Arena chancada	27.0%
Arena zarandeada	33.0%

Cemento Asfáltico	5.72%
Caucho	1.0%

Fuente: Elaboración propia.

La elaboración de nuestro diseño asfáltico con adición del 1% de caucho reciclado mediante el uso del método Marshall y haciendo comparación entre las especificaciones según el MTC y los resultados obtenidos en laboratorio tuvo las siguientes características: Obtuvimos una carpeta asfáltica compactada con 75 golpes por lado con una estabilidad de 935 kg, mayor al mínimo especificado por el MTC, así como también un flujo de 3.51 que se encuentra dentro de los parámetros de las especificaciones (entre 2 y 3.56), donde también pudimos obtener un porcentaje de vacíos con aire de 4.84 que está presente entre los parámetros de las especificaciones (entre 3 y 5), también se puede observar que se obtuvo un 15.61% de vacíos en el agregado mineral mayor al mínimo especificado (14%), en lo que respecta a la relación polvo – asfalto se obtuvo 1.06 que está dentro de los parámetros especificados (0.6 – 1.3), finalmente al haber obtenido la estabilidad y el flujo tenemos como resultado la rigidez Marshall con un resultado de 2660 kg/cm que se encuentra dentro de las cuantificaciones especificadas (1700 kg/cm – 4000 kg/cm), concluyendo que es una carpeta asfáltica adecuada para su uso, ya que cumple en todas los parámetros especificados según MTC.

Tabla 13. Resumen de las propiedades de la mezcla asfáltica con 1% de caucho reciclado.

Parámetro de diseño	Especificaciones	Resultados	Observaciones
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	935 kg	Cumple
3. Flujo 0.01” (0.25 mm)	2 - 3.56	3.51	Cumple
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. – máx.)	3 - 5	4.84	Cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	15.61%	Cumple

**Inmersión - Compresión (MTC E
518)**

Relación Polvo - Asfalto	0.6 - 1.3	1.06	Cumple
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm)	1700 - 4000	2660	Cumple
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 mín.		N/A

Fuente: Elaboración propia.

• **Mezcla asfáltica con adición del 0.5% de caucho reciclado:**

Previo a los resultados de la mezcla bituminosa se aplicaron estudios de granulometría a los agregados mezclados con una muestra de 5000 gr (peso inicial seco) obteniendo lo siguiente:

Tabla 14. Granulometría de mezcla de agregados con el 0.5% de caucho.

DATOS ENSAYO								DESCRIPCION DE LA MUESTRA
TAMIZ	AASHTO T- 27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION MAC - 2		
1"	25.000							
3/4"	19.000				100.0	100	100	TAMAÑO MAXIMO 3/4"
1/2"	12.500	599	12	12	88.0	80	100	Peso inicial seco: 5000.0 gr Peso fracción fino: 700.0 gr
3/8"	9.500	488	9.8	21.7	78.3	70	88	
Nº4	4.750	892.5	17	39.6	60.4	51	68	
Nº10	2.000	207.8	17	57.5	42.5	38	52	
Nº40	0.425	288.9	24	82.5	17.5	17	28	
Nº80	0.180	82.9	7.2	89.6	10.4	8	17	
Nº200	0.074	41.8	3.6	93.2	6.8	4	8	
< Nº200	FONDO	78.6	6.8	100.0				

Fuente: Elaboración propia.

Para esta mezcla asfáltica con 0.5% de caucho reciclado usaremos los siguientes porcentajes con un uso óptimo de C.A de 5.72%.

Tabla 15. Porcentajes de agregados para la mezcla asfáltica.

Agregados	Diseño MAC-2
Piedra chancada	39.0%
Arena chancada	27.5%
Arena zarandeada	33.0%
Cemento Asfáltico	5.72%
Caucho	0.5%

Fuente: Elaboración propia.

La elaboración de nuestro diseño asfáltico con adición del 0.5% de caucho reciclado mediante el uso del método Marshall y haciendo comparación entre las especificaciones según el MTC y los resultados obtenidos en laboratorio tuvo las siguientes características: Obtuvimos una carpeta asfáltica compactada con 75 golpes por lado con una estabilidad de 1135.60 kg, mayor al mínimo especificado por el MTC, así como también un flujo de 3.02 que se encuentra dentro de los parámetros de las especificaciones (entre 2 y 3.56), donde también pudimos obtener un porcentaje de vacíos con aire de 3.97 que está presente entre los parámetros de las especificaciones (entre 3 y 5), también se puede observar que se obtuvo un 14.11% de vacíos en el agregado mineral mayor al mínimo especificado (14%), en lo que respecta a la relación polvo – asfalto se obtuvo 1.06 que está dentro de los parámetros especificados (0.6 – 1.3), finalmente al haber obtenido la estabilidad y el flujo tenemos como resultado la rigidez Marshall con un resultado de 3764 kg/cm que se encuentra dentro de las cuantificaciones especificadas (1700 kg/cm – 4000 kg/cm), concluyendo que es una carpeta asfáltica adecuada para su uso, ya que cumple en todos los parámetros especificados según MTC.

Tabla 16. Resumen de las propiedades de la mezcla asfáltica con 0.5% de caucho reciclado.

Parámetro de diseño	Especificaciones	Resultados	Observaciones
Marshall MTC E 504			

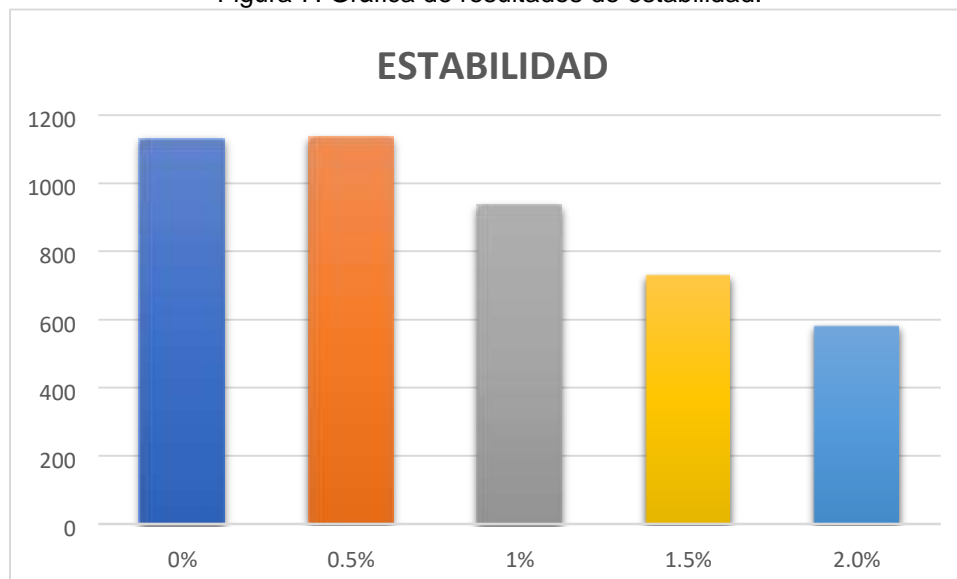
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	Cumple
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	1135.60 kg	Cumple
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56	3.02	Cumple
4. Porcentaje de vacíos con (mín. – máx.)	3 - 5 aire	3.97	Cumple
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	14.11%	Cumple
Inmersión - Compresión (MTC E 518)			
Relación Polvo - Asfalto	0.6 - 1.3	1.06	Cumple
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm)	1700 - 4000	3764	Cumple
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 mín.		N/A

Fuente: Elaboración propia.

4.2.7. Resumen de resultados

- **Estabilidad:**

Figura 7. Gráfica de resultados de estabilidad.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Resultados de estabilidad.

MEZCLA ASFÁLTICA	0%	0.5%	1%	1.5%	2.0%
RESULTADOS	1130	1135.6	935	730	583

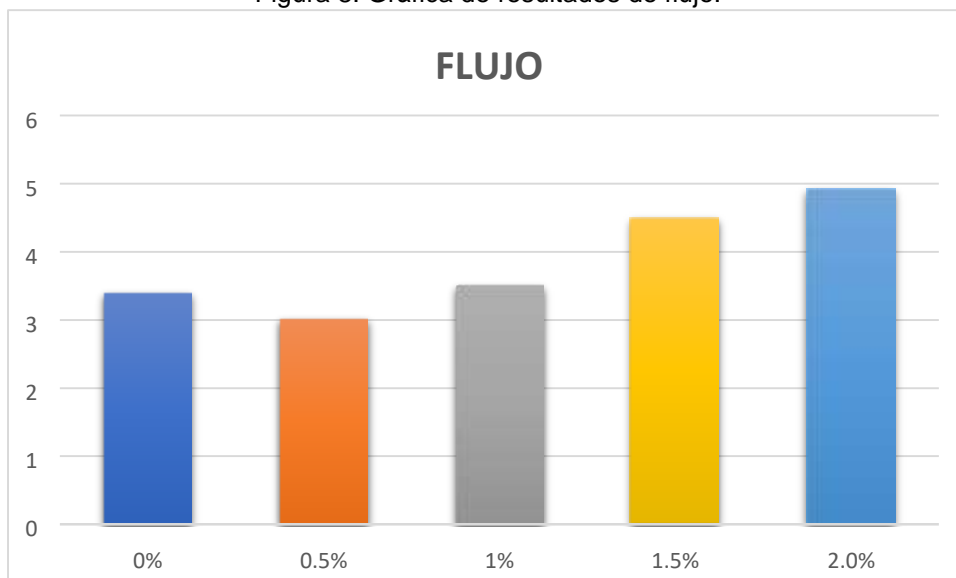
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 02, podemos observar cómo varía la **estabilidad** de la mezcla bituminosa con la presencia del caucho granular reciclado, pudiéndolo observar en los resultados extraídos de los ensayos de laboratorio como se indica en las tablas (18, 21, 23, 25 y 27), aquí podemos ver con claridad que las mezclas con adición del 1%, 1.5% y 2% de caucho reciclado están por debajo del resultado de la mezcla convencional, aclarando que las que tienen una adición de 1.5% y 2% no cumplen con los parámetros (831.07 kg), mientras tanto el de adición del 1% cumple con el parámetro, pero el resultado es menor frente al resultado de la mezcla convencional.

Podemos observar que el resultado de la mezcla con adición del 0.5% de caucho granular reciclado se nota que hay una diferencia donde sale prevaleciendo la mezcla con 0.5% frente a la convencional, teniendo una diferencia a favor de 5.6 kg dando una mejora de un 0.01%.

• **Flujo:**

Figura 8. Gráfica de resultados de flujo.



Fuente: Elaboración propia. Tabla 18. Resultados de flujo.

MEZCLA ASFÁLTICA	0%	0.50%	1%	1.50%	2%
RESULTADOS	3.4	3.02	3.51	4.49	4.91

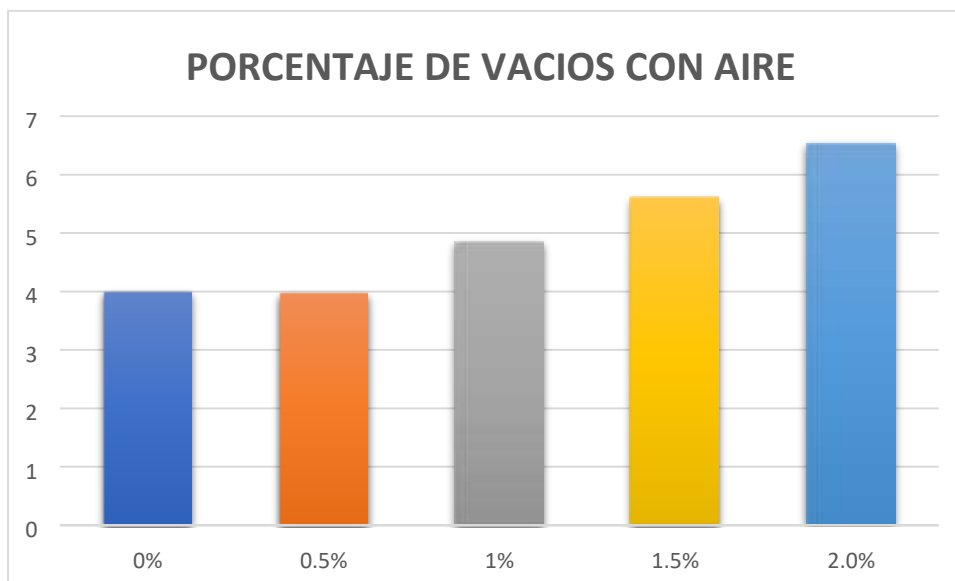
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 03 podemos observar cómo varía el flujo de la mezcla bituminosa con la presencia del caucho granular reciclado, pudiéndolo observar en los resultados extraídos de los ensayos de laboratorio como se indica en las tablas (18, 21, 23, 25 y 27), aquí podemos ver con claridad que las mezclas con adición del 1%, 1.5% y 2% de caucho reciclado están por encima del resultado de la mezcla convencional, aclarando que las que tienen una adición de 1.5% y 2% no cumplen con los parámetros (2 – 3.56), mientras tanto el de adición del 1% cumple con el parámetro, siendo el resultado mayor frente al resultado de la mezcla convencional.

Podemos observar que el resultado de la mezcla con adición del 0.5% de caucho granular reciclado se nota que hay una diferencia donde sale prevaleciendo la mezcla con 0.5% frente a la convencional, ya que se encuentra más cercano a la especificación mínima (2) puesto que se busca una buena relación entre lo rígido y flexible, teniendo una diferencia a favor de 0.38% dando una mejora de un 0.13%.

- **Porcentaje de vacíos con aire:**

Figura 9. Gráfica de resultados de porcentaje de vacíos con aire.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Resultados de porcentaje de vacíos con aire.

MEZCLA ASFÁLTICA	0%	0.50%	1%	1.50%	2%
RESULTADOS	4	3.97	4.84	5.59	6.53

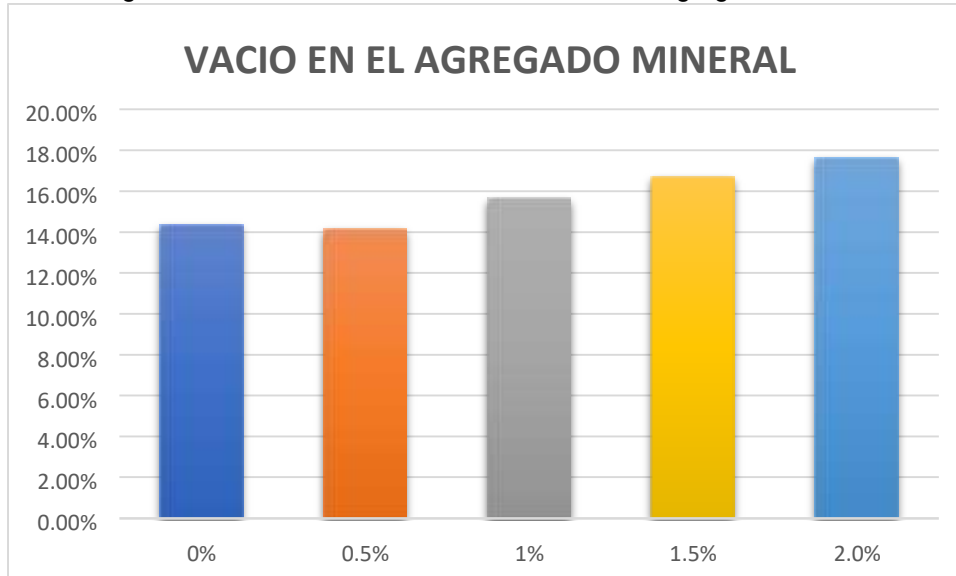
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 04 podemos observar cómo varía el porcentaje de vacíos con aire de la mezcla bituminosa con la presencia del caucho reciclado, pudiéndolo observar en los resultados extraídos de los ensayos de laboratorio como se indica en las tablas (18, 21, 23, 25 y 27), aquí podemos ver con claridad que las mezclas con adición del 1%, 1.5% y 2% de caucho granular reciclado están por encima del resultado de la mezcla convencional, aclarando que las que tienen una adición de 1.5% y 2% no cumplen con los parámetros (3 – 5), mientras tanto el de adición del 1% cumple con el parámetro, siendo el resultado mayor frente al resultado de la mezcla convencional.

Podemos observar que el resultado de la mezcla con adición del 0.5% de caucho granular reciclado se nota que hay una diferencia donde sale prevaleciendo la mezcla con 0.5% frente a la convencional, ya que se encuentra más cercano a la especificación mínima (3) puesto que se busca una buena permeabilidad de la mezcla, teniendo una diferencia a favor de 0.03% dando una mejora de un 0.01%.

- **Vacío en el agregado mineral:**

Figura 10. Gráfica de resultados de vacío en el agregado mineral.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Resultados de vacío en el agregado mineral.

MEZCLA ASFÁLTICA	0%	0.5%	1%	1.5%	2%
RESULTADOS	14.30%	14.11%	15.61%	16.67%	17.60%

Fuente: Elaboración propia.

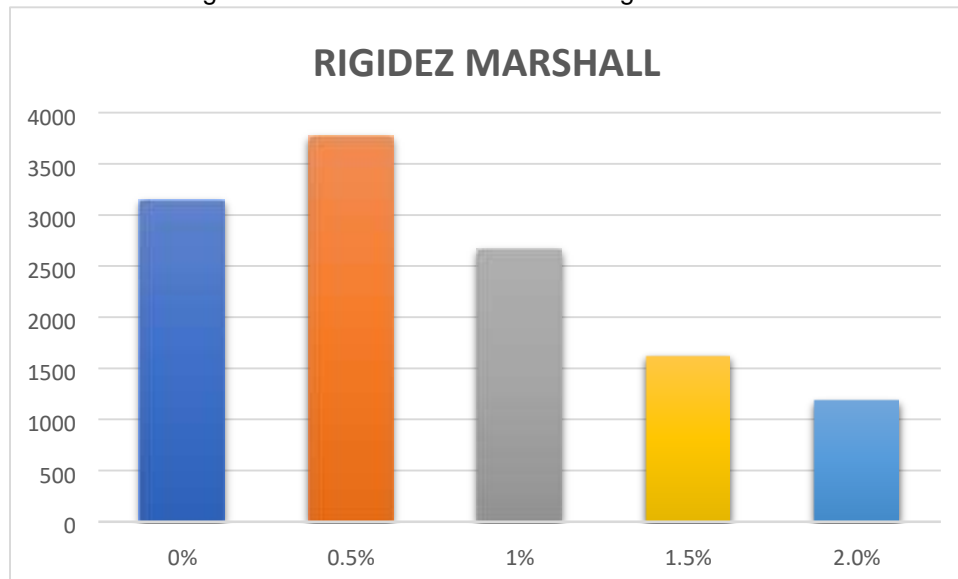
En la figura 05 podemos observar cómo varía el vacío en el agregado mineral de la mezcla bituminosa con la presencia del caucho granular reciclado, pudiéndolo observar en los resultados extraídos de los ensayos de laboratorio como se indica en las tablas (18, 21, 23, 25 y 27), aquí podemos ver con claridad que las mezclas con adición del 1%, 1.5% y 2% de caucho granular reciclado están por encima del resultado de la mezcla convencional, cumpliendo con los parámetros especificados (mínimo 14%).

Podemos observar que el resultado de la mezcla con adición del 0.5% de caucho reciclado se nota que hay una diferencia donde sale prevaleciendo la mezcla con 0.5% frente a la convencional, ya que se encuentra más cercano a la

especificación mínima (14%) puesto que se busca una buena adherencia y compactación de los agregados de la mezcla, teniendo una diferencia a favor de 0.19% dando una mejora de un 0.014%.

• **Rigidez Marshall:**

Figura 11. Gráfica de resultados de rigidez Marshall.



Fuente: Elaboración propia. Tabla 21. Resultados de rigidez Marshall.

MEZCLA ASFÁLTICA	0%	0.50%	1%	1.50%	2%
RESULTADOS	3142	3764	2660	1630	1188

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 06 podemos observar cómo varia la rigidez Marshall (relación estabilidad/flujo) de la mezcla bituminosa con la presencia del caucho granular reciclado, pudiéndolo observar en los resultados extraídos de los ensayos de laboratorio como se indica en las tablas (18, 21, 23, 25 y 27) , aquí podemos ver con claridad que las mezclas con adición del 1%, 1.5% y 2% de caucho granular reciclado están por debajo del resultado de la mezcla convencional, aclarando que las que tienen una adición de 1.5% y 2% no cumplen con los parámetros

(1700 – 4000), mientras tanto el de adición del 1% cumple con el parámetro, siendo el resultado menor frente al resultado de la mezcla convencional.

Podemos observar que el resultado de la mezcla con adición del 0.5% de caucho granular reciclado se nota que hay una diferencia donde sale prevaleciendo la mezcla con 0.5% frente a la convencional, ya que lo supera con 622 kg/cm, puesto que se busca una buena relación entre la estabilidad y el flujo brindando así una mejora en la rigidez, dando un incremento del 1.20%.

4.2.8. Prueba de hipótesis

- **Estabilidad:**

Tabla 22. Estabilidad óptima con adición de un porcentaje de caucho reciclado.

Muestra Estabilidad óptima con adición de un porcentaje de caucho reciclado				
	0.50%	1%	1.50%	2%
1	1129	895	699	546
2	1131	939	738	598
3	1147	971	754	606
Media	1135.6	935	730	583

Fuente: Elaboración propia.

Después de corroborar, la normalidad usando el complemento de Excel, Shapiro – Wilk con un $p > 0.05$ para las 3 muestras.

Tabla 23. Cálculo de Shapiro – Wilk para el cumplimiento de normalidad en estabilidad.

Shapiro-Wilk Test				
	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%
W-stat	0.832191781	0.991758242	0.944918784	0.84798995
p-value	0.193916632	0.826375036	0.547546432	0.23508834
alpha	0.05	0.05	0.05	0.05
normal	yes	yes	yes	yes

Fuente: Elaboración propia.

El test Levene se utilizó para corroborar que las varianzas de cada grupo sean homogéneas, siendo el caso que las P generadas no fueron menores que el alfa ($p > 0.05$).

Tabla 24. Cálculo de Levene para el cumplimiento de homogeneidad en estabilidad.

Prueba Levene				
	0.50%	1%	1.50%	2%
	6.65	39.98	31.31	37.31
	4.65	4.02	7.69	14.69
	11.35	36.02	23.69	22.69

Fuente: Elaboración propia.

Después del desarrollo de ambas pruebas, corroborando su cumplimiento, se elaboró el test ANOVA.

Tabla 25. Cálculo del test ANOVA para el cumplimiento de las hipótesis en estabilidad.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	522600.917	3	174200.306	204.041354	6.78099E-08	4.06618055
Dentro de los grupos	6830	8	853.75			
Total	529430.917	11				
H0:	Todos los porcentajes adicionados de caucho reciclado en la mezcla asfáltica mejora su estabilidad.					
Ha:	Un porcentaje específico adicionado de caucho reciclado en la mezcla asfáltica mejora su estabilidad.					

Fuente: Elaboración propia.

Donde podemos decir que al ser F mayor que el Valor crítico mayor rechazamos la hipótesis nula y al observar que la probabilidad es menor que 0.05 aceptamos la hipótesis alterna.

Tabla 26. Cálculo del test Friedman para la existencia de diferencias significativas entre la estabilidad.

Friedman's Test	
Alpha	0.05
Q-stat	9
df	3
p-value	0.029290887

Fuente: Elaboración propia.

Ahora aplicando el test Friedman podemos decir que, si existen diferencias significativas entre la estabilidad en los porcentajes adicionados de caucho reciclado en la mezcla asfáltica, ya que el p – value es menor que 0.05.

• **Flujo:**

Tabla 27. Flujo óptimo con adición de un porcentaje de caucho reciclado.

Muestra	Flujo óptimo con adición de un porcentaje de caucho reciclado			
	0.50%	1%	1.50%	2%
1	2.9	3.43	4.57	4.83
2	3.1	3.56	4.57	5.08
3	3.1	3.56	4.32	4.83
Media	3.02	3.51	4.49	4.91

Fuente: Elaboración propia.

Después de corroborar, la normalidad usando el complemento de Excel, Shapiro – Wilk con un $p > 0.05$ para las 3 muestras.

Tabla 28. Cálculo de Shapiro – Wilk para el cumplimiento de normalidad en flujo.

Shapiro-Wilk Test				
	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%
W-stat	0.986842105	0.83219178	0.77936476	0.85465116
p-value	0.780439828	0.19391663	0.06613215	0.25296875
alpha	0.05	0.05	0.05	0.05
normal	yes	yes	yes	yes

Fuente: Elaboración propia.

El test Levene se utilizó para corroborar que las varianzas de cada grupo sean homogéneas, siendo el caso que las P generadas no fueron menores que el alfa ($p > 0.01$).

Tabla 29. Cálculo de Levene para el cumplimiento de homogeneidad en flujo.

Prueba Levene				
	0.50%	1%	1.50%	2%
0.12	0.08	0.17	0.08	
0.03	0.04	0.08	0.13	
0.13	0.06	0.09	0.22	

Fuente: Elaboración propia.

Después del desarrollo de ambas pruebas, corroborando su cumplimiento, se elaboró el test ANOVA.

Tabla 30. Cálculo del test ANOVA para el cumplimiento de las hipótesis en flujo.

ANÁLISIS DE VARIANZA				
-----------------------------	--	--	--	--

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	522600.917	3	174200.306	204.041354	6.78099E-08	4.06618055
Dentro de los grupos	6830	8	853.75			
Total	529430.917	11				
H0:	Todos los porcentajes adicionados de caucho reciclado en la mezcla asfáltica mejora su estabilidad.					
Ha:	Un porcentaje específico adicionado de caucho reciclado en la mezcla asfáltica mejora su estabilidad.					

Fuente: Elaboración propia.

Donde podemos decir que al ser F mayor que el Valor crítico mayor rechazamos la hipótesis nula y al observar que la probabilidad es menor que 0.05 aceptamos la hipótesis alterna.

Tabla 31. Cálculo del test Friedman para la existencia de diferencias significativas entre el flujo.

Friedman's Test	
Alpha	0.05
Q-stat	9
df	3
p-value	0.029290887

Fuente: Elaboración propia.

Ahora aplicando el test Friedman podemos decir que, si existen diferencias significativas entre la estabilidad en los porcentajes adicionados de caucho reciclado en la mezcla asfáltica, ya que el p – value es menor que 0.05.

• **Porcentaje de Vacíos con Aire:**

Tabla 32. Porcentaje de vacíos con aire óptimo con adición de un porcentaje de caucho reciclado.

Muestra	Porcentaje de vacíos con aire óptimo con adición de un porcentaje de caucho reciclado			
	0.50%	1%	1.50%	2%
1	3.87	4.86	5.58	6.95
2	4.04	4.42	5.38	6.57
3	4	5.25	5.81	6.07
Media	3.97	4.84	5.59	6.53

Fuente: Elaboración propia.

Después de corroborar, la normalidad usando el complemento de Excel, Shapiro – Wilk con un $p > 0.05$ para las 3 muestras.

Tabla 33. Cálculo de Shapiro – Wilk para el cumplimiento de normalidad en Porcentaje de vacíos con aire.

Shapiro-Wilk Test				
	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%
W-stat	0.91455696	0.9987918	0.99838013	0.99383984
p-value	0.4334628	0.93360058	0.92311094	0.84994609
alpha	0.05	0.05	0.05	0.05
normal	yes	yes	yes	yes

Fuente: Elaboración propia.

El test Levene se utilizó para corroborar que las varianzas de cada grupo sean homogéneas, siendo el caso que las P generadas no fueron menores que el alfa ($p > 0.01$).

Tabla 34. Cálculo de Levene para el cumplimiento de homogeneidad en Porcentaje de vacíos con aire.

Prueba Levene	
---------------	--

0.50%	1%	1.50%	2%
0.10	0.02	0.01	0.42
0.07	0.42	0.21	0.04
0.03	0.41	0.22	0.46

Fuente: Elaboración propia.

Después del desarrollo de ambas pruebas, corroborando su cumplimiento, se elaboró el test ANOVA.

Tabla 35. Cálculo del test ANOVA para el cumplimiento de las hipótesis en Porcentaje de vacíos con aire.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	10.67	3	3.55666667	33.7578106	6.85943E-05	4.06618055
Dentro de los grupos	0.84286667	8	0.10535833			
Total	11.5128667	11				
H0:	Todos los porcentajes adicionados de caucho reciclado en la mezcla asfáltica mejora su porcentaje de vacíos con aire.					
Ha:	Un porcentaje específico adicionado de caucho reciclado en la mezcla asfáltica mejora su porcentaje de vacíos con aire.					

Fuente: Elaboración propia.

Donde podemos decir que al ser F mayor que el Valor crítico mayor rechazamos la hipótesis nula y al observar que la probabilidad es menor que 0.05 aceptamos la hipótesis alterna.

Tabla 36. Cálculo del test Friedman para la existencia de diferencias significativas entre el

Porcentaje de vacíos con aire.

Friedman's Test					
Alpha	0.05	Q-stat	9 df	3	p-value
					0.029290887

Fuente: Elaboración propia.

Ahora aplicando el test Friedman podemos decir que, si existen diferencias significativas entre la estabilidad en los porcentajes adicionados de caucho reciclado en la mezcla asfáltica, ya que el p – value es menor que 0.05.

• **Vacíos de Agregado Mineral:**

Tabla 37. Vacíos de agregado mineral óptimo con adición de un porcentaje de caucho reciclado.

Muestra	Vacíos de agregado mineral óptimo con adición de un porcentaje de caucho reciclado			
	0.50%	1%	1.50%	2%
1	14.16	15.63	16.66	17.98
2	14.12	15.24	16.48	17.63
3	14.05	15.97	16.86	17.20
Media	14.11	15.61	16.67	17.60

Fuente: Elaboración propia.

Después de corroborar, la normalidad usando el complemento de Excel, Shapiro – Wilk con un $p > 0.05$ para las 3 muestras.

Tabla 38. Cálculo de Shapiro – Wilk para el cumplimiento de normalidad en Vacíos de agregado mineral.

Shapiro-Wilk Test

	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%
W-stat	0.97580645	0.99843867	0.99907749	0.99650579
p-value	0.70172317	0.92451381	0.94198222	0.8870378
alpha	0.05		0.05	
normal	yes		yes	yes

Fuente: Elaboración propia.

El test Levene se utilizó para corroborar que las varianzas de cada grupo sean homogéneas, siendo el caso que las P generadas no fueron menores que el alfa ($p > 0.01$).

Tabla 39. Cálculo de Levene para el cumplimiento de homogeneidad en Vacíos de agregado mineral.

Prueba Levene				
	0.50%	1%	1.50%	2%
0.05	0.02		0.01	0.38
0.01	0.37		0.19	0.03
0.06	0.36		0.19	0.40

Fuente: Elaboración propia.

Después del desarrollo de ambas pruebas, corroborando su cumplimiento, se elaboró el test ANOVA.

Tabla 40. Cálculo del test ANOVA para el cumplimiento de las hipótesis en Vacíos de agregado mineral.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	20.2101667	3	6.73672222	82.8370393	2.29905E-06	4.06618055
Dentro de los grupos	0.6506	8	0.081325			
Total	20.8607667	11				

Tabla	Cálculo del test Friedman para la existencia de diferencias significativas entre el
H0:	Todos los porcentajes adicionados de caucho reciclado en la mezcla asfáltica mejora sus vacíos de agregado mineral.
Ha:	Un porcentaje específico adicionado de caucho reciclado en la mezcla asfáltica mejora sus vacíos de agregado mineral.

Fuente: Elaboración propia.

Donde podemos decir que al ser F mayor que el Valor critico mayor rechazamos la hipótesis nula y al observar que la probabilidad es menor que 0.05 aceptamos la hipótesis alterna.

41.

Vacíos de agregado mineral.

Friedman's Test	
Alpha	0.05
Q-stat	9
df	3
p-value	0.029290887

Fuente: Elaboración propia.

Ahora aplicando el test Friedman podemos decir que, si existen diferencias significativas entre la estabilidad en los porcentajes adicionados de caucho reciclado en la mezcla asfáltica, ya que el p – value es menor que 0.05.

• Relación Estabilidad/Flujo (Rigidez):

Tabla 42. Relación estabilidad/flujo (Rigidez) óptimo con adición de un porcentaje de caucho reciclado.

Muestra	Relación estabilidad/flujo (Rigidez) óptima con adición de un porcentaje de caucho reciclado			
	0.50%	1%	1.50%	2%
1	3698	2609	1530	1132
2	3700	2641	1614	1177
3	3893	2731	1746	1255
Media	3764	2660	1630	1188

Fuente: Elaboración propia.

Después de corroborar, la normalidad usando el complemento de Excel, Shapiro – Wilk con un $p > 0.05$ para las 3 muestras.

Tabla 43. Cálculo de Shapiro – Wilk para el cumplimiento de normalidad en Relación estabilidad/flujo.

Shapiro-Wilk Test				
	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%
W-stat	0.902931327	0.92994002	0.983805668	p-value 0.0397696226
	0.488384336	0.756295327	0.70649657	
alpha	0.05	0.05		0.05
normal	yes	yes	yes	yes

Fuente: Elaboración propia.

El test Levene se utilizó para corroborar que las varianzas de cada grupo sean homogéneas, siendo el caso que las P generadas no fueron menores que el alfa ($p > 0.01$).

Tabla 44. Cálculo de Levene para el cumplimiento de homogeneidad en Relación estabilidad/flujo.

Prueba Levene				
	0.50%	1%	1.50%	2%
	129.34	51.32	99.99	55.99
	65.66	19.32	15.99	10.99
	63.66	70.68	116.01	67.01

Fuente: Elaboración propia.

Después del desarrollo de ambas pruebas, corroborando su cumplimiento, se elaboró el test ANOVA.

Tabla 45. Cálculo del test ANOVA para el cumplimiento de las hipótesis en Relación estabilidad/flujo.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de F cuadrados	Probabilidad	Valor crítico los	para F
Entre grupos	11871489.7	3	3957163.22	490.405439	2.10084E-09	4.06618055
Dentro de los grupos	64553.3333	8	8069.16667			

Tabla Cálculo del test Friedman para la existencia de diferencias significativas entre el

Total	11936043	11
H0:	Todos los porcentajes adicionados de caucho reciclado en la mezcla asfáltica mejora su relación estabilidad/flujo (Rigidez).	
Ha:	Un porcentaje específico adicionado de caucho reciclado en la mezcla asfáltica mejora su relación estabilidad/flujo (Rigidez).	

Fuente: Elaboración propia.

Donde podemos decir que al ser F mayor que el Valor critico mayor rechazamos la hipótesis nula y al observar que la probabilidad es menor que 0.05 aceptamos la hipótesis alterna.

46.

Relación estabilidad/flujo (Rigidez).

Friedman's Test	
Alpha	0.05
Q-stat	9
df	3
p-value	0.029290887

Fuente: Elaboración propia.

Ahora aplicando el test Friedman podemos decir que, si existen diferencias significativas entre la estabilidad en los porcentajes adicionados de caucho reciclado en la mezcla asfáltica, ya que el p – value es menor que 0.05.

V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 01:

“Determinar el porcentaje óptimo de caucho granular y de cemento asfáltico a aplicar para mejorar las propiedades de la carpeta asfáltica modificada.”

- **Antecedente 01:**

Villagaray (2017), en su tesis “Aplicación de Caucho Reciclado en un Diseño de Mezcla Asfáltica Para el Tránsito Vehicular de la Avenida Trapiche – Comas (Remanso) 2017”, con el objetivo general de definir al caucho reciclado como elemento integrante de un nuevo modelo de asfalto modificado, planteando un diseño con características mayores de durabilidad y flexibilidad con respecto a las de un asfalto convencional.

- **Resultado 01:**

La investigación fue realizada en Lima – Perú en la avenida trapiche-comas (remanso) el cual da razón que con el porcentaje del 0.5% de caucho reciclado en la mezcla bituminosa tiene progresos formidables, obteniendo un resultado óptimo en estabilidad, además de brindar propiedades elásticas y generar una rigidez con un porcentaje mayor a la de una mezcla bituminosa convencional.

- **Comparación 01:**

Ambas investigaciones corresponden al terreno nacional, teniendo en cuenta que ambos estudios son para la mejora de la carpeta asfáltica de las avenidas con presencia de fallas en ellas. Hemos puesto a prueba dicha propuesta para poder corroborarla diseñando una mezcla tradicional para la carretera ubicada en la ciudad de Eten con un diseño específicamente para uso de tránsito MODERADO, en la investigación con la que se hace comparación se utilizó un porcentaje ideal de C. A de 5.4% con un 0.5% de caucho reciclado teniendo así mejoras ideales, a razón de nuestra investigación donde el cual se hizo con unos diseños de 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0%, 6.5% de C.A, a los cuales les hicimos los estudios requeridos para poder llegar al uso del 5.72% de C.A, el que intentamos diseñar para mejorarlo con diferentes porcentajes de caucho reciclado granular proveniente de los NFU con 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%, teniendo como resultado

que el 5.72% de C.A es el óptimo con el cual obtendremos mejoras en la carpeta asfáltica.

- **Antecedente 02:**

Navarro (2013), en su memoria “Confección y Seguimiento de Tramos de Prueba de Mezclas Asfálticas con Incorporación de Polvo de Caucho Nacional de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) Mediante Vía Seca”, con el objetivo general de estudiar los efectos de la integración del caucho pulverizado proveniente de neumáticos fuera de uso (NFU) por vía seca en mezclas asfálticas y los resultados que se generan al variar el tiempo de digestión en su conducta mecánica.

- **Resultado 02:**

Concluyó con que las mezclas con la integración de 0.5% de caucho pulverizado, con tiempos de digestión de dos horas y una hora y media y temperatura de digestión de 170°C tienen una conducta mecánica superior a la de una mezcla con asfalto tradicional. El desempeño de las mezclas modificadas con caucho pulverizado proveniente de neumáticos fuera de uso (NFU), resulta mejor que el desempeño de las mezclas convencionales, obteniendo una menor susceptibilidad a la humedad, menor susceptibilidad térmica, mayor oposición a la deformación plástica, mayor aguante a la tracción y mayor fortaleza al envejecimiento.

- **Comparación 02:**

Podemos decir que se puede observar los cambios a partir del uso de caucho granular en 0.5% como ya hemos manifestado en nuestra investigación pudimos visualizar mejoramiento de las propiedades con 1% de caucho reciclado granular, luego aplicando los estudios respectivos a las mezclas con porcentajes de 2.0%, 1.5%, 1.0% y 0.5%, confirmamos que un porcentaje ideal para una mezcla bituminosa sería un 0.5% que cae en concordancia con lo expuesto por el investigador al obtener una superioridad de resultados, concluyendo que la conducta mecánica del asfalto con el 0.5% de caucho es superior a la convencional.

Objetivo específico 02:

“Mencionar las propiedades físicas y mecánicas de la carpeta asfáltica modificada con caucho reciclado.”

- **Antecedente 01:**

Castillo y Chávarri (2020), en su tesis “Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con la Incorporación de Caucho Reciclado en Lima, 2020”, con el objetivo general de definir el impacto de la integración en caliente del caucho reciclado en la mezcla asfáltica en la ciudad de Lima, 2020.

- **Resultado 01:**

Concluyeron con que las características ventajosas que otorga la integración del caucho reciclado a la mezcla asfáltica logran mejorar de manera significativa las características mecánicas de la mezcla, incrementando su estabilidad, reduciendo su porcentaje de vacíos y aumenta su resistencia a las deformaciones, también al reciclar el caucho se reduce la contaminación del medio ambiente, resultando beneficioso para nuevos productos reduciendo significativamente su nivel de impacto ambiental.

- **Comparación 01:**

Concordamos con la investigación, ya que al igual que nuestra investigación damos los puntos para aclarar y explicar que, al implementar grano de caucho reciclado en la carpeta asfáltica, se le confieren características especiales como, una vida útil más amplia, logra una mayor resistencia a las deformaciones, lo que hace que le haga buen frente a los agrietamientos y arrastres. Además de ello, vuelve impermeabilizante a la carpeta asfáltica, así como otros beneficios para esta, por lo que entramos en concordancia con los investigadores, ya que, con los estudios obtenidos gracias a los ensayos de laboratorio, fácilmente podemos observar a través de los resultados de la estabilidad y fluidez que al relacionarlos obtenemos que tiene una muy buena rigidez que presenta un mejor nivel de resistencia.

- **Antecedente 02:**

Aliaga (2017), en su tesis, “Aplicación del Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica en Pavimentación de la Av. Bertello, Santa Rosa, Lima 2017”, con el objetivo general de examinar si el uso del caucho fragmentado optimizará las características de la superficie de rodadura de la avenida Bertello.

- **Resultado 02:**

Concluyó con que los resultados del estudio Marshall comprobaron que el influjo del caucho fragmentado en las características físicas de la superficie de rodadura en los pavimentos flexibles es muy alto logrando optimizar sus características, esto se debe a que incrementa una de las características físicas que es la durabilidad, pero al mismo tiempo disminuye la característica física de impermeabilidad.

- **Comparación 02:**

Estamos en concordancia ya que afirma en sus indagaciones que adicionar caucho reciclado granular en la mezcla bituminosa minimiza las fallas en los pavimentos, demostrando que sus características logran una alta optimización, lo que da a entender que mejora en lo flexible y lo ayuda a ser más resistente como ya lo hemos demostrado a través de esta investigación al encontrar números que sobrepasan a la mezcla habitual, demostrando así que la mezcla alterada mejora en la elasticidad y fluencia.

- **Antecedente 03:**

Correa (2018), en su trabajo de investigación “Implementación de Mezcla Asfáltica Modificada con Granulo de Caucho en el Barrio San Carlos de la Localidad de Tunjuelito”, con el objetivo general de analizar las ventajas de la implementación del asfalto con caucho granular en la mezcla asfáltica para la restauración de las calles del barrio San Carlos.

- **Resultado 03:**

Concluyó con que la presencia del caucho granular reciclado reduce los problemas de ahuecamiento en las superficies de rodadura, reduciendo el

contenido de vacíos de aire en las mezclas asfálticas y complementándolo con un procedimiento de compactación más intensificado de la mezcla. Los ensayos realizados reflejan que el fenómeno de ahuecamiento, es directamente consecuencia de la falta de compactación, por lo que el proceso de solución es realizar un mayor número de ciclos de compactación, se verifico también que al agregar caucho granular reciclado, los ciclos de compactación son propensos a reducirse, puesto que el caucho granular reciclado se mejoran las propiedades mecánicas en comparación con las características mecánicas con respecto a las propiedades de una mezcla asfáltica común.

- **Comparación 03:**

Por otro lado, con los resultados que encontramos en los estudios realizados en esta tesis nos brinda que los resultados obtenidos por la integración del caucho NFU en la mezcla tiene un avance significativamente en su comportamiento, obteniendo buenos resultados aumentando los valores de los datos obtenidos a través del ensayo Marshall. Así mismo coincidimos con el aumento de los valores obtenidos por el ensayo Marshall siendo nuestra mezcla óptima de 0.5% de caucho y 5.72% de C.A obteniendo muy buenos resultados y mejorando los porcentajes en el diseño de mezcla, tanto como el mejoramiento en la estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos y resistencia.

Objetivo específico 03:

“Comparar las propiedades de la mezcla asfáltica modificada con caucho reciclado, con las propiedades de la mezcla asfáltica convencional.”

- **Antecedente:**

Flores (2018), en su tesis “Efectos de la Incorporación de Caucho en Granos en la Carpeta Asfáltica de la Trocha Carrozable Accopampa – Santa Ana, Lucanas, Ayacucho, 2018”, con el objetivo general de especificar los resultados de la integración del caucho granular en la superficie de rodadura de la trocha carrozable.

- **Resultado:**

Concluyó con que las características físicas de la superficie de rodadura se mejoran con la integración del caucho granular siempre y cuando la aplicación sea por vía húmeda y se integre un porcentaje apropiado, de tal manera que no se vea incrementado el porcentaje de vacíos y tampoco se pierda su adherencia. Con respecto al comportamiento mecánico de la superficie de rodadura se comprobó que se obtienen mayores beneficios cuando el caucho granular se aplica por vía húmeda, porque gracias a este proceso se mantiene la deformación, se aumenta la resistencia a la compresión y se mejora la vitalidad ante cualquier tipo de clima.

- **Comparación:**

Coincidimos con las ideas que con los estudios necesarios llegaron a encontrar lo siguiente; la carpeta asfáltica modificada tiene mayor resistencia, elasticidad, compactación, adherencia de sus agregados, entre otras propiedades mejoradas, lo cual lo hemos demostrado al obtener las propiedades de la mezcla convencional y hacer un comparativo con la mezcla modificada.

En la siguiente tabla podemos observar la mejora en porcentaje que ha obtenido la mezcla modificada contra la convencional:

Tabla 47. Resumen de la comparación de las propiedades de las mezclas asfálticas.

Parámetro de diseño	Especificaciones	Resultados		Observaciones	Diferencia de Porcentajes
		Convencional	Modificada con 0.5% caucho		
Marshall MTC E 504					
1. Compactación, número de golpes en cada lado	75	75	75	Cumple	0%
2. Estabilidad (mínimo)	831.07 kg	1130 kg	1135 kg	Cumple	+0.6%
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	2 - 3.56	3.4	3.02	Cumple	-11%
4. Porcentaje de vacíos con aire (mín. - máx.)	3 - 5	4.0	3.97	Cumple	-0.03%
5. Vacíos en el agregado mineral (mín.)	14%	14.3%	14.11%	Cumple	-0.19%

Inmersión - Compresión (MTC E 518)					
Relación Polvo - Asfalto	0.6 - 1.3	1.06	1.06	Cumple	0%
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm)	1700 - 4000	3142	3764	Cumple	+16%
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 mín.			N/A	

Fuente: Elaboración Propia.

VI. CONCLUSIONES

Objetivo general:

“Verificar que la aplicación del caucho reciclado mejora las propiedades físicas y mecánicas de la carpeta asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021.”

Luego de haber realizado la investigación, estudios y ensayos necesarios para un diseño de mezcla asfáltico modificado, concluimos con que la mezcla asfáltica compuesta por: piedra chancada (39%), arena chancada (27.5%), arena zarandeada (33%), caucho (0.5%) y pen 60/70 (5.72%), mejora notoriamente sus propiedades con respecto a las propiedades de una carpeta asfáltica convencional y cumple con los parámetros mínimos y máximos especificados en el MTC. Al utilizar esta mezcla asfáltica modificada en una futura pavimentación de la Carretera Playa Lobos se logra aumentar la dureza a la exposición, mejor adherencia de la carpeta asfáltica, mejor absorción de sustancias, mayor elasticidad para regresar a su forma luego de ser expuesta a fuerzas, mayor resistencia a las variaciones extremas de temperatura, mayor resistencia estructural, mayor rigidez frente a fuerzas aplicadas por el tránsito vehicular y mayor durabilidad, todas estas propiedades hacen del asfalto modificado una

alternativa muy atractiva para nuevos proyectos asegurando un aumento de hasta 14 años en la vida útil de las infraestructuras viales.

Objetivo específico 01:

“Determinar el porcentaje óptimo de caucho granular y de cemento asfáltico a aplicar para mejorar las propiedades de la carpeta asfáltica modificada.”

Los porcentajes óptimos de grano de caucho y de cemento asfáltico a utilizar en la mezcla asfáltica modificada están estrechamente relacionados ya que, a mayor porcentaje de un material, se reducía el porcentaje del otro material.

En razón a los porcentajes a aplicar en la mezcla asfáltica: Se determinaron como porcentajes óptimos a el 0,5% de caucho granular reciclado y al 5,72% de cemento asfáltico PEN 60/70, debido a que al aplicar estos porcentajes de materiales a la mezcla asfáltica se obtuvo una estabilidad de 1135.60 kg, mayor al mínimo especificado por el MTC, así como también un flujo de 3.02 que se encuentra dentro de los parámetros de las especificaciones (entre 2 y 3.56), donde también pudimos obtener un porcentaje de vacíos con aire de 3.97 que está presente entre los parámetros de las especificaciones (entre 3 y 5), también se puede observar que se obtuvo un 14.11% de vacíos en el agregado mineral mayor al mínimo especificado (14%), en lo que respecta a la relación polvo – asfalto se obtuvo 1.06 que está dentro de los parámetros especificados (0.6 – 1.3), finalmente al haber obtenido la estabilidad y el flujo tenemos como resultado la rigidez Marshall con un resultado de 3764 kg/cm que se encuentra dentro de las cuantificaciones especificadas (1700 kg/cm – 4000 kg/cm), concluyendo con que estos porcentajes son los óptimos con los cuales se debe modificar la mezcla asfáltica ya que cumple con los parámetros mínimos y máximos especificados en el MTC.

Objetivo Específico 02:

“Mencionar las propiedades físicas y mecánicas de la carpeta asfáltica modificada con caucho reciclado.”

Las propiedades de la carpeta asfáltica modificada con caucho reciclado se determinaron mediante los estudios y ensayos de laboratorio de diseño de mezcla asfáltica. Se determinó que la incorporación de 0,5% de caucho reciclado en la mezcla asfáltica logra mejorar las propiedades de la carpeta asfáltica.

En razón a las propiedades físicas y mecánicas: Se determinó que la carpeta asfáltica modificada con caucho granular reciclado presenta mayor dureza a la exposición, mejor adherencia de la carpeta asfáltica, mejor absorción de sustancias, mayor elasticidad para regresar a su forma luego de ser expuesta a fuerzas, mayor resistencia a las variaciones extremas de temperatura, mayor resistencia estructural, mayor rigidez frente a fuerzas aplicadas por el tránsito vehicular y mayor durabilidad.

Objetivo Específico 03:

“Comparar las propiedades de la mezcla asfáltica modificada con caucho reciclado, con las propiedades de la mezcla asfáltica convencional.”

En razón a la comparación de las propiedades de la mezcla asfáltica modificada con caucho reciclado y las propiedades de la mezcla asfáltica convencional: Se determinó que la mezcla asfáltica modificada presenta mejores resultados en los parámetros de diseño con respecto a la mezcla asfáltica convencional, se obtuvo una estabilidad de 1135,60 kg, mayor a la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional en 0,6%, así como también un flujo de 3.02 que es menor en 11% al flujo de la mezcla asfáltica convencional, también un porcentaje de vacíos con aire de 3.97% que es menor en 0,03% al porcentaje de vacíos con aire de la mezcla asfáltica convencional, también se obtuvo un 14.11% de vacíos en el agregado mineral que es menor en 0,19% al porcentaje de la mezcla asfáltica convencional, y finalmente la relación estabilidad/flujo que obtuvimos es de 3764 kg/cm que es mayor en 16% a la relación estabilidad/flujo de la carpeta asfáltica convencional.

VII. RECOMENDACIONES

Mezcla Asfáltica Modificada:

En la presente investigación se experimentó con la aplicación de caucho granular reciclado en una mezcla asfáltica, los agregados que utilizamos fueron de la Cantera Castillo S.A.C., empresa que brinda materiales variados y de calidad.

Es por ello que recomendamos:

Mantener la gradación del material grueso (Piedra) y mejorar la gradación del agregado fino (Arena Chancada, Arena Zarandeada) en la planta chancadora, según los usos granulométricos y así obtener una mejor producción para la mezcla de asfáltica.

Realizar los ensayos según las frecuencias establecidas en la norma y si cambian de beta o cantera se recomienda hacer nuevos análisis.

Porcentaje Óptimo de Caucho Granular Reciclado:

En la presente investigación se experimentó con la adición de caucho granular reciclado en una mezcla asfáltica, el porcentaje optimo que determinamos por medio de los ensayos de diseño de mezcla asfáltica es de 0,5%, al aplicar este porcentaje a la mezcla asfáltica, se logra que sus características cumplan con los parámetros mínimos y máximos establecidos en el MTC.

Es por ello que recomendamos:

Realizar la aplicación del caucho granular reciclado en el porcentaje de 0,5% para que la mezcla no presente fallas ya que a medida que el porcentaje de caucho reciclado aumenta con respecto al 0,5%, la mezcla pierde estabilidad y por consiguiente el diseño de mezcla asfáltica fallara.

Propiedades Físicas y Mecánicas:

En la presente investigación se experimentó con la adición de caucho granular reciclado en una mezcla asfáltica, con la adición del caucho reciclado a la mezcla asfáltica se logró mejorar la materia de propiedades y características de la mezcla asfáltica, reflejándose estas mejoras en la vida útil de la carpeta asfáltica.

Es por ello que recomendamos:

Tener siempre presente la limpieza del material es de vital importancia, el cual limita la cantidad permisible de finos arcillosos en los agregados los cuales son perjudiciales para la estructura del pavimento, por lo que se recomienda mantener limpio el material.

Verificar que se cumpla con las proporciones del diseño de mezcla asfáltica mediante ensayos de laboratorio.

Realizar como mínimo 4 probetas, para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo de Marshall y paralelamente determinar su densidad media.

Comparación de Mezclas Asfálticas:

En la presente investigación se experimentó con la aplicación de caucho granular reciclado en una mezcla asfáltica, comparando una mezcla asfáltica convencional y otra mezcla asfáltica modificada con caucho reciclado, obtuvimos que la mezcla asfáltica modificada logra mejorar y aumentar sus propiedades y características con respecto a las de una mezcla asfáltica convencional.

Es por ello que recomendamos:

Aplicar esta técnica innovadora en la construcción de futuras Infraestructuras Viales.

Realizar comparaciones entre las propiedades de mezclas asfálticas para saber si el nuevo diseño de mezcla asfáltica es recomendable.

REFERENCIAS

FLORES, J. Efectos de la incorporación de caucho en granos en la carpeta asfáltica de la trocha carrozable Accopampa – Santa Ana, Lucanas, Ayacucho, 2018. [En línea]. 2018. [Fecha de consulta: 10 de junio del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28182>

FLORES, J. Comportamiento mecánico de mezcla asfáltica incorporando caucho por vía húmeda, avenida Perú, Callao, 2018. [En línea]. 2018. [Fecha de consulta: 10 de junio del 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25348>

ALIAGA, Y. Aplicación del caucho reciclado para la mejora de las propiedades de la carpeta asfáltica en pavimentación de la Av. Bertello, Santa Rosa, Lima 2017. [En línea]. 2017. [Fecha de consulta: 13 de junio del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/21730>

CABEZAS, V. y MENDOZA, C. Alternativa de diseño de mezcla asfáltica en caliente con polvo de caucho de NFU para la ciudad de Lima, 2018. [En línea]. 2018. [Fecha de consulta: 15 de junio del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34939>

BOTASSO, G. y SEGURA, A. Estudio experimental de micro aglomerado asfáltico antiderrapante modificado con NFU. Obras y Proyectos. [En línea]. 26 de agosto del 2014, vol 14. [Fecha de consulta: 14 de mayo del 2021]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071828132013000200003&lang=es

CASTILLO, Á. y CHAVARRI, A. Diseño de mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de caucho reciclado en Lima, 2020. [En línea]. 2020. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55690>

VILLAGARAY, E. Aplicación de caucho reciclado en un diseño de mezcla asfáltica para el tránsito vehicular de la avenida Trapiche – Comas (Remanso) 2017. [En línea]. 2017. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1535>

NAVARRO, M. Confección y seguimiento de tramos de prueba de mezclas asfálticas con incorporación de polvo de caucho nacional de neumáticos fuera de uso (NFU) mediante vía seca. [En línea]. 2014. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en:

<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/115523>

CORREA, C. Implementación de mezcla asfáltica modificada con granulo de caucho en el barrio San Carlos de la localidad de Tunjuelito. [En línea]. 2018. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unimilitar.edu.co/handle/10654/20506>

FAJARDO, L. y VERGARAY, D. Efectos de la incorporación por la vía seca del polvo de neumático reciclado, como agregado en mezclas asfálticas- Lima, Perú. Revista San Martín de Porres. [En línea]. 2014. [Fecha de consulta: 13 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/1044>

DUPRÉ, N. Confección y seguimiento de tramos de prueba de mezclas asfálticas con incorporación de polvo de caucho nacional de neumáticos fuera de uso (NFU) mediante vía seca. SANTIAGO DE CHILE: UNIVERSIDAD DE CHILE. [En línea]. 2014. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/115523>

LUBO, A. y MARTINEZ, R. Asfaltos modificados con cauchos en vías primarias en las ciudades Santa Marta, Barranquilla y Bogotá como alternativa de mejoramiento de la capa de rodadura de los pavimentos flexibles entre los años 2012-2019. Análisis de Revisión Literaria de la Universidad Cooperativa de Colombia. [En línea]. Junio del 2019. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/15630/2/2019_asfaltos_modificados_cuchos..pdf

CORONEL, A., DOCUMENT, G. y KAHAT, A. Procesamiento de llantas usadas para su uso en mezclas asfálticas. Revista Strategia. [En línea]. Enero del 2015. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2021]. Disponible en:

<http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/strategia/article/download/17653/17919/>

MORENO, L. Comportamiento monotónico de mezclas asfálticas MDC – 2 adicionadas con desecho de caucho – cuero. Revista Academia y Virtualidad. [En línea]. 30 septiembre del 2014. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5061033.pdf>

CAMPAÑA, K., GALEAS, S. y GUERRERO, V. Obtención de asfalto modificado con polvo de caucho proveniente del reciclaje de neumático de automotores. Revista Politécnica. [En línea]. Septiembre 2015, vol. 36 n° 3. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2021]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/283266510_Obtencion_de_Asfalto_Modificado_con_Polvo_de_Caucho_Proveniente_del_Reciclaje_de_Neumaticos_de_Automotores

RONDON, H., MOLANO, Y. y TENJO, A. Influencia de la temperatura de compactación sobre la resistencia bajo carga monotónica de mezclas asfálticas modificadas con grano de caucho reciclado de llantas. Artículo de revisión. [En línea]. 14 de junio del 2014. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2021].

Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012377992012000200002&lang=es

YUNG, Y., CORDOBA, J. y RONDON, H. Evaluación del desgaste por abrasión de una mezcla drenante modificada con residuo de llanta triturada (GCR). Revista Tecnura. [En línea]. 21 de febrero del 2016, vol. 20 n° 50. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2021]. Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123921X2016000400008&lang=es

RONDON, H., REYES, F. y OJEDA, B. Comportamiento de una mezcla densa de asfalto en caliente modificada con desecho de policloruro de vinilo (PVC). Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. [En línea]. 15 de diciembre del 2014. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91100202>

NAVARRETE, G. Diseño de mezclas asfálticas integrando residuos sólidos de la industria automovilística (elastómero) y de vías (pavimento asfáltico envejecido) en Manabí, Ecuador. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. [En línea]. 11 de mayo del 2018. [Fecha de consulta: 13 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/816/81661270002/index.html>

FIGUEROA, A. y SANTANILLA, E. Desempeño del pavimento con mezcla reciclada – RAP y grano de caucho reciclado – GCR. Revista Infraestructura Vial/Lanamme UCR. [En línea]. 25 de marzo del 2020, vol. 22 n° 39. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7594407>

MARTINEZ G., CAICEDO B., GONZALES D., CELIS L., FUENTES L. y TORRES V. Trece años de continuo desarrollo con mezclas asfálticas modificadas con grano de caucho reciclado en Bogotá: Logrando sostenibilidad en pavimentos. Revista Ingeniería de Construcción. [En línea]. 26 de julio del 2017, vol. 33 n° 1. [Fecha de consulta: 13 de mayo del 2021]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071850732018000100041&lang=es

PELAEZ, G., VELASQUEZ, S. y GIRALDO, D. Aplicaciones de caucho reciclado: Una revisión de la literatura. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. [En línea]. 28 de septiembre del 2016, vol. 27 n° 2. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2021]. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/911/91150559002/index.html>

CARDENAS, J. y FONSECA, E. Modelación del comportamiento reológico de asfalto convencional y modificado con polímero reciclado, estudiada desde la relación viscosidad – temperatura. Revista EIA. [En línea]. Diciembre 2014, n° 12. [Fecha de consulta: 13 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3153914>

AMORIN, E. y LIMA, L. Uso de residuos de caucho en pavimentos: Una revisión de literatura. Revista científica multidisciplinaria base de conocimiento. [En línea]. Julio del 2018, ed. 07, vol. 02. [Fecha de consulta: 13 de mayo del 2021].

Disponible en:

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/ingenieria-civil/pavimentacaoasfaltica-3>

OSTOS, L., DUARTE, J. M., VARGAS, G. L, CAMACHO, J., REYES, O. Comportamiento de mezclas asfálticas del Instituto de Desarrollo Urbano con adición de pavimento reciclado. VI Jornadas de Pavimentos y Mantenimiento Vial. [En línea]. 2014. [Fecha de consulta: 13 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/143450128.pdf>

FASSIO, A. PASCUAL, L. y SUÁREZ, F. Introducción a la Metodología de la Investigación aplicada al Saber Administrativo. Ediciones Cooperativas. [En línea]. 2014. [Fecha de consulta: 14 de mayo del 2021]. Disponible en:

https://www.academia.edu/23168492/Introducci%C3%B3n_a_la_Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_aplicada_al_Saber_Administrativo_Introducci%C3%B3n_a_la_Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_aplicada_al_Saber_Administrativo

LOZANO, D., MOLINA, F., RUGE, J., MORENO, L. y BASTIDAS, J. Asphalts and modified dense asphalt mixtures with rubber of military boots. Revista DYNA. [En

línea]. 14 de enero del 2020, vol. 87 n° 212. [Fecha de consulta: 14 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7328297>

RODRIGUEZ, A. y GALLEGO, J. Volumetric characteristics and compactability of asphalt rubber mixtures with organic warm mix asphalt additives. Revista Materiales de Construcción. [En línea]. 23 de septiembre del 2017, vol 67 n° 327. [Fecha de consulta: 13 de mayo del 2021]. Disponible en:

<http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/2177/2719>

MANTILLA, J. y CASTAÑEDA, E. Assessment of simultaneous incorporation of crumb rubber and asphaltite in asphalt binders. Revista DYNA. [En línea]. 5 de diciembre del 2018, vol. 86 n° 208. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6922145>

ALVAREZ, A., CARVAJAL, J. y WALUBITA, L. Comparison of the air voids characteristics of different hot mix asphalt (HMA) mixture types. Revista chilena de ingeniería. [En línea]. 30 de septiembre 2014, vol. 22 n° 1. [Fecha de consulta: 13 de mayo del 2021]. Disponible en:

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071833052014000100008&lang=es

ARROYO, P., HERRERA, R., SALAZAR, L., GIMENEZ, Z., MARTINEZ, J. y CALAHORA, M. A new approach for integrating environmental, social and economic factors to evaluate asphalt mixtures with and without waste tires. Revista Ingeniería de Construcción. [En línea]. 12 de noviembre del 2018, vol. 33 n° 3. [Fecha de consulta: 13 de mayo del 2021]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/330424892_A_new_approach_for_integrating_environmental_social_and_economic_factors_to_evaluate_asphalt_mixtures_with_and_without_waste_tires

ALVAREZ, A., MACIAS, N. y FUENTES, L. Analysis of Connected Air Voids in Warm Mix Asphalt. Revista DYNA. [En línea]. 2014, vol. 172. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/22522>

TASHMAN, L. y PEARSON, B. Characterisation of Stone Matrix Asphalt Mixtures. International Journal of Pavement Engineering. [En línea] 2014, vol. 13. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/254254491_Characterisation_of_stone_matrix_asphalt_mixtures

ALVAREZ, A., FERNANDEZ, E., EPPS, M., REYES, O., WALUBITA, L., y SIMATE, G. Comparison of Permeable Friction Course Mixtures Fabricated Using Asphalt Rubber and Performance-Grade Asphalt Binders. Construction and Building Materials. [En línea]. 2014, vol. 28. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061811005186>

QIN, Q., SCHABRON, J., BOYSEN, R., y FARRAR, M. Field Aging Effect on Chemistry and Rheology of Asphalt Binders and Rheological Predictions for Field Aging. Revista Fuel. [En línea]. 2014, vol 121. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236113011848>

FIGUEROA, A., VELÁSQUEZ, R., REYES, F., y BAHÍA, H. Effect of water conditioning for extended periods on the properties of asphalt binders. Transportation Research Record. [En línea]. 2014, vol. 2372 n°1. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/270208346_Effect_of_Water_Conditioning_for_Extended_Periods_on_the_Properties_of_Asphalt_Binders

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. Asphalt Pavement Recycling with Reclaimed Asphalt Pavement (RAP). [En línea]. 13 de mayo del 2019. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/recycling/RAP/>.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. Reclaimed asphalt pavement in asphalt mixtures: State of the practice. [En línea]. 2014. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/4091>

DELGADO, M., SANCHEZ, J., RONDON, H., FERNANDEZ, W. y REYES, F. Network of Scientific Journals from Latin America and the Caribbean, Spain and Portugal. [En línea]. Agosto 2018, vol. 38 n° 02. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/643/64358073003/index.html>

ALONZO, C. Los enfoques cuantitativo y cualitativo en la investigación científica. [En línea]. 2014. [Fecha de consulta: 19 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.ucipfg.com/Repositorio/MATI/MATI-12/Unidad-01/lecturas/1.pdf>

VARGAS, Z. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. [En línea]. 2014, vol. 33 n° 01. [Fecha de consulta: 19 de mayo del 2021]. Disponible en:

<https://www.ucipfg.com/Repositorio/MATI/MATI-12/Unidad-01/lecturas/1.pdf>

WHITE, H. y SABARWAL, S. Diseño y métodos cuasiexperimentales, Síntesis metodológicas: evaluación de impacto n° 8. Centro de Investigaciones de UNICEF, Florencia. [En línea]. Septiembre 2014. [Fecha de consulta: 21 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/MB8ES.pdf>

LOPEZ, P. Población, muestra y muestreo. Revista Punto Cero. [En línea]. 2014.

[Fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S181502762004000100012

ARIAS, J., VILLASIS, M. y MIRANDA, G. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista México. [En línea]. Abril-junio 2016, vol. 63, n°2.

[Fecha de consulta: 21 de mayo del 2021]. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>

CABANILLAS, E. Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado. [En línea]. 2017 [Fecha de consulta: 24 de junio del 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1029/TESIS%20%E2%80%9C%9CCOMPORTAMIENTO%20F%C3%80SICO%20MEC%C3%81NICO%20DEL%20CONCRETO%20HIDR%C3%81ULICO%20ADICIONADO%20CON%20CAUCHO%20RECICLADO%E2%80%9D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

UCO, Y., HERNANDEZ, E. y QUEN, M. Diseño de pavimento flexible. Revista de Ingeniería Civil. [En línea]. Marzo 2018, vol. 2 n° 3. [Fecha de consulta: 24 de junio del 2021]. Disponible en:

https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Civil/vol2num3/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Civil_V2_N3_4.pdf

HUMPIRI, K. Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región Puno. [En línea]. 2015. [Fecha de consulta: 24 de junio del 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/249337494.pdf>

SALAMANCA, G. Influencia de la contaminación salina en el envejecimiento prematuro de mezclas y tratamientos asfálticos. [En línea]. 2015. [Fecha de consulta: 24 de junio del 2021]. Disponible en:

http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/104588/salamanca_ga.pdf?sequence=3&isAI

GARGATE, F. y HUAMANI, J. Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible – Lima, 2018. [En línea]. 2018. [Fecha de consulta: 24 de junio del 2021].

Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47826>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables:

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Variable Independiente (V.I): Caucho reciclado.	Es un material proveniente de los neumáticos fuera de uso (NFU), los cuales al ser desechados causan una gran contaminación hacia el medio ambiente. Es por eso que, al reciclarlos se les otorga una segunda vida y pueden ser usados para la creación de otros productos con caucho.	Se determina el porcentaje de caucho reciclado adecuado para lograr una carpeta asfáltica con mejores propiedades.	Caucho en grano.	- Granulometría. - Peso Unitario.	Ensayos de Laboratorio.
Variable Dependiente (V.D): Carpeta asfáltica modificada.	Al usar el caucho reciclado en la carpeta asfáltica, se le confieren características especiales tales como: Alcanzar una vida útil más larga, lograr mayor elasticidad, lograr mayor resistencia a las deformaciones, lograr mayor resistencia al agrietamiento y lograr más resistencia al arrastre. Aparte de lo mencionado, el caucho también proporciona a la carpeta asfáltica la característica de pavimento drenante y le otorga a la mezcla asfáltica el impedimento en la acumulación de agua, al no acumular mucha agua se incrementa su adherencia, también concede buenas condiciones ópticas y bajo nivel de ruido.	Se determina las propiedades físicas y mecánicas de la carpeta asfáltica a través del diseño de mezcla asfáltica.	Propiedades Físicas. Propiedades mecánicas.	- Durabilidad. - Flexibilidad. - Impermeabilidad. - Tensión. - Punzonamiento. - Esfuerzo Cortante.	Ensayos de Laboratorio. Ensayos de Laboratorio.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Matriz de consistencia metodológica:

MATRIZ DE CONSISTENCIA METODOLÓGICA

Título del proyecto: “Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021”

<p>¿En qué medida la implementación del caucho reciclado mejorará las propiedades físicas y mecánicas de la carpeta asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021?</p>	<p>General: Verificar que la H1: Al aplicar el grano aplicación del caucho de caucho reciclado en reciclado mejora las la Carpeta Asfáltica de propiedades físicas y la Carretera Playa mecánicas de la carpeta Lobos, Eten, Chiclayo asfáltica de la Carretera Playa 2021, es posible Lobos, Eten, Chiclayo 2021. mejorar significativamente las propiedades físicas y porcentaje óptimo de grano mecánicas de esta, de caucho y cemento asfáltico aumentando su a aplicar para la mejora de las estabilidad, reduciendo propiedades de la carpeta el porcentaje de vacíos, asfáltica modificada; dándole mayor Determinar las propiedades resistencia a la físicas y mecánicas de la deformación, carpeta asfáltica modificada adherencia e con caucho reciclado; impermeabilidad. Comparar las propiedades de la carpeta asfáltica modificada con caucho reciclado, con las propiedades de la carpeta asfáltica convencional.</p>	<p>Variable Independiente (V.I): Caucho reciclado. Variable Dependiente (V.D): Carpeta asfáltica modificada.</p>	<p>Experimental</p>	<p>Está representada por todas las carreteras existentes dentro del distrito de Eten. Carpeta asfáltica del tramo de la Carretera Playa Lobos, entre la Carretera Reque – Puerto Eten y la Planta de Petroperú, Distrito de Eten, Provincia de Chiclayo, con una longitud de 3.8km.</p>
--	--	--	---------------------	--

Muestreo

Probetas de mezcla asfáltica.

Muestra

Autores: Camacho Ruiz Jam Paul, Castañeda Payano Edwin Roberto

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Tipo de investigación	Población
----------	-----------	-----------	-----------	-----------------------	-----------

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Instrumentos de investigación:

Instrumentos de Investigación		
Gabinete	Laptops	
	Manual de carreteras del MTC	
	Bibliografía (artículos científicos, revistas científicas y tesis)	
	Software: AutoCAD 2D, AutoCAD 3D, Civil 3D, Project, Excel, Word, Power Point	
Campo	Estudio de agregados	Bandejas
		Balanzas
		Espátulas
		Tamices
		Horno
	Diseño de mezcla asfáltica	Bandejas
		Balanzas
		Espátulas
		Cocina
		Compactador de impacto
Formatos	Formatos de diseño de mezcla asfáltica	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Instrumentos de investigación:



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021”

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

1. DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres:
Mundaca Caro Jaime

Grado académico: Ingeniero
Civil

Denominación de instrumento:

- Ficha de recolección de datos. •
- Ficha de registros de datos.

Autora: Camacho Ruiz Jam Paul, Castañeda Payano Edwin Roberto

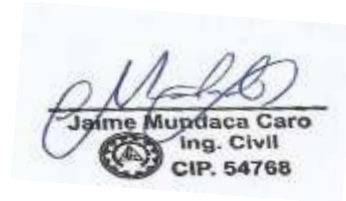
2. ASPECTOS A CONSIDERAR:

A continuación, usted evaluará los instrumentos de recolección de datos para su validación. Marque su respuesta considerando:

Si (1): Indica que se encuentra de acuerdo.

No (0): Indica que se encuentra en desacuerdo. Las especificaciones consideradas son:

- Objetividad
- Coherencia
- Suficiencia
- Claridad
- Relevancia
- Consistencia



	SÍ	NO
	1	0
¿Los instrumentos utilizados para la investigación?	X	
2) ¿Los datos de la ficha de recolección de datos corresponden a lo establecido en el MTC?	X	
3) ¿Son coherentes los datos de la ficha de recolección de datos?	X	
4) ¿La ficha de recolección de datos es lo suficientemente clara en cuanto a su forma de llenado?	X	
5) ¿Los datos de la ficha de recolección de datos son suficientes para el desarrollo del diseño de mezcla asfáltica modificada con caucho reciclado?	X	
6) ¿Cada dato recolectado es de suma relevancia para el diseño de mezcla asfáltica modificada con caucho reciclado?	X	
7) ¿Los datos de la ficha de registro abarcan todas las dimensiones indicadas en la matriz de consistencia?	X	
8) ¿Son coherentes los datos de registro planteadas en la ficha?	X	
9) ¿Es claro el enfoque en la aplicación del caucho reciclado en la carpeta asfáltica en la ficha de recolección de datos?	X	
10) ¿Los datos de la ficha de recolección son objetivos y de clara comprensión?	X	
	X	
	X	





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021”

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

1. DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres:
Tesen Sandoval Cesar

Grado académico: Ingeniero
Civil

Denominación de instrumento:

- Ficha de recolección de datos. •
- Ficha de registros de datos.

Autora: Camacho Ruiz Jam Paul, Castañeda Payano Edwin Roberto

2. ASPECTOS A CONSIDERAR:

A continuación, usted evaluará los instrumentos de recolección de datos para su validación. Marque su respuesta considerando:

Si (1): Indica que se encuentra de acuerdo.

No (0): Indica que se encuentra en desacuerdo. Las especificaciones consideradas son:

- Objetividad

- Coherencia
- Suficiencia
- Claridad
- Relevancia
- Consistenc

¿Los instrumentos utilizados para la investigación?



- ¿Los datos de la ficha de recolección de datos corresponden a lo establecido en el MTC?
- ¿Son coherentes los datos de la ficha de recolección de datos?
- ¿La ficha de recolección de datos es lo suficientemente clara en cuanto a su forma de llenado?
- ¿Los datos de la ficha de recolección de datos son suficientes para el desarrollo del diseño de mezcla asfáltica modificada con caucho reciclado?
- ¿Cada dato recolectado es de suma relevancia para el diseño de mezcla asfáltica modificada con caucho reciclado?
- ¿Los datos de la ficha de registro abarcan todas las dimensiones indicadas en la matriz de consistencia?
- ¿Son coherentes los datos de registro planteadas en la ficha?
- ¿Es claro el enfoque en la aplicación del caucho reciclado en la carpeta asfáltica en la ficha de recolección de datos?
- ¿Los datos de la ficha de recolección son objetivos y de clara comprensión?

SÍ	NO
1	0
X	
X	
X	
X	
X	
X	
X	
X	
X	
X	





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021”

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

1. DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres:

Burga Caycay Royser

Grado académico: Ingeniero

Civil

Denominación de instrumento:

- Ficha de recolección de datos. •
- Ficha de registros de datos.

Autora: Camacho Ruiz Jam Paul, Castañeda Payano Edwin Roberto

2. ASPECTOS A CONSIDERAR:

A continuación, usted evaluará los instrumentos de recolección de datos para su validación. Marque su respuesta considerando:

Si (1): Indica que se encuentra de acuerdo.

No (0): Indica que se encuentra en desacuerdo. Las especificaciones consideradas son:

- Objetividad

- Coherencia
- Suficiencia
- Claridad
- Relevancia
- Consistencia



CONSTRUCTORA CONSULTORIA
S.A.S.
Ing. Royce H. Buitrago Carvajal
ING. CIVIL AMBIENTAL
CIP: 189234

	SÍ	NO	
	1	0	
	X		la investigación?
2) ¿Los instrumentos utilizados para recolección de datos corresponden a lo establecido en el MTC?	X		de datos
3) ¿Son coherentes los datos de la ficha de recolección de datos?	X		de recolección de
4) ¿La ficha de recolección de datos es lo suficientemente clara en cuanto a su forma de llenado?	X		suficientemente clara
5) ¿Los datos de la ficha de recolección de datos son suficientes para el desarrollo del diseño de mezcla asfáltica modificada con caucho reciclado?	X		de datos son de mezcla asfáltica
6) ¿Cada dato recolectado es de suma relevancia para el diseño de mezcla asfáltica modificada con caucho reciclado?	X		relevancia para el con caucho reciclado?
7) ¿Los datos de la ficha de registro abarcan todas las dimensiones indicadas en la matriz de consistencia?	X		abarcan todas las consistencia?
8) ¿Son coherentes los datos de registro planteadas en la ficha?	X		planteadas en la
9) ¿Es claro el enfoque en la aplicación del caucho reciclado en la carpeta asfáltica en la ficha de recolección de datos?	X		del caucho reciclado recolección de datos?
10) ¿Los datos de la ficha de recolección son objetivos y de clara comprensión?	X		son objetivos y de
	X		



CONSTRUCTORA CONSULTORIA
S.A.S.
Ing. Royce H. Buitrago Carvajal
ING. CIVIL AMBIENTAL
CIP: 189234



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021”

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

PREGUNTA	PUNTUACION DE EXPERTOS		
	1°	2°	3°
1) ¿Los instrumentos utilizados son útiles para la investigación?	1	1	1
2) ¿Los datos de la ficha de recolección de datos corresponden a lo establecido en el MTC?	1	1	1
3) ¿Son coherentes los datos de la ficha de recolección de datos?	1	1	1
4) ¿La ficha de recolección de datos es lo suficientemente clara en cuanto a su forma de llenado?	1	1	1
5) ¿Los datos de la ficha de recolección de datos son suficientes para el desarrollo del diseño de mezcla asfáltica modificada con caucho reciclado?	1	1	1
6) ¿Cada dato recolectado es de suma relevancia para el diseño de mezcla asfáltica modificada con caucho reciclado?	1	1	1
7) ¿Los datos de la ficha de registro abarcan todas las dimensiones indicadas en la matriz de consistencia?	1	1	1
8) ¿Son coherentes los datos de registro planteadas en la ficha?	1	1	1
9) ¿Es claro el enfoque en la aplicación del caucho reciclado en la carpeta asfáltica en la ficha de recolección de datos?	1	0	1
10) ¿Los datos de la ficha de recolección son objetivos y de clara comprensión?	1	1	1
SUBTOTAL	10	9	10

TOTAL	29	
PROMEDIO	0.8124	
VALIDACIÓN	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO

Anexo 5. Fichas de recolección de datos:



CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

🏠 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, ☎ 978 360 036 – 993 595 300.
constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

PROYECTO :
 DESCRIPCION :
 CANTERA :
 MATERIAL :
 FECHA:

RESP. LAB.: R.H.B.C
 TEC. LAB.: L.M.F.H SOLICITANTE :

PORCENTAJE DE ASFALTO						
1.- PESO DEL MATERIAL						
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE						
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)						
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)						
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL						
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO						
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA						

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
	DISEÑO	

Observaciones:

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

 Luisa Maria Falco Hurtado
 TECNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

 Ing. Karoly H. Barza Cayula
 ING. CIVIL - 1983





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

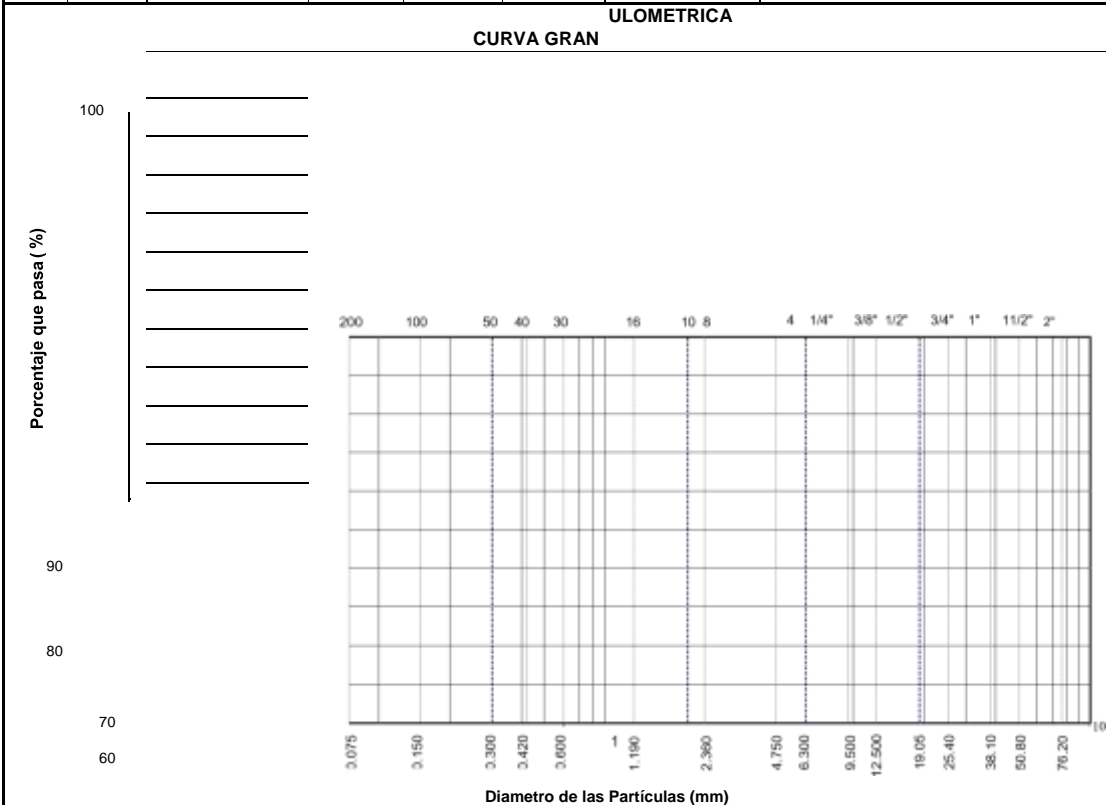
🏠 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo ☎ 978 360 036 – 993 595 300.
constructora.avr.chiclayo@gmail.com

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
(MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27)

PROYECTO :
DESCRIPCION :
CANTERA :
MATERIAL : RESP. LAB.: R.H.B.C
SOLICITANTE : TEC. LAB.: L.M.F.H:
FECHA:

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	
Arena Chancada	
Arena Zarandeada	
Caucho	

DATOS ENSAYO								
TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	MAC - 2		
1"	25.000							TAMAÑO MAXIMO Peso inicial seco: Peso fraccion fino:
3/4"	19.000					100	100	
1/2"	12.500					80	100	
3/8"	9.500					70	88	
Nº 4	4.750					51	68	
Nº 10	2.000					38	52	
Nº 40	0.425					17	28	
Nº 80	0.180					8	17	
Nº 200	0.074					4	8	
< Nº 200	FONDO							



50

40
30
20
10
0
0

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA A&R S.A.C.
Luisa
Luisa María Palco Hurtado
TÉCNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA A&R S.A.C.
[Signature]
Ing. Marco H. Torres Cayre
ING. CIVIL LABORATORIO
REG. CIP 18424



Observaciones:



CONSTRUCTORA Y CONSULTORA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

🏠 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, ☎ 978 360 036 – 993 595 300.
constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

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

PROYECTO :
 DESCRIPCION :
 CANTERA :
 FECHA:

RESP. LAB.: R.H.B.C MATERIAL
 TEC. LAB.: L.M.F.H SOLICITANTE :

DATOS DE DISEÑO		
Grava Chancada		
Arena Chancada		
Arena Zarandeada		
Caucho		
Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada		
B Arena.		

% Que Pasa el Tamiz

	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200
Mezcla	100.0									
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

#	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%				
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%				
4	% de arenas c o m b i n a d a s en peso de mezcla (menor #4)	%				
5	% de filler en peso de mezcla (minimo 65% pasa malla #200)	%				
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc.				
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.				
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.				
9	Peso especifico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.				
10	Peso especifico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.				
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.				
13	Peso de la probeta en el aire	gr.				
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.				
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.				
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.				
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.				
18	Peso especifico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.				
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/ ((2/6) + (3*2/ (7+8) + (4*2/ (9+10)))	gr/cc.				
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%				
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))	gr/cc.				
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))	gr/cc.				
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4) / ((3/P-8)+(4/P-10))	gr/cc.				

24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21) / (23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%				
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4) * 17/21	%				
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%				
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%				
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100) * (3+4)	%				
29	Relacion betun vacios (26/27) * 100	%				
30	Lectura del aro.	kg				
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg				
32	Factor de estabilidad					
33	Estabilidad corregida 31*32	kg				
34	Lectura del fleximetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.				
34	Fluencia	m.m.				
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm				

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA S.A.S.

 Luis María Palco Hurtado
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA

 Ing. Álvaro M. Baza Cayre
 INGE. CIVIL ASISTENTE
 SEP. DE 1978



Observaciones:

Anexo 6. Certificados de calibración de equipos:

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LP - 128 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

Página 1 de 3

1. Expediente	210475	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.	
3. Dirección	Av. Vicente Ruso lote 8 Fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE	
4. Instrumento de Medición	VACUÓMETRO DE DEFORMACIÓN ELASTICA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Alcance de indicación	-30 inHg a 0 inHg	
División de Escala / Resolución	0,5 inHg	
Marca	WEIZZ	
Modelo	NO INDICA	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	L-111 (*)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Tipo	ANALOGICO	
Clase	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2021-09-23	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-09-23

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.09.23 12:01:40
-05'00'



*Área de Metrología**Laboratorio de Presión***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LP - 128 - 2021**

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del manómetro de deformación elástica y el manómetro patrón tomando como referencia el método descrito en el INV E 738 de Colombia y el documento INDECOPI/SNM PC - 004: 2012 "Procedimiento de calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuómetros de deformación elástica".

7. Lugar de calibración**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Av. Vicente Russo lote 8 Fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,5 °C	20,4 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de Referencia

Se utilizaron patrones trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Presión del Servicio Nacional de Metrología SNM - INDECOPI en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones trazables a los patrones de referencia de DM - INACAL LFP - 034 - 2020	Manóvacuometro con Clase de Exactitud 0,05 % FS	IMN - 398 - 2021

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido en el instrumento.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LP - 128 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Presión*

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación Manómetro (inHg)	Lectura del Patrón		Error		
	Ascendente (inHg)	Descendente (inHg)	Ascendente (inHg)	Descendente (inHg)	Histéresis (inHg)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-5	-4,87	-4,92	0,13	0,08	-0,05
-8	-7,43	-7,46	0,07	0,04	-0,03
-10	-9,80	-9,80	0,20	0,20	0,00
-15	-14,78	-14,78	0,22	0,22	0,00
-20	-19,72	-19,72	0,28	0,28	0,00
-25	-24,71	-24,71	0,29	0,29	0,00
-30	-29,72	-29,72	0,28	0,28	0,00

Máximo Error Absoluto de Indicación	0,29 inHg
Máximo Error Absoluto de Histéresis	-0,05 inHg
Máxima Incertidumbre encontrada U(k=2)	0,12 inHg

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 176 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 5

1. Expediente	210475	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.	
3. Dirección	Av. Vicente Ruso lote 8 fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE	
4. Equipo	BAÑO MARÍA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Alcance Máximo	NO INDICA	
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	STSY-3	
Número de Serie	150705	
Identificación	EQ-BM-01 (*)	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	

Descripción	Instrumento de medición	Controlador / Selector
Alcance	-100 °C a 300 °C	-100 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	TERMÓMETRO DIGITAL	DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2021-09-10

Fecha de Emisión

2021-09-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.09.16 12:39:26
-05'00'

Sello



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 176 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Baños Termostáticos PC-019; 2da edición; Abril 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Av. Vicente Ruso lote 8 fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,3 °C
Humedad Relativa	70 %	71 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 091 - 2019	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT - 0083 - 2021
FLUKE CORPORATION C0721069		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 176 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

PARA LA TEMPERATURA DE 60 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)	
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
00	60,0	59,6	59,7	59,6	59,5	59,6	59,5	59,8	59,6	59,6	59,6	59,6	59,6	0,3
02	60,0	59,6	59,6	59,6	59,6	59,9	59,5	59,8	59,6	59,6	59,7	59,6	59,6	0,4
04	60,0	59,6	59,7	59,6	59,5	59,6	59,5	59,8	59,6	59,6	59,6	59,6	59,6	0,3
06	60,0	59,7	59,7	59,6	59,5	59,6	59,6	59,8	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	0,4
08	60,0	59,6	59,5	59,5	59,5	59,4	59,6	59,8	59,6	59,6	59,6	59,6	59,6	0,4
10	60,0	59,6	59,7	59,6	59,6	59,7	59,5	59,8	59,6	59,6	59,6	59,6	59,6	0,3
12	60,0	59,6	59,7	59,6	59,5	59,5	59,5	59,8	59,5	59,5	59,6	59,6	59,6	0,3
14	60,0	59,7	59,7	59,6	59,4	59,7	59,6	59,9	59,6	59,6	59,7	59,6	59,6	0,5
16	60,0	59,7	59,6	59,6	59,5	59,7	59,6	59,9	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	0,4
18	60,0	59,8	59,7	59,6	59,5	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	59,8	59,7	59,7	0,4
20	60,0	59,7	59,7	59,6	59,5	59,6	59,6	59,9	59,7	59,7	59,7	59,6	59,6	0,4
22	60,0	59,8	59,7	59,6	59,6	59,6	59,6	59,9	59,6	59,6	59,8	59,7	59,7	0,3
24	60,0	59,8	59,8	59,7	59,6	59,7	59,6	60,0	59,7	59,7	59,7	59,7	59,7	0,4
26	60,0	59,8	59,7	59,6	59,5	59,6	59,6	60,0	59,6	59,6	59,8	59,7	59,7	0,5
28	60,0	59,7	59,7	59,7	59,5	59,6	59,6	60,0	59,6	59,6	60,9	59,8	59,8	1,4
30	60,0	59,7	59,7	59,6	59,6	59,7	59,6	59,9	59,6	59,6	59,6	59,6	59,6	0,3
32	60,0	59,8	59,7	59,6	59,6	59,8	59,6	59,9	59,6	59,6	59,8	59,7	59,7	0,3
34	60,0	59,8	59,7	59,7	59,6	59,9	59,5	60,0	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	0,5
36	60,0	59,8	59,8	59,6	59,5	59,6	59,6	60,0	59,6	59,6	59,8	59,7	59,7	0,5
38	60,0	59,8	59,8	59,7	59,6	59,5	59,6	60,0	59,6	59,6	59,9	59,7	59,7	0,5
40	60,0	59,8	59,8	59,7	59,6	59,8	59,7	60,0	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	0,4
42	60,0	59,8	59,8	59,7	59,6	59,7	59,6	60,0	59,7	59,7	59,8	59,7	59,7	0,4
44	60,0	59,8	59,8	59,7	59,6	59,8	59,7	60,0	59,6	59,6	59,9	59,7	59,7	0,4
46	60,0	59,8	59,8	59,7	59,6	59,7	59,7	60,0	59,6	59,6	59,9	59,7	59,7	0,4
48	60,0	59,7	59,7	59,7	59,6	59,6	59,6	60,0	59,6	59,6	59,7	59,7	59,7	0,4
50	60,0	59,7	59,7	59,7	59,6	59,6	59,7	59,9	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	0,3
52	60,0	59,7	59,7	59,7	59,6	59,7	59,6	59,9	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	0,3
54	60,0	59,8	59,7	59,7	59,6	59,7	59,6	59,9	59,6	59,6	59,8	59,7	59,7	0,3
56	60,0	59,7	59,7	59,6	59,6	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	59,9	59,7	59,7	0,3
58	60,0	59,8	59,8	59,7	59,6	59,7	59,7	60,0	59,6	59,6	59,9	59,7	59,7	0,4
60	60,0	59,7	59,7	59,7	59,6	59,6	59,5	60,0	59,6	59,6	59,7	59,6	59,6	0,5
T.PROM	60,0	59,7	59,7	59,6	59,6	59,7	59,6	59,9	59,6	59,6	59,8	59,7		
T.MAX	60,0	59,8	59,8	59,7	59,6	59,9	59,7	60,0	59,7	59,7	60,9			
T.MIN	60,0	59,6	59,5	59,5	59,4	59,4	59,5	59,8	59,5	59,5	59,6			
DTT	0,0	0,2	0,3	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	1,3			

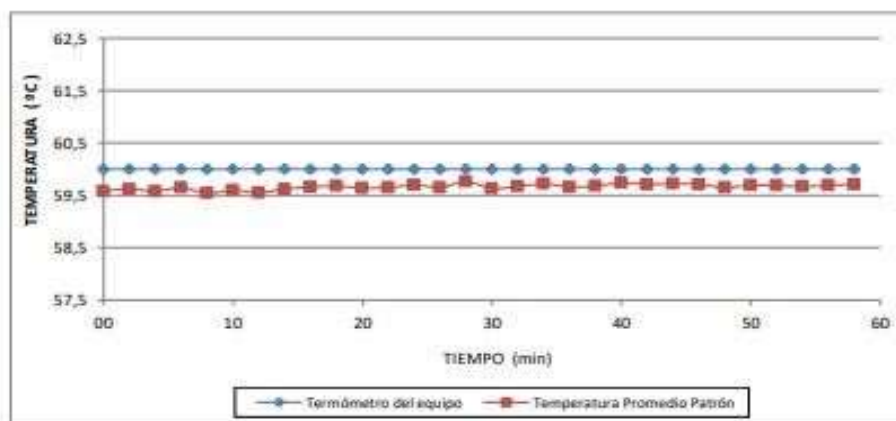
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 176 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Temperatura*

Página 4 de 5

Temperatura ambiental promedio 23,3 °C
Tiempo de estabilización del equipo 2 horas
El selector de temperatura se posicionó en 60 °C

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	60,9	0,2
Mínima Temperatura Medida	59,4	0,04
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,3	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	0,4	0,2
Estabilidad Medida (±)	0,6	0,04
Uniformidad Medida	1,4	0,3

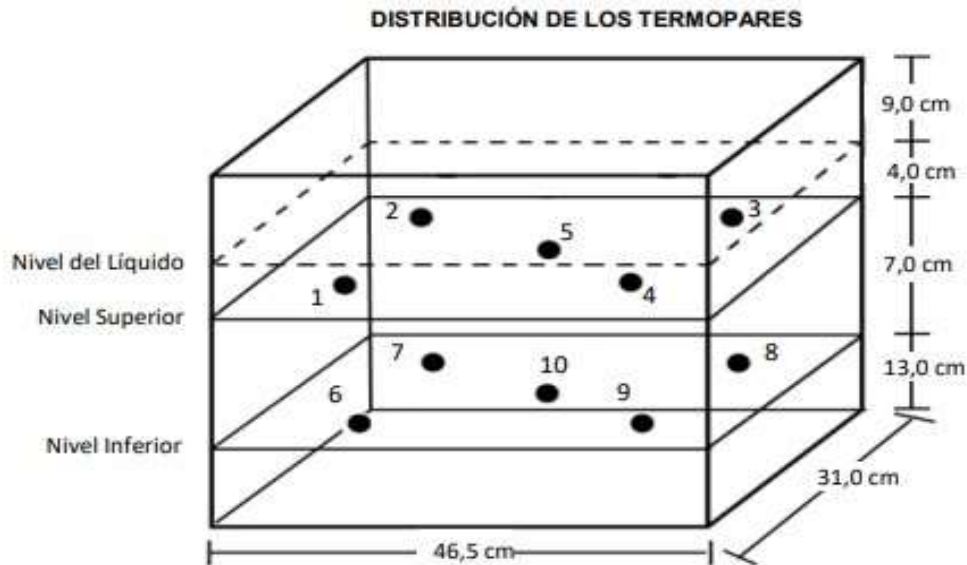
- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 60 °C**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 176 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 6 cm de las paredes laterales y a 4 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

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

Página 1 de 3

1. Expediente	210475	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	Av. Vicente Ruso lote 8 Fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Equipo	PRENSA MARSHALL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad	5000 kgf	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	YUFAN	
Modelo	STM-56	
Número de Serie	101216	
Procedencia	CHINA	
Identificación	PM-01 (*)	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIWEIGHT	
Modelo	315-X8	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0,1 kgf	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	
5. Fecha de Calibración	2021-09-11	

Fecha de Emisión

2021-09-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

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

Sello



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

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

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

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Av. Vicente Ruso lote 8 Fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

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

9. Patrones de referencia

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

10. Observaciones

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 195 - 2021**

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	503,8	503,1	502,7	503,2
20	1000	1004,3	1003,6	1003,2	1003,7
30	1500	1503,2	1502,7	1502,6	1502,8
40	2000	2002,5	2001,8	2001,9	2002,1
50	2500	2501,1	2500,9	2501,0	2501,0
60	3000	2999,5	2999,0	2999,2	2999,2
70	3500	3497,4	3496,5	3497,0	3497,0
80	4000	3996,5	3995,6	3996,0	3996,0
90	4500	4492,5	4491,7	4492,2	4492,1
100	5000	4989,5	4988,4	4989,0	4989,0
Retorno a Cero		0,1	0,1	0,0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
500	-0,64	0,22	---	0,02	0,21
1000	-0,37	0,11	---	0,01	0,21
1500	-0,19	0,04	---	0,01	0,21
2000	-0,10	0,03	---	0,01	0,21
2500	-0,04	0,01	---	0,00	0,21
3000	0,03	0,02	---	0,00	0,21
3500	0,09	0,03	---	0,00	0,21
4000	0,10	0,02	---	0,00	0,21
4500	0,18	0,02	---	0,00	0,21
5000	0,22	0,02	---	0,00	0,21

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Anexo 7. Constancia de vigilancia, prevención y control del COVID-19 en el trabajo:

	FORMULARIO	FOR-CENSOPAS
	CONSTANCIA DE REGISTRO	Edición N° 01
		Página 1 de 1



MINISTERIO DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD

CONSTANCIA DE REGISTRO N° 043075-2020

EL MINISTERIO DE SALUD A TRAVÉS DEL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD HACE CONSTAR MEDIANTE LA PRESENTE QUE,

EMPRESA	CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A & R SOCIEDAD ANONIMA
RUC	CERRADA
PROYECTO	20561378313
SECTOR	CHICLAYO
	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

HA REGISTRADO CON FECHA **10/06/2020** SU PROYECTO DE "**PLAN PARA LA VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL DEL COVID-19 EN EL TRABAJO**". LO CUAL, CUMPLIENDO CON EL PROCESO, SU SOLICITUD DE REGISTRO, HA SIDO ACEPTADA SEGÚN LO ESTABLECIDO EN LA RM 239-2020- MINSA.



b74def69

Jesús María, 01 de Julio del 2020

MINISTERIO DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD
Centro Nacional de Salud Ocupacional y
Protección del Ambiente para la salud

La información consignada en el SICOVID, tiene carácter de declaración jurada y ha sido remitida a las instancias de fiscalización correspondiente.

	FORMULARIO	FOR-CENSOPAS
	CONSTANCIA DE REGISTRO	Edición N° 01
		Página 2 de 1



PERÚ

**Ministerio
de Salud**



MINISTERIO DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD

CONSTANCIA DE REGISTRO N° 043075-2020

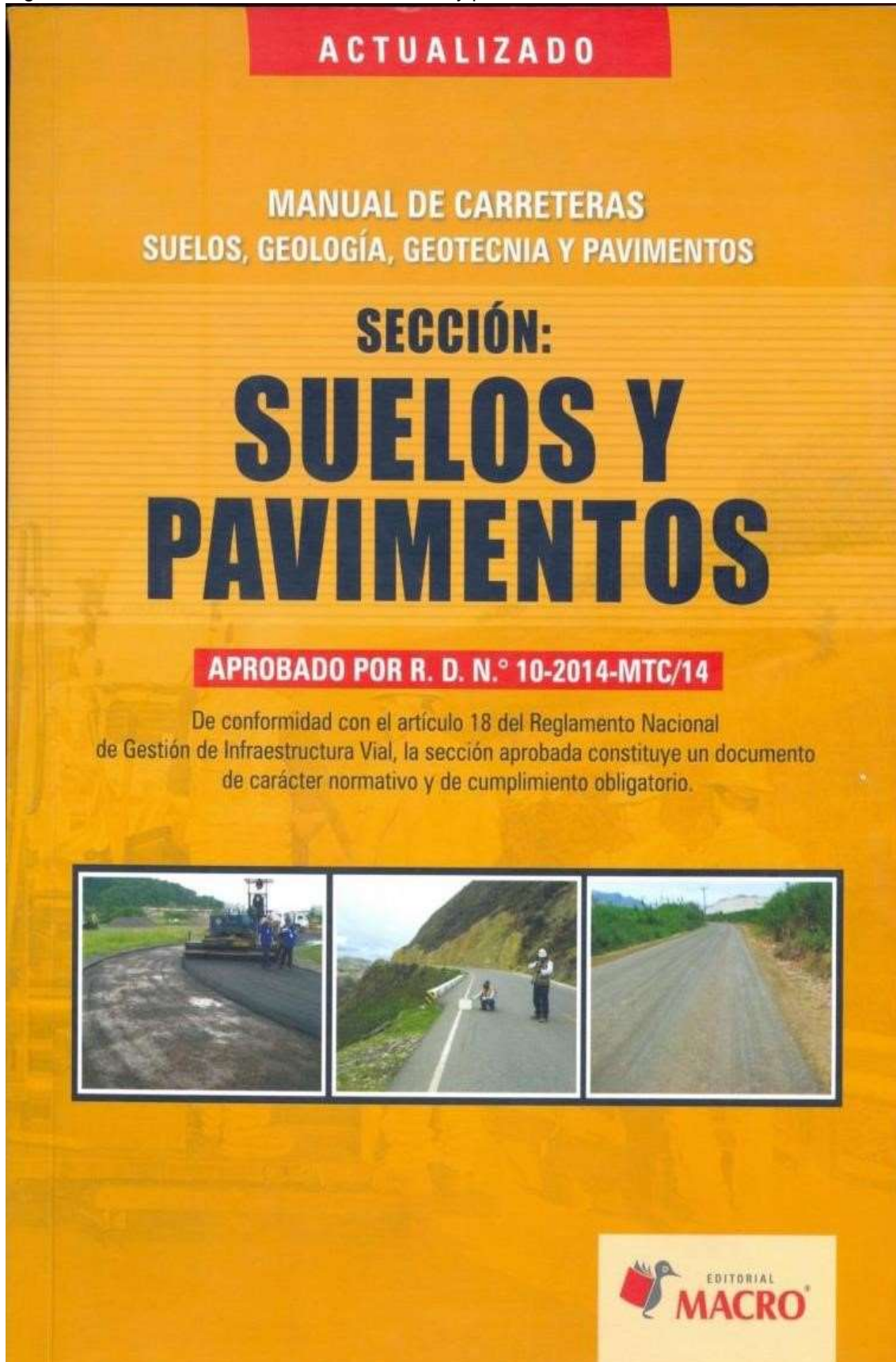
Jesús María, 01 de Julio del 2020

MINISTERIO DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD
Centro Nacional de Salud Ocupacional y
Protección del Ambiente para la salud

La información consignada en el SICOVID, tiene carácter de declaración jurada y ha sido remitida a las instancias de fiscalización correspondiente.

Anexo 8. Normalidad empleada:

Figura 12: Manual de carreteras sección suelos y pavimentos.



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Anexo 9. Ensayos:



CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz 5/N Lote N° 08 - Fundo El Cerillo- Chiclayo, 978 360 036 – 993 595 300.

constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

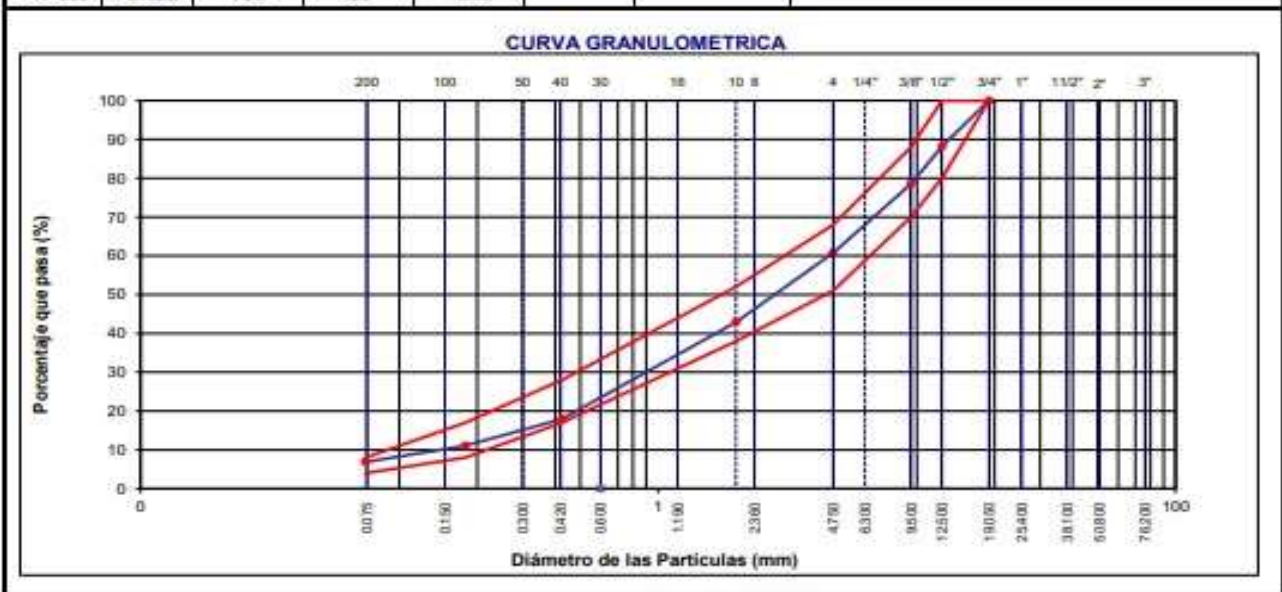
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

(MTC E294 - ASTM C136 - AASHTO T27)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Etien, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Mezcla de agregados	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	39%
Arena Chancada	28%
Arena Zarandeada	33%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO								
TAMIZ	ABRDT 1-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	MAC - 2		
1"	25.000							TAMANO MAXIMO : 3/4" Peso inicial seco : 5000.0 gr Peso fraccion fino : 700.0 gr Peso humedo : 800.0 gr Peso seco : 791.0 gr Humedad : 1.14 %
3/4"	19.000				100.0	100	100	
1/2"	12.500	589.0	11.8	11.8	88.2	80	100	
3/8"	9.500	484.2	9.7	21.5	78.5	70	88	
N° 4	4.750	890.5	17.8	39.3	60.7	51	68	
N° 10	2.000	205.5	17.8	57.1	42.9	38	52	
N° 40	0.425	287.8	25.0	82.1	17.9	17	28	
N° 80	0.180	78.9	6.8	88.9	11.1	8	17	
N° 200	0.074	48.5	4.2	93.1	6.9	4	8	
< N° 200	FONDO	79.3	6.9	100.0				



Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
 Laboratorio de Materiales
 Chiclayo, Perú

Ing. Edwin Roberto Castañeda Payano
 Responsable Laboratorio de Materiales





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo. ☎ 978 360 034 - 993 595 300.

✉ constructora_ayr_chiclayo@gmail.com

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	Mezcla de agregados	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	39%
Arena Chancada	28%
Arena Zarandeada	33%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	39.27	37.51
B Arena.	60.73	56.17

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200
Mezcla	100.0	100.0	88.2	78.5	60.7	42.9	17.9	11.1	6.9	
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-65	28 - 52	17 - 28	8-17	4-8	

#	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta			
2	C.A. en peso de la mezcla			
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)			
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)			
5	% de filler en peso de mezcla(mínimo 55% pasa malla #200)			
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico			
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)			
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)			
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)			
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)			
11	Peso específico aparente del filler			
12	Altura promedio de la probeta			
13	Peso de la probeta en el aire			
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca			
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C			
16	Volumen de la Probeta 14-15			
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)			
18	Peso específico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 , MTC E 508)			
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100(1/2.65)+(3*2/(7+8))+(4*2/(9+10))$			
20	% de vacíos con aire $100(1-17/18)$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)			
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/(3/7)+(4/8)+(5/11)$			
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/(3/8)+(4/10)+(5/11)$			
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P-8)+(4/P-10))$			
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)			
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$			
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$			
27	% vacíos del agregado mineral 100-25			
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$			
29	Relación betún vacíos $(26/27)*100$			
30	Lectura del aro			
31	Estabilidad sin correje (tabla de calibración del anillo)			
32	Factor de estabilidad			
33	Estabilidad corregida 31*32			
34	Lectura del flexímetro (0.01") $(35 / 0.254)$			
34	Fluencia			
35	Relacion Estabilidad / Fluencia			

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
 Gerente General
 Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
 Ingeniero R. H. B. C.
 Chiclayo - Perú





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, ☎ 978 360 036 - 993 595 300.

✉ constructora_ayr.chiclayo@gmail.com

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera	
DESCRIPCION	Playa Lobos, Elen, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Mezcla de agregados	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	39%
Arena Chancada	28%
Arena Zarandeada	33%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Densos
A Grava Triturada	39.27	37.31
B Arena.	60.73	55.88

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200
Mezcla	100.0	100.0	88.2	78.5	60.7	42.9	17.9	11.1	6.9	
Especificaciones	100	100	86-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8	

#	1	2	3	Prom.	
1	Numero de probeta				
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.0	5.0	5.0
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.31	37.31	37.31
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.88	55.88	55.88
5	% de filler en peso de mezcla/minimo 65% pasa malla #200)	%	1.81	1.81	1.81
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.673	2.673	2.673
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASTHO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.725	2.725	2.725
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.578	2.578	2.578
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASTHO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.679	2.679	2.679
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6.0	6.1	6.2
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1232.5	1212.5	1203.0
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1229.5	1218.1	1205.5
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	690.0	684.1	674.3
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	539.5	534.0	531.2
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.266	2.271	2.263
18	Peso especifico teorico maximo (Rico) (ASTM D 2041 , AASTHO T 209 , MTC E 508)	gr/cc	2.429	2.428	2.428
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2/6)+(3^2/(7+8))+4^2/(9+10)]$	gr/cc	2.501	2.501	2.501
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3205 , MTC E 505)	%	6.68	6.49	6.74
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/[(3/7)+(4/9)+(5/11)]$	gr/cc	2.555	2.555	2.555
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/[(3/6)+(4/10)+(5/11)]$	gr/cc	2.749	2.749	2.749
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4) / [(3/P. 8)+(4/P.10)]$	gr/cc	2.618	2.618	2.618
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23^2-21)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.97	0.97	0.97
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)^*17/21$	%	84.26	84.45	84.21
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	9.06	9.08	9.05
27	% vacios del agregado mineral $100-25$	%	15.74	15.57	15.79
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	4.10	4.10	4.10
29	Relación betun vacios $(26/27)*100$	%	57.55	58.30	57.34
30	Lectura del are.	kg	156	156	145
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	576	660	614
32	Factor de estabilidad		0.93	0.96	0.96
33	Estabilidad corregida 31^*32	kg	536	633	589
34	Lectura del flaximetro $(0.01") (35 / 0.254)$	pul.	11	11	12
34	Fluencia	m.m.	2.79	2.79	3.05
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	191.7	226.7	193.3

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
 Jaime María Valle Martínez
 INGENIERO EN LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
 Camacho Ruiz Jam Paul
 INGENIERO EN LABORATORIO





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 978 360 036 – 993 595 300.

constructora_ayr.chiclayo@gmail.com

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

PROYECTO	Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera	
	: Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Mezcla de agregados	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	39%
Arena Chancada	28%
Arena Zarandeada	33%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz													
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200				
A	Grava Triturada	39.27	37.11													
B	Arena	60.73	55.60													
Mezcla			100.0	100.0	88.2	78.5	60.7	42.9	17.9	11.1	6.9					
Especificaciones			100	100	88-100	78-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8					

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.5	5.5	5.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	37.11	37.11	37.11	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	55.60	55.60	55.60	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 85% pasa malla #200)	%	1.79	1.79	1.79	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.725	2.725	2.725	2.699
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.578	2.578	2.578	
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.679	2.679	2.679	2.629
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6	6.2	6.1	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1218.0	1201.9	1198.5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1222.6	1204.7	1203.9	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	697.9	689.0	689.8	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	524.7	515.7	518.1	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.321	2.331	2.331	2.328
18	Peso específico teórico máximo (Rico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.420	2.420	2.420	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 \times (2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10)$	gr/cc	2.482	2.482	2.482	
20	% de vacíos con aire $100 \times (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.09	3.71	3.68	3.83
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc	2.555	2.555	2.555	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/6) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc	2.749	2.749	2.749	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	gr/cc	2.630	2.630	2.630	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 \times 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	1.14	1.14	1.14	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4) \times 17/21$	%	85.84	86.19	86.21	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	10.06	10.10	10.11	
27	% vacíos del agregado mineral $100 - 25$	%	14.16	13.81	13.79	13.92
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) \times (3+4)$	%	4.45	4.45	4.45	
29	Relación betún vacíos $(26/27) \times 100$	%	71.09	73.15	73.29	72.51
30	Lectura del aro	kg	259	242	251	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1059	1020	1056	
32	Factor de estabilidad		0.96	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31×32	kg	1046	1020	1056	9841
34	Lectura del flexímetro $(0.01") \times (35 / 0.254)$	psi	13	13	13	13
34	Fluencia	m.m.	3.30	3.30	3.30	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3167	3089	3203	3153

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
Luis María Ruiz Brito
Ingeniero de Laboratorio

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
Ingeniero de Laboratorio
Edwin Roberto Castañeda Payano





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz 5/N Lote N° 08 - Fundo El Cerillo- Chiclayo, ☎ 978 360 036 - 993 595 300.

✉ constructora_ayr.chiclayo@gmail.com

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera	
	: Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Mezcla de agregados	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	39%
Arena Chancada	28%
Arena Zarandeada	33%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Ducto
A Grava Triturada	39.27	36.92
B Arena.	60.73	55.32

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200
Mezcla	100	100.0	88.2	78.5	60.7	42.9	17.9	11.1	6.9	
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8	

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.0	6.0	6.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	36.92	36.92	36.92	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla/menor #4)	%	55.32	55.32	55.32	
5	% de filler en peso de mezcla(mínimo 65% pasa malla #200)	%	1.77	1.77	1.77	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.725	2.725	2.725	2.699
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.578	2.578	2.578	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.679	2.679	2.679	2.629
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.1	6.2	6.3	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1216.6	1199.8	1205.0	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1218.2	1200.5	1208.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	697.1	688.9	692.9	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	521.1	513.6	515.1	
17	Peso Unitario de la Probeta: 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.335	2.336	2.339	2.337
18	Peso específico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.431	2.431	2.431	
19	Máxima densidad teorica de los agregados $100 \times [(3/6) + (3/2) \times (7+8) + (4/2) \times (9+10)]$	gr/cc	2.463	2.463	2.463	
20	% de vacios con aire $100 \times [(1-17/18)]$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.96	3.90	3.76	3.87
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2) \times [(3/7) + (4/9) + (5/11)]$	gr/cc	2.556	2.556	2.556	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21) \times [(3/8) + (4/10) + (5/11)]$	gr/cc	2.749	2.749	2.749	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) \times [(3/P-8) + (4/P-10)]$	gr/cc	2.666	2.666	2.666	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6[(23-21) \times (23/21)]$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	1.65	1.65	1.65	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4) \times (17/21)$	%	85.86	85.91	86.04	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25+20)$	%	10.18	10.19	10.20	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	14.14	14.09	13.96	14.06
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) \times (3+4)$	%	4.48	4.48	4.48	
29	Relacion betun vacios $(26/27) \times 100$	%	72.01	72.32	73.05	72.46
30	Lectura del aro.	kg	247	236	225	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1043	1003	949	
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 21×32	kg	1043	1003	949	998
34	Lectura del fleximetro $(0.01") \times (95 / 0.254)$	pul.	13	14	13	13
34	Fluencia	m.m.	3.30	3.56	3.30	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/mm	3153	2821	2873	2949

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

 Luis Norberto Ruiz
 Ingeniero de Materiales

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

 Sergio R. Rivera Carreón
 Ing. Civil





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 978 360 036 - 993 595 300.

constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -246

PROYECTO	Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playas Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	Mezcla de agregados	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	39%
Arena Chancada	28%
Arena Zarandeada	33%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Densidad	% Que Pasa el Tamiz											
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200		
A Grava Triturada	39.27	36.72												
B Arena	60.73	55.03												
Mezcla			100.0	100.0	88.2	78.5	60.7	42.9	17.9	11.1	6.9			
Especificaciones			100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8			

#	Descripción	1	2	3	Prom.	
1	Numero de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	6.5	6.5	6.5		
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	36.72	36.72	36.72		
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	55.03	55.03	55.03		
5	% de filer en peso de mezcla(mínimo 65% pasa malla #200)	1.75	1.75	1.75		
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	1.021	1.021	1.021		
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	2.673	2.673	2.673		
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	2.725	2.725	2.725	2.699	
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	2.578	2.578	2.578		
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	2.679	2.679	2.679	2.629	
11	Peso específico aparente del filer	0.86	0.86	0.86		
12	Altura promedio de la probeta	6.1	6.2	6.1		
13	Peso de la probeta en el aire	1216.8	1214.5	1215.6		
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	1219.2	1221.3	1219.5		
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	687.7	686.8	688.8		
16	Volumen de la Probeta 14-15	531.5	534.5	530.7		
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	2.289	2.272	2.291	2.284	
18	Peso específico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	2.455	2.455	2.455		
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100/[(2.65)+(3*(2.7+8)+(4*(2.65+10)))]$	2.445	2.445	2.445		
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	6.75	7.45	6.70	6.97	
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/[(37)+(4.9)+(5/11)]$	2.556	2.556	2.556		
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]$	2.749	2.749	2.749		
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/[(3*P-8)+(4*P-10)]$	2.721	2.721	2.721		
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	2.41	2.41	2.41		
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*1.721$	83.73	83.11	83.78		
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	9.51	9.44	9.52		
27	% vacios del agregado mineral $100-25$	15.27	16.89	16.22	16.46	
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	4.29	4.29	4.29		
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	58.48	55.89	58.67	57.68	
30	Lectura del are	176	186	180		
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	744	765	760		
32	Factor de estabilidad	0.96	0.96	0.96		
33	Estabilidad corregida $31*32$	714	754	730	733	
34	Lectura del fleximetro $(0.01") (35/0.254)$	14	14	15	14	
34	Fluencia	m.m.	3.56	3.81		
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	Ag/cm	2007	2120	1916	2015

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
Luzmila Pantoja Harada
Técnica de Laboratorio

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
Ing. Juan Carlos Pantoja Harada
Técnico de Laboratorio





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz 5/N Lote N° 08 - Fundo El Cerro- Chiclayo, ☎ 978 360 036 – 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

PROYECTO	: Agración de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCIÓN	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Mezcla de agregados	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	
1.- PESO DEL MATERIAL	1204.5	1206.6	1208.5	1207.4	1202.3	
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3	3236.3	
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4440.8	4442.9	4444.8	4443.7	4438.6	
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3946.0	3946.0	3945.5	3947.0	3948.9	
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	494.8	496.9	499.3	496.7	489.7	
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.434	2.428	2.420	2.431	2.455	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.434	2.428	2.420	2.431	2.455	

CONTENIDO C.A. %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.72	DISEÑO	

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
JAM PAUL CAMACHO RUIZ
INGENIERO EN OBRAS DE CARRETERAS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
EDWIN ROBERTO CASTAÑEDA PAYANO
INGENIERO EN OBRAS DE CARRETERAS





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

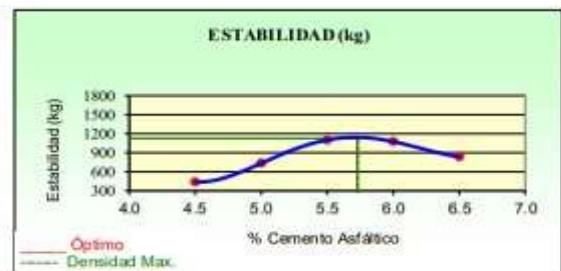
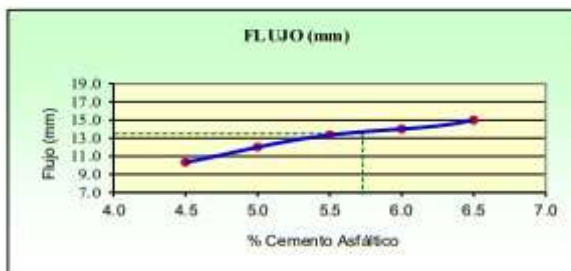
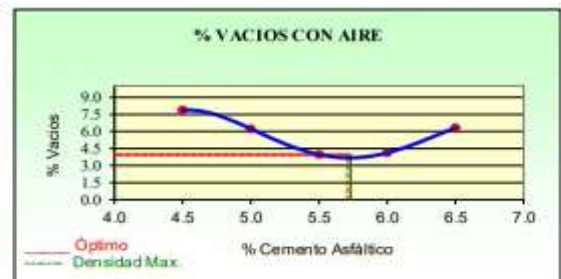
Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 978 360 036 - 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	RESP. LAB.	: R.H.B.C
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 85/100	TEC. LAB.	: L.M.F.H.
CANTERA	: Tres Tomas	FECHA	: Setiembre 2021
MATERIAL	: Mezcla de agregados		
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.		



RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	5.72
Peso Unitario (gr/cm ²)	2.335
Vacios (%)	4.0
Vacios del Agregado mineral (%)	14.3
Vacios Llenados de C.A (%)	73.0
Flujo (mm)	3.4
Estabilidad (Kg)	1130
Relación Polvo Asfalto	1.06

Observaciones : El Óptimo de Cemento Asfáltico se obtiene del Peso unitario, Vacios al aire y Estabilidad

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

 Luisa María Palco Hurtado
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

 Ing. Reynier H. Bizarro Cayay
 INGENIERO CIVIL
 REG. Nº 1234





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo. ☎ 978 360 036 – 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP 400.012, MTC E 204)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	TAMAÑO MAXIMO
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	315	1.8	1.8	98.2	PESO TOTAL: 17750.0 gr
1/2"	12.700	5854.0	33.0	34.8	65.2	PESO HUMEDO: 500.0
3/8"	9.525	4534.0	25.5	60.3	39.7	PESO SECO: 497.8
1/4"	6.350					HUMEDAD (%) : 0.44
N° 4	4.750	5959.0	33.6	93.9	6.1	
N° 8	2.380	1088.0	6.1	100.0	0.0	
N° 10	2.000					
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420					
N° 50	0.297					
N° 60	0.250					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074					
PAN						
TOTAL		17750				

% PERDIDA

MALLAS US STANDARD



Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
 Edwin Roberto Payano Castañeda
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
 Ing. Ricardo H. Torres Castro
 INGENIERO CIVIL





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 📞 978 360 036 - 993 595 300.

✉️ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NTP 400.021, MTC E 206)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Rol	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

AGREGADO GRUESO

A	Peso Mat.Saf. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1149.0	1326.6		
B	Peso Mat.Saf. Sup. Seca (En Agua) (gr)	721.6	834.5		
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B (gr)	427.4	492.1		
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1140.9	1317.2		
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	419.3	482.7		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.669	2.677		2.673
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.688	2.696		2.692
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.721	2.729		2.725
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.71	0.72		0.71%

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
Luis María Pulco Huertas
INGENIERO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA
[Firma]
Ing. Carlos H. ...
INGENIERO DE LABORATORIO





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrillo- Chiclayo. 📞 978 360 036 - 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(NTP 400.016, MTC E-209)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

FRACCION		GRADACION ORIGINAL %		Peso de fracción ensayada	Peso retenido después del ensayo	Pérdida después del ensato (gr)	Pérdida después del ensato (%)	Pérdida corregida
PASA	RETIENE	Peso retenido	% retenido					
			A	B	C	D	E	F
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"							
3/4"	1/2"	5854.0	35.8	675.0	653.3	21.7	3.2	1.15
1/2"	3/8"	4534.0	27.7	300.0	261.8	38.2	12.7	3.53
3/8"	N° 4	5959.0	36.5	300.0	266.5	33.5	11.2	4.07
	< N° 4							
TOTALES		16347.0	100.0	1275.0				8.8

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
Luzmila Páez Barrios
TECNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
Ing. Gerardo H. Torres Casare
INGENIERO EN GEOTECNIA





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz 5/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo. 📞 978 360 036 – 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

(NTP 400.019, MTC E - 207)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Rober	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

TAMIZ		A	B	C	D
PASA	RETIENE				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"		2500		
1/2"	3/8"		2500		
3/8"	1/4"				
1/4"	N°4				
N°4	N°8				
PESO TOTAL			5000		
PESO RETENIDO EN TAMIZ N°12			3862		
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO			1138		
N° DE ESFERAS			11		
PESO DE LAS ESFERAS			4532		
TIEMPO DE ROTACIONES (m)			15		
% DE DESGASTE			22.8		

Observaciones:

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
Luzmila Morúa Palco Huarcaya
INGENIERO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
Ing. Jaime H. Torres Cotto
INGENIERO DE LABORATORIO
MTC E-207





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo. 📞 978 360 036 – 993 595 300.
✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

ENSAYOS DE AFINIDAD AGREGADO - BITUMEN DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ADHERENCIA (ASTM D1684)

PROYECTO : Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021
DESCRIPCION : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
MATERIAL : Grava Chancada T. Máx. 3/4"
SOLICITANTE : Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.

RESP. LAB. : R.H.B.C

TEC. LAB. : L.M.F.H

FECHA : Septiembre 2021

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

Observaciones :

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

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
Luis María Páez Hurtado
INGENIERO DE INGENIERIA

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA
[Firma]
Ing. Víctor H. Torres Cayón
INGENIERO DE INGENIERIA





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, ☎ 978 360 036 – 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

ENSAYOS DE AFINIDAD AGREGADO - BITUMEN

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ADHERENCIA

(ASTM D1664)

PROYECTO : Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021

DESCRIPCION : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70

CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe

MATERIAL : Grava Chancada T. Máx. 3/4"

SOLICITANTE : Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.

RESP. LAB. : R.H.B.C

TEC. LAB. : L.M.F.H

FECHA : Septiembre 2021

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

Observaciones :

LOS VALORES INDICAN PORCENTAJES DE ADHERENCIA DESPUES DEL ENSAYO

LA ADHERENCIA PASIVA ESTA REFERIDA AL PORCENTAJE DE REVESTIMIENTO OBSERVADO LUEGO DE CULMINADO EL ENSAYO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

Luis María Páez Hincande
TECNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

Ingeniero H. Víctor Cayari
SOLICITANTE





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo. 📞 978 360 036 – 993 595 300.

✉️ constructora.qyr.chiclayo@gmail.com

INDICE DE DURABILIDAD AGREGADO GRUESO

(MTC E214)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

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

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
N° DE ENSAYO	1	2	Promedio
Hora de entrada a decantación	1.795833333	19:08	
Hora de salida de decantación (mas 20')	19:26	19:28	
Altura máxima de material fino (pulg.0.1")	1.64	1.65	
Índice de Durabilidad (De la tabla)	49.6	50.4	50.0

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

Lissette María Polanco Hernández
TÉCNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

Ing. Marco H. Torres Sotillo
ING. CIVIL - ESPECIALIDAD EN GEOTECNIA





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

🏠 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 📞 978 360 036 - 993 595 300.

✉️ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN LOS AGREGADOS

(NTP 400.040, MTC 223)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

INDICE DE APLANAMIENTO (PARTICULAS CHATAS) :

DATOS DEL ENSAYO

TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	PARTICULAS CHATAS	PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE PARTICULAS CHATAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	5854.0	184.0	3.14	56.4	177
1/2"	3/8"	4534.0	205.0	4.52	43.6	197
		10388.0			100.0	374

PORCENTAJE PARTICULAS CHATAS ($\Sigma E / \Sigma D$) = 3.7 %

INDICE DE ALARGAMIENTO (PARTICULAS ALARGADAS) :

DATOS DEL ENSAYO

TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	PARTICULAS ALARGADAS	PORCENTAJE DE PARTICULAS ALARGADAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE PARTICULAS ALARGADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	5854.0	198.0	3.38	56.4	191
1/2"	3/8"	4534.0	223.0	4.92	43.6	215
		10388.0			100.0	405

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA ($\Sigma E / \Sigma D$) = 4.1 %

% PARTICULAS CHATAS + % PARTICULAS ALARGADAS = 7.8

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
Luis María Valle Huarcaya
SECCION DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
Jorge Fernando H. Bazo Caparó
SECCION DE LABORATORIO





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo. 📞 978 360 036 – 993 595 300.

✉️ constructora_ayr.chiclayo@gmail.com

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

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

A.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS:

DATOS DEL ENSAYO

TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	5854.0	5854.0	100.00	56.4	5635
1/2"	3/8"	4534.0	4534.0	100.00	43.6	4365
		10388.0			100.0	10000

% DE DOS O MAS CARAS FRACTURADAS ($\Sigma E / \Sigma D$) = 100.0 %

B.- CON UNA CARA FRACTURADA:

DATOS DEL ENSAYO

TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	5854.0	5854.0	100.00	56.4	5635
1/2"	3/8"	4534.0	4534.0	100.00	43.6	4365
		10388.0			100.0	10000

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA ($\Sigma E / \Sigma D$) = 100.0 %

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
Jam Paul
Luzmila Palacios Barrios
DECLETO Nº 0000000000

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
Edwin Roberto
Ingeniero H. Víctor Cepeda
DECLETO Nº 0000000000





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo. 📞 978 360 036 – 993 595 300.

✉️ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN LOS SUELOS

(NTP 339.152, MTC E 219)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Grava Chancada T. Máx. 3/4"	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	IDENTIFICACION				Promedio
	1	2			
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pires	119.65	131.49			
(2) Peso Tarro + agua + sal	164.21	181.49			
(3) Peso Tarro Seco + sal	119.66	131.50			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.01	0.01			
(5) Peso de Agua (2-3)	44.56	50.00			
(6) Porcentaje de Sal	0.03 %	0.02 %			0.02 %

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA S.A.C.

Edwin Roberto Castañeda Payano
TÉCNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA S.A.C.

Jam Paul Camacho Ruiz
INGENIERO DE GEOTECNIA
MTC E 219





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerriño - Chiclayo, ☎ 978 360 036 - 993 595 300.

✉ constructora_ayr.chiclayo@gmail.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP 400.012, MTC E 204)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Agregado Fino	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

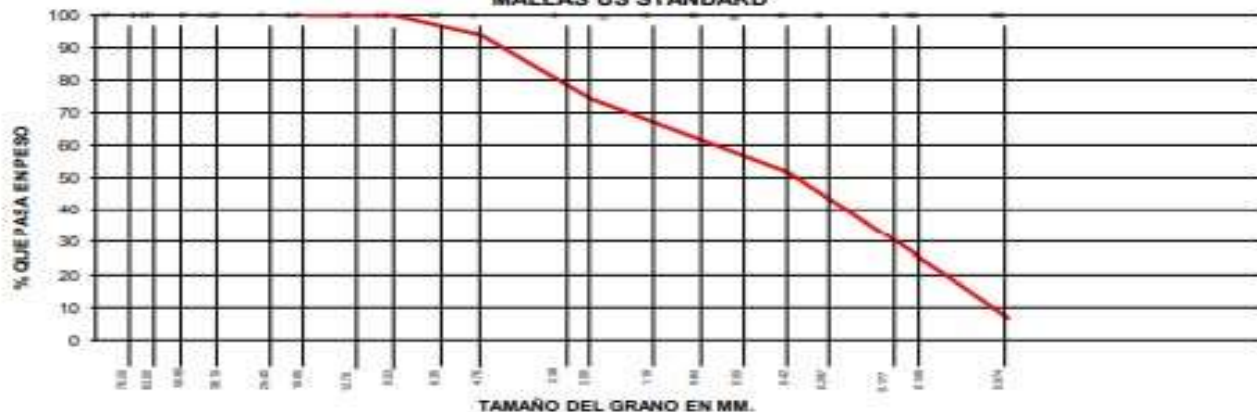
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa		TAMAÑO MAXIMO: 1/4"
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						PESO TOTAL : 625.0 gr
1/2"	12.700						PESO HUMEDO 500.0
3/8"	9.525						PESO SECO 494.9
1/4"	6.350				100		HUMEDAD (%) 1.03
N° 4	4.750	38.3	6.1	6.1	93.9		
N° 8	2.380						
N° 10	2.000	122.3	19.6	25.7	74.3		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590						
N° 40	0.420	141.8	22.7	48.4	51.6		
N° 50	0.297						
N° 80	0.117	203.1	32.5	80.9	19.1		
N° 200	0.074	77.5	12.4	93.3	6.7		
PAN		42.0	6.7	100.0	0.0		
TOTAL		625					
% PERDIDA							

MALLAS US STANDARD



Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
Luis M. F. H. Paredes
TÉCNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
Ing. Ricardo H. Torres Carrera
LABORATORIO DE MATERIALES





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz 5/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo. 📞 978 360 036 – 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NTP 400.021, MTC E 205)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANtera	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Agregado Fino	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

AGREGADO FINO

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	500.0	500.0	
B	Peso Frasco + agua	710.8	716.8	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	1210.8	1216.8	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	1019.7	1025.6	
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	191.1	191.2	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	492.8	492.81	
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	183.9	184.0	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.579	2.577	2.578
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.616	2.615	2.616
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.680	2.678	2.679
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.46	1.46	1.46%

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

Luisa María Paico Hurtado
TECNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

Ing. Marco H. Jorge Cayre
ING. CIVIL ESPECIALIZADO
EN OBRAS ASFALTICAS





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 📞 978 360 036 – 993 595 300.

✉️ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

EQUIVALENTE DE ARENA

(NTP 339.146, MTC E 114)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Agregado Fino	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	01	02	03			
HORA DE ENTRADA	10:56	10:58	11:00			
HORA DE SALIDA	11:06	11:08	11:10			
HORA DE ENTRADA	11:08	11:10	11:12			
HORA DE SALIDA	11:28	11:30	11:32			
ALTURA DE NIVEL MATERIAL FINO (A)	4.3	4.4	4.5			
ALTURA DE NIVEL ARENA (B)	2.7	2.8	2.8			
EQUIVALENTE DE ARENA (B x 100/A)	62.8%	62.5%	61.1%			
PROMEDIO:	62.1%					

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
Luisa María Palca Pintado
TECNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
Ing. Roberto Iturza Carver
INGENIERO EN GEOTECNIA
MTC E 114





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

🏠 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerriño- Chiclayo, 📞 978 360 036 – 993 595 300.

✉️ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO (MTC E 222)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferrelafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Agregado Fino	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

ENSAYO	N°	1	2	3	
PESO DEL AGREGADO FINO + MOLDE	gr.	250.50	251.20	251.30	
PESO DEL MOLDE	gr.	108.60	108.60	108.60	
PESO DEL AGREGADO FINO	(w)	141.90	142.60	142.70	
VOLUMEN DEL CILINDRO	(v)	105.29	105.29	105.29	
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE AGREGADO FINO	G_{sa}	2.679	2.679	2.679	
VACÍOS NO COMPACTADOS	%	49.7	49.4	49.4	
PROMEDIO	%	49.5			

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
Luis Méndez Pardo Barrios
INGENIERO EN GEOTECNIA

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
Ing. Carlos H. Torres Castro
INGENIERO EN GEOTECNIA





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrillo- Chiclayo, 📞 978 360 036 – 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

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

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Agregado Fino	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO (mg/gr)	
PESO DE MATERIAL PASANTE MALLA #200 (gr)	11.0	10.9	10.9		
AGUA DESTILADA (ml)	30.0	30.0	30.0		
PESO DE MATERIAL PASANTE MALLA #200 + AGUA	41.0	40.9	40.9		
SOLUCION AZUL DE METILENO	0.5	0.5	0.5		
SOLUCION AZUL DE METILENO REQUERIDA EN LA TITULACION (ml)	37.5	37.3	37.0		
VALOR DE AZUL DE METILENO (mg/gr)	1.70	1.71	1.70	1.70	

Observaciones:

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

Juan María Valde HERNÁNDEZ
TÉCNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

Ing. Edwin Payano Castañeda
INGENIERO EN GEOTECNIA
REG. EN 1988





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz 5/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo. 📞 978 360 036 – 993 595 300.

✉️ constructora_ayr.chiclayo@gmail.com

LIMITES DE CONSISTENCIA MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°40

(NTP 309.129, MTC E - 110, MTC E 111)

PROYECTO	Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021		
DESCRIPCION	Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70		
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. :	R.H.B.C
MATERIAL	Agregado Fino	TEC. LAB. :	L.M.F.H
SOLICITANTE	Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA :	Septiembre 2021

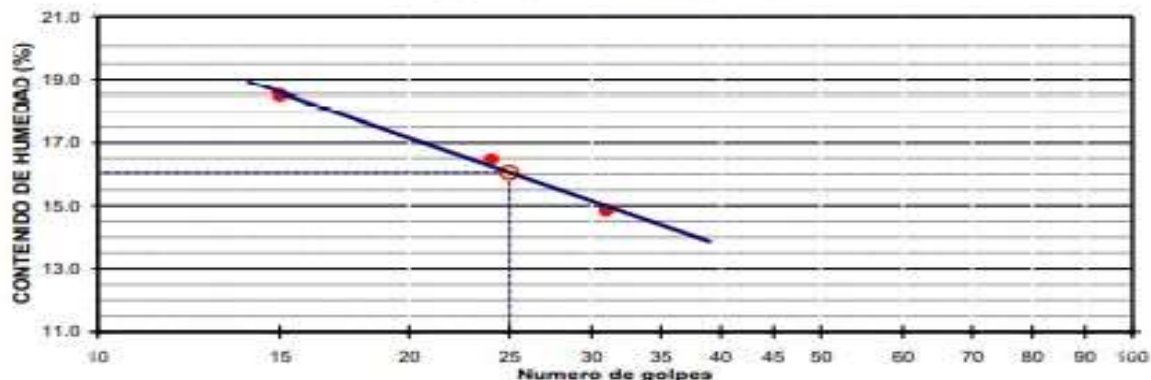
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	63	15	5	
TARRO + SUELO HUMEDO	40.61	35.82	31.26	
TARRO + SUELO SECO	37.46	33.52	29.23	
AGUA	3.15	2.30	2.03	
PESO DEL TARRO	20.42	19.56	15.56	
PESO DEL SUELO SECO	17.04	13.96	13.67	
% DE HUMEDAD	18.49	16.48	14.85	
N° DE GOLPES	15	24	31	
LIMITE PLASTICO				
N° TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
LL :	16.1	%	LP :	NP %
			IP :	NP %

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

 Jam Paul Camacho Ruiz
 TECNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

 Edwin Roberto Castañeda Payano
 TECNICO DE LABORATORIO





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 📞 978 360 036 – 993 595 300.

✉️ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

INDICE DE DURABILIDAD AGREGADO FINO

(MTC E 214)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Agregado Fino	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

TAMAÑOS DE MALLAS				Agitación Muestra	Contenido de	Muestra Lata
PASA	RETENIDO		PESO (gr.)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)	(ml.)
# 4	N°200		500		1000.0	85

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
N° DE ENSAYO	1	2	Promedio
Hora de entrada a saturación	02:55	02:58	
Hora de salida de saturación (mas 10')	03:06	03:08	
Hora de entrada a decantación	03:08	03:10	
Hora de salida de decantación (mas 20')	03:28	03:30	
Altura máxima de la arcilla (pulg.0.1")	6.75	6.78	
Altura máxima de la arena (pulg.0.1")	3.52	3.56	
Indice de Durabilidad (Df = L.arena/L.arcilla*100)	52.1	52.5	52.3

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
Luisa María Valdez Hurtado
TÉCNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
Ing. Edwin R. Castañeda Payano
ING. EN GEOTECNIA
REG. DE TÍTULOS





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo. ☎ 978 360 036 – 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

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

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Agregado Fino	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

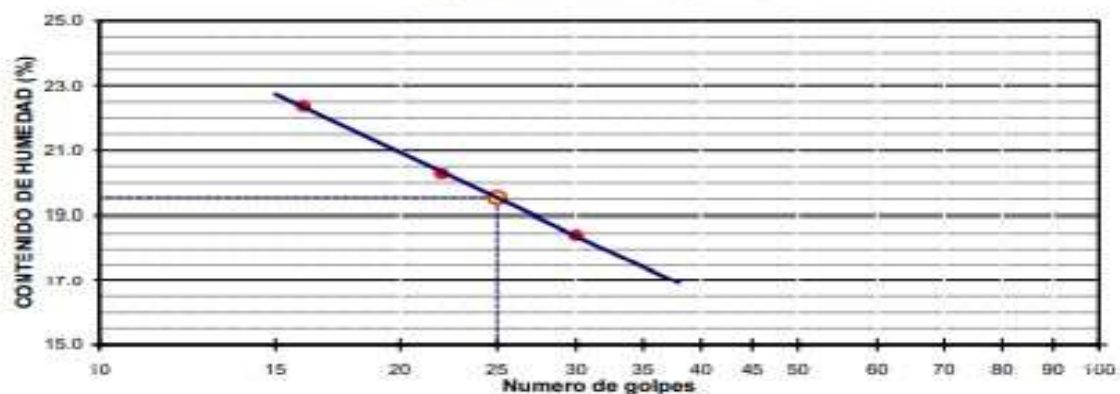
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO	7	19	8		
TARRO + SUELO HUMEDO	36.92	34.26	37.84		
TARRO + SUELO SECO	33.51	31.51	34.99		
AGUA	3.41	2.75	2.85		
PESO DEL TARRO	18.26	17.95	19.53		
PESO DEL SUELO SECO	15.25	13.56	15.46		
% DE HUMEDAD	22.36	20.28	18.43		
N° DE GOLPES	16	22	30		
LIMITE PLASTICO					
N° TARRO	12	2			
TARRO + SUELO HUMEDO	17.62	17.38			
TARRO + SUELO SECO	16.37	16.14			
AGUA	1.25	1.24			
PESO DEL TARRO	8.96	8.62			
PESO DEL SUELO SECO	7.51	7.52			
% DE HUMEDAD	16.64	16.49			
LL :	19.5 %	LP :	16.6 %	IP :	3.0 %

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
Camacho Ruiz Jam Paul
 Ingeniero Civil en Geotecnia
 TECNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
Castañeda Payano Edwin Roberto
 Ingeniero Civil en Geotecnia
 TECNICO DE LABORATORIO





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

🏠 Av. Vicente Ruso Mz 5/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 📞 978 360 036 – 993 595 300.

✉️ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS

(PROCEDIMIENTO RIEDEL - WEBER)

(MTC E 220)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021		
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70		
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. :	R.H.B.C
MATERIAL	: Agregado Fino	TEC. LAB. :	L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Ro	FECHA :	Septiembre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

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

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
[Firma]
Luis María Palco Harando
TECNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA
A&R S.A.C.
[Firma]
Ing. Wally H. Rojas Capote
ING. CIVIL - LABORATORIO





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 📞 978 360 036 – 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN LOS SUELOS

(NTP 339.152, MTC E 219)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Agregado Fino	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

	IDENTIFICACION				Promedio
	1	2			
MUESTRA					
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	91.75	116.43			
(2) Peso Tarro + agua + sal	136.31	166.43			
(3) Peso Tarro Seco + sal	91.78	116.47			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.03	0.04			
(5) Peso de Agua (2-3)	44.56	50.00			
(6) Porcentaje de Sal	0.07 %	0.08 %			0.08 %

Observaciones :

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

Luis María Páez Hurtado
TECNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA

Ing. Marco H. Jorge Casco
ING. CIVIL
REG. CO. 1834





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

🏠 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 📞 978 360 036 – 993 595 300.

✉️ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

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

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021		
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70		
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB.	: R.H.B.C
MATERIAL	: Agregado Global	TEC. LAB.	: L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA	: Septiembre 2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

Peso Inicial de muestra : Agregado Fino	Pasa (3/8")	Retiene (N°04")	1000.0	gr.
Peso Final de muestra			999.5	gr.
Porcentaje de Terrones de arcilla			0.054	%

Observaciones:

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

Luis Camacho Ruiz
Módulo 10 LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

Edwin Roberto Castañeda Payano
Módulo 10 LABORATORIO





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz 5/N Lote N° 08 - Fundo El Cenillo- Chiclayo, ☎ 978 360 036 - 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS

(MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCIÓN	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Mezcla de agregados	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	39.8%
Areña Chancada	27.5%
Areña Zarandeada	33.8%
Caucho	8.5%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO								
TAMIZ	ABRITO F-37	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	MAC - 2		
1"	25.000					100	100	TAMAÑO MÁXIMO 3/4" Peso inicial seco : 5000.0 gr Peso fracción fino : 700.0 gr
3/4"	19.000				100.0	80	100	
1/2"	12.500	599.0	12.0	12.0	88.0	70	88	
3/8"	9.500	488.0	9.8	21.7	78.3	51	68	
N° 4	4.750	892.5	17.9	39.6	60.4	38	52	
N° 10	2.000	207.8	17.8	57.5	42.5	17	28	
N° 40	0.425	288.9	24.9	82.5	17.5	8	17	
N° 80	0.180	82.9	7.2	89.6	10.4	4	8	
N° 200	0.074	41.8	3.6	93.2	6.8			
< N° 200	FONDO	78.6	6.8	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :



CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, ☎ 978 360 036 - 993 595 300.

constructora.ar.chiclayo@gmail.com

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera	
	: Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Mezcla de agregados	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	39.0%
Arena Chancada	27.5%
Arena Zarandeada	33.0%
Caucho	0.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	39.59	37.33
B Arena.	60.41	55.17

Mezcla	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200
Mezcla	100.0	100.0	88.0	78.3	60.4	42.5	17.5	10.4	6.8	
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8	

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.72	5.72	5.72	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.44	37.44	37.44	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.07	55.07	55.07	
5	% de filler en peso de mezcla(mínimo 65% pasa malla #200)	%	1.78	1.78	1.78	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.725	2.725	2.725	2.699
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.578	2.578	2.578	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.679	2.679	2.679	2.629
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.1	6	6.1	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1195.1	1218.9	1205.0	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1198.5	1223.8	1207.8	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	684.8	692.5	687.8	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c	513.7	524.9	518.7	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.326	2.322	2.323	2.311
18	Peso específico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 808)	gr/cc	2.42	2.42	2.42	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/6)+(3^2/7+8)+(4^2/9+10))$	gr/cc	2.474	2.474	2.474	
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 509)	%	3.87	4.04	4.00	3.97
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc	2.557	2.557	2.557	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-2)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc	2.749	2.749	2.749	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))$	gr/cc	2.642	2.642	2.642	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	1.3	1.3	1.3	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	85.84	85.88	85.95	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	10.29	10.08	10.05	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	14.16	14.12	14.05	14.11
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	4.52	4.52	4.52	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	72.70	71.37	71.51	71.86
30	Lectura del aro.	kg	267	274	252	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1129	1154	1147	
32	Factor de estabilidad		1.00	0.98	1.00	
33	Estabilidad corregida $31*32$	kg	1129	1131	1147	1135.6
34	Lectura del fleximetro $(0.01") (35/0.254)$	mil	11	12	12	12
34	Fluencia	m.m.	2.9	3.1	3.1	3.02
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3893	3698	3700	3764

Observaciones : CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

Luisa María Palco Hurtado
Luisa María Palco Hurtado
TÉCNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA
Ing. Reynier H. Barga Casvaj
ING. CIVIL REGISTRADO
N.º CP 18334





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cento - Chiclayo. ☎ 978 360 036 - 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Mezcla de agregados	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO			5.72			
1.- PESO DEL MATERIAL			1205.6			
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE			3236.3			
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)			4441.9			
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)			3942.9			
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL			499.0			
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO			2.416			
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA			2.416			

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.72	DISEÑO	

Observaciones :



CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo. ☎ 978 360 034 - 993 595 300.

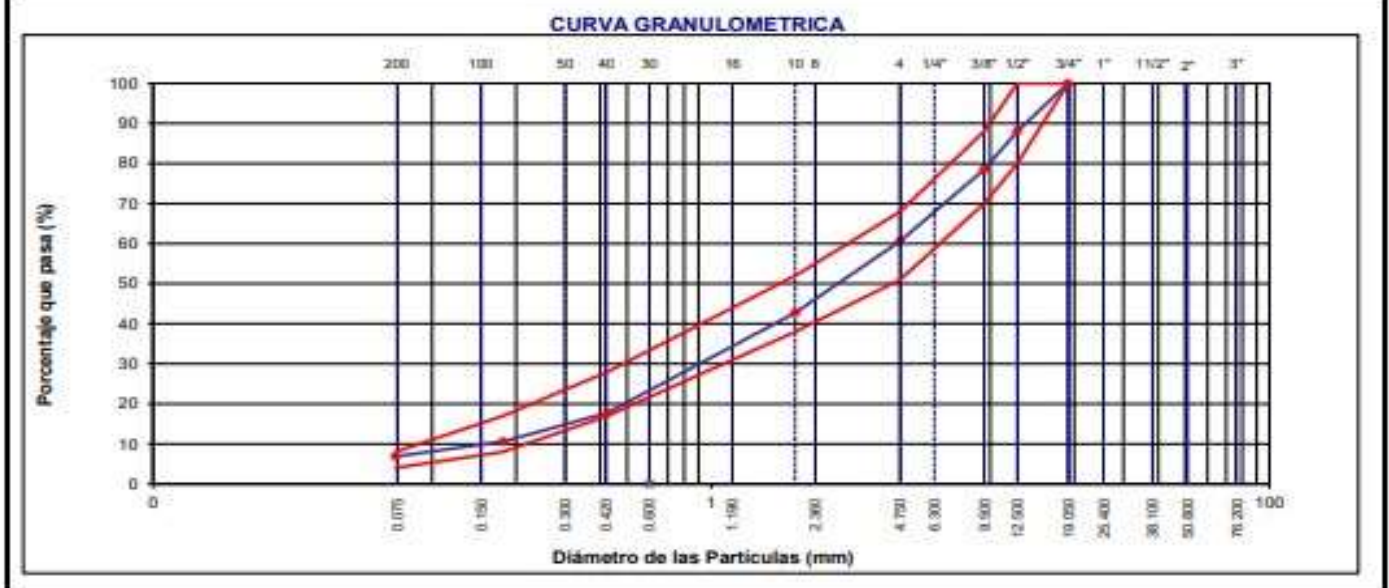
✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS (MTC E294 - ASTM C136 - AASHTO T27)

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCIÓN	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Mezcla de agregados	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	39.8%
Arena Chancada	27.5%
Arena Zarandeada	33.8%
Caucho	1.9%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO								DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION MAC - 2		
1"	25.000							TAMAÑO MÁXIMO 3/4" Peso inicial seco : 5000.0 gr Peso fracción fino : 700.0 gr
3/4"	19.000				100.0	100	100	
1/2"	12.500	598.5	12.0	12.0	88.0	80	100	
3/8"	9.500	476.5	9.5	21.5	79.5	70	68	
N° 4	4.750	893.5	17.9	39.4	60.6	51	68	
N° 10	2.000	206.6	17.9	57.3	42.7	38	52	
N° 40	0.425	287.9	24.9	82.2	17.8	17	28	
N° 80	0.180	83.4	7.2	89.4	10.6	8	17	
N° 200	0.074	42.5	3.7	93.1	6.9	4	8	
< N° 200	FONDO	79.4	6.9	100.0				



Observaciones :



CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerillo- Chiclayo, ☎ 978 360 036 – 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO METODO MARSHALL - ASTM - D 1558 AASTHO T -245

PROYECTO	Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera	RESP. LAB. : R.H.B.C TEC. LAB. : L.M.F.H FECHA : Septiembre 2021
DESCRIPCION	: Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
CANTERA	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
MATERIAL	: Tres Tomas - Ferreñafe	
SOLICITANTE	: Mezcla de agregados	
	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	39.0%
Arena Chancada	27.5%
Arena Zarandeada	33.0%
Caucho	1.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Desecho
A Grava Triturada	39.37	37.12
B Arena	60.63	55.38

Mezcla	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200
Mezcla	100.0	100.0	88.0	78.5	69.6	42.7	17.8	10.6	6.9	
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8	

N°	Descripción	#	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.72	5.72	5.72	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.12	37.12	37.12	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.38	55.38	55.38	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% para malla #200)	%	1.79	1.79	1.79	
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc	2.725	2.725	2.725	2.699
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.578	2.578	2.578	
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc	2.679	2.679	2.679	2.629
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6	6	6.1	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1211.3	1205.5	1207.1	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1214.2	1208.5	1212.1	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	684.5	683.8	682.1	
16	Volumen de la Probeta 14-75	c.c.	529.7	524.7	530.0	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc	2.287	2.298	2.278	2.287
18	1835-65060800 MÓDULO MÁXIMO (1028) (AASHTO M 2071 , AASHTO T 99 , MTC E 509)	gr/cc	2.404	2.404	2.404	
19	Máxima densidad teorica de los agregados 100/((2/5)+(3*2/7+8)+(4*2/9+10))	gr/cc	2.474	2.474	2.474	
20	% de vacios con aire 100*(1-7/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	4.86	4.42	5.25	4.84
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.555	2.555	2.555	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.749	2.749	2.749	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4)/((3P- 8)+(4*P-10))	gr/cc	2.619	2.619	2.619	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.97	0.97	0.97	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	84.37	84.76	84.63	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	10.77	10.82	10.72	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	15.63	15.24	15.97	15.61
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	4.83	4.83	4.83	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	68.88	71.08	67.34	69.81
30	Lectura del are.	kg	221	232	240	
31	Estabilidad sin corregh (valor de corrección del are)	kg	932	978	1012	
32	Factor de estabilidad		0.96	0.96	0.96	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	895	939	971	935
34	Lectura del fleximetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	13.5	14	14	14
34	Fuercia	m.m.	3.43	3.56	3.56	3.51
35	Relacion Estabilidad / Fuercia	kg/cm	2609	2641	2731	2668

Observaciones :



CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz 5/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 📞 978 360 036 – 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

PROYECTO : Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL : Mezcla de agregados	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE : Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO			5.72			
1.- PESO DEL MATERIAL			1206.9			
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE			3236.3			
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)			4443.2			
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)			3941.1			
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL			502.1			
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO			2.404			
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA			2.404			

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.72	DISEÑO	

Observaciones :



CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Riso Mz 5/N Lote N° 08 - Fundo El Cerillo- Chiclayo, ☎ 978 360 036 - 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

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

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCIÓN	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Mezcla de agregados	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

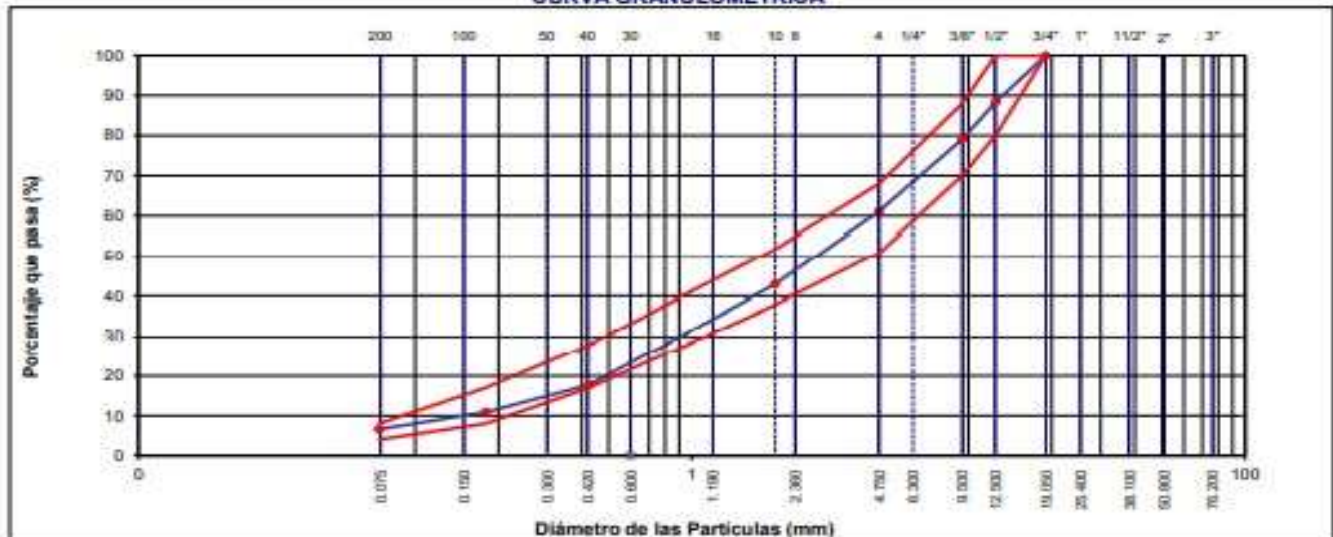
DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada	39.8%
arena Chancada	26.5%
arena Zarandeada	33.8%
Caucho	1.5%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION MAC - 2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
1"	25.000					100	100	TAMAÑO MÁXIMO 3/4" Peso inicial seco : 5000.0 gr Peso fracción fino : 700.0 gr
3/4"	19.000				100.0	80	100	
1/2"	12.500	584.5	11.7	11.7	88.3	70	88	
3/8"	9.500	462.0	9.2	20.9	79.1	51	68	
N° 4	4.750	895.0	17.9	38.8	61.2	38	52	
N° 10	2.000	208.7	18.2	57.1	42.9	17	28	
N° 40	0.425	288.6	25.2	82.3	17.7	8	17	
N° 80	0.180	78.5	6.9	89.1	10.9	4	8	
N° 200	0.074	48.9	4.3	93.4	6.6			
< N° 200	FONDO	75.3	6.6	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :



CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz 5/N Lote N° 08 - Fundo El Cerro - Chiclayo. ☎ 978 360 036 - 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

DOESIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

PROYECTO	Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera	RESP. LAB. : R.H.B.C TEC. LAB. : L.M.F.H FECHA : Septiembre 2021
DESCRIPCION	Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
CANTERA	Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
MATERIAL	Tres Tomas - Ferreñafe	
SOLICITANTE	Mezcla de agregados	
	*Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	

DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada	39.0%
Arena Chancada	26.5%
Arena Zarandeada	33.0%
Caucho	1.5%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	38.83	36.61
B Arena.	61.17	55.89

% Que Pasa el Tamiz

	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200
Mezcla	100.0	100.0	88.3	79.1	61.2	42.9	17.7	10.9	6.6	
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8	

	#	1	2	3	Prom.
1 Numero de probeta					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	5.72	5.72	5.72	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	36.61	36.61	36.61	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	55.89	55.89	55.89	
5 % de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%	1.78	1.78	1.78	
6 Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7 Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
8 Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.725	2.725	2.725	2.699
9 Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.578	2.578	2.578	
10 Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.679	2.679	2.679	2.629
11 Peso especifico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12 Altura promedio de la probeta	cm.	6.1	6.1	6.1	
13 Peso de la probeta en el aire	gr.	1219.4	1205.3	1212.2	
14 Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1225.0	1209.5	1216.0	
15 Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	685.1	677.0	678.0	
16 Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	539.9	512.5	538.0	
17 Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.259	2.263	2.253	2.258
18 Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.362	2.392	2.362	
19 Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/5)+((3/2)^2+6)+((4/2)^2+10))$	gr/cc.	2.473	2.473	2.473	
20 % de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.58	5.38	5.81	5.59
21 Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.555	2.555	2.555	
22 Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2.749	2.749	2.749	
23 Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/(3P-8)+(4P-10)$	gr/cc.	2.644	2.644	2.644	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100-5(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4489, MTC E 511)	%	0.75	0.75	0.75	
25 % del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	83.34	83.52	83.14	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	11.08	11.10	11.05	
27 % vacios del agregado mineral $100-25$	%	16.66	16.46	16.86	16.67
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - ((24/100)^2/(3+4))$	%	3.02	3.02	3.02	
29 Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	66.56	67.37	65.55	66.47
30 Lectura del aro.	kg	178	182	192	
31 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	752	769	813	
32 Factor de estabilidad		0.93	0.96	0.93	
33 Estabilidad corregida 31*32	kg	699	738	754	730
34 Lectura del fleximetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	18	18	17	18
34 Fluencia	in.in.	4.57	4.57	4.32	4.49
35 Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	1530	1614	1746	1630

Observaciones :



CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 📞 978 360 036 – 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Mezcla de agregados	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO		5.72			
1.- PESO DEL MATERIAL		1204.9			
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE		3236.3			
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)		4441.2			
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)		3937.5			
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL		503.7			
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		2.392			
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA		2.392			

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.72	DISEÑO	

Observaciones :



CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

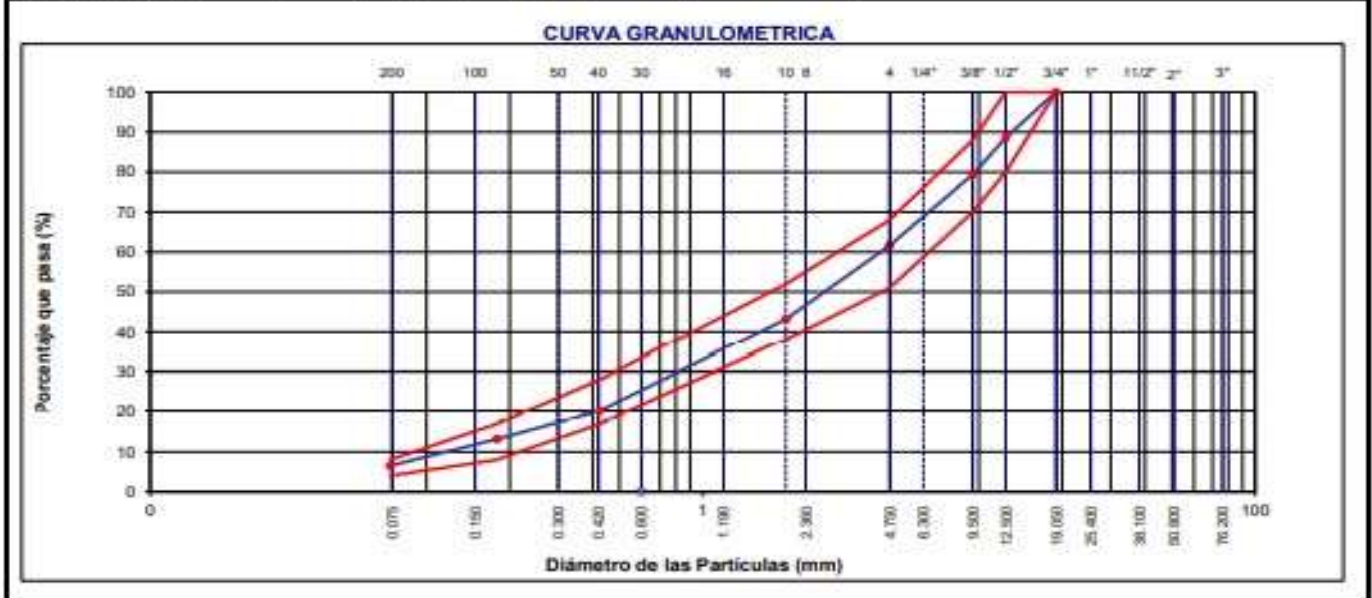
Av. Vicente Ruso Mz 5/N Lote N° 08 - Fundo El Cerro- Chiclayo, ☎ 978 360 036 - 993 595 300.
 ✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

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

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	RESP. LAB.	: R.H.B.C
DESCRIPCIÓN	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	TEC. LAB.	: L.M.F.H
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	FECHA	: Septiembre 2021
MATERIAL	: Mezcla de agregados		
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.		

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	39.8%
Arena Chancada	26.8%
Arena Zarandeada	33.9%
Caucho	2.8%
PEN 60/70	

DATOS ENSAYO								DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
TAMIZ	ABERTURA - Ø (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION MAC - 2		
1"	25.000							TAMAÑO MÁXIMO : 3/4" Peso inicial seco : 5000.0 gr Peso fracción fino : 700.0 gr
3/4"	19.000				100.0	100	100	
1/2"	12.500	570.8	11.4	11.4	88.6	80	100	
3/8"	9.500	458.0	9.2	20.6	79.4	70	88	
N° 4	4.750	892.0	17.8	38.4	61.6	51	68	
N° 10	2.000	209.5	18.4	56.8	43.2	38	52	
N° 40	0.425	260.5	22.9	79.8	20.2	17	28	
N° 80	0.180	80.5	7.1	86.9	13.1	6	17	
N° 200	0.074	75.4	6.6	93.5	6.5	4	8	
< N° 200	FONDO	74.1	6.5	100.0				



Observaciones :



CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 978 360 036 - 993 595 300.

constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

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

PROYECTO	Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera	
DESCRIPCION	Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
CANTERA	Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
MATERIAL	Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
SOLICITANTE	Mezcla de agregados	TEC. LAB. : L.M.F.H
	Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada	39.0%
Arena Chancada	26.0%
Arena Zarandeada	33.0%
Caucho	2.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Doble
A Grava Triturada	38.42	36.22
B Arena	61.58	56.28

Mezcla	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	< N° 200
Mezcla	100.0	100.0	88.6	79.4	61.6	43.2	20.2	13.1	6.5	
Especificaciones	100	100	89-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8	

N°	Descripción	#	1	2	3	Presal.
1	Número de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.72	5.72	5.72	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	36.22	36.22	36.22	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.28	56.28	56.28	
5	% de filler en peso de mezcla(mínimo 65% pasa malla #200)	%	1.78	1.78	1.78	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.673	2.673	2.673	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.725	2.725	2.725	2.699
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.578	2.578	2.578	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.679	2.679	2.679	2.629
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm	6.1	6.1	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr	1219.6	1207.5	1215.5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1234.0	1217.8	1226.5	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr	685.3	676.8	684.8	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	548.7	541.0	541.7	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.223	2.232	2.244	2.233
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.389	2.389	2.389	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100/((2/5)+(3^2/7+8)+(4^2/9+10))$	gr/cc	2.473	2.473	2.473	
20	% de vacíos con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	6.93	6.57	6.87	6.53
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc	2.553	2.553	2.553	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc	2.749	2.749	2.749	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/(3P-8)-(4^2P-10)$	gr/cc	2.600	2.600	2.600	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-5(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.70	0.70	0.70	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	82.02	82.37	82.86	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	11.02	11.07	11.13	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	17.08	17.63	17.26	17.60
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	3.08	3.08	3.08	
29	Relación betún vacíos $(25/27)*100$	%	61.31	62.76	64.71	62.93
30	Lectura del aro	kg	145	152	154	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	614	643	651	
32	Factor de estabilidad		0.89	0.93	0.93	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	546	598	606	583
34	Lectura del flexómetro (0.01") (35/0.254)	mil	19	20	19	19
34	Fluencia	m.m.	4.83	5.08	4.83	4.91
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	1132	1177	1255	1188

Observaciones :



CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerillo- Chiclayo, 📞 978 360 036 - 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

PROYECTO	: Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021	
DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente con PEN 60/70	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : R.H.B.C
MATERIAL	: Mezcla de agregados	TEC. LAB. : L.M.F.H
SOLICITANTE	: Camacho Ruiz Jam Paul y Castañeda Payano Edwin Roberto.	FECHA : Septiembre 2021

PORCENTAJE DE ASFALTO			5.72			
1.- PESO DEL MATERIAL			1207.8			
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE			3236.3			
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)			4444.1			
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)			3938.5			
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL			505.6			
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO			2.389			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO DE LA MUESTRA			2.389			

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.72	DISEÑO	

Observaciones :

Anexo 10. Presupuesto:

PRESUPUESTO DE CARPETA ASFÁLTICA CON CAUCHO RECICLADO

S10							PÁGINA:	1
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
PRESUPUESTO	0102004	"Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021"						
SUBPRESUPUESTO	001	"Caucho Reciclado en la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021"					Fecha presupuesta	29/11/2021
PARTIDA	01.05.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE 2" CON ADICION DE CAUCHO RECICLADO						
RENDIMIENTO	m3/DIA	200.0000	EQ.	200.0000		Costo unitario directo por: m3	615.50	
CÓDIGO	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA								
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0400	14.81	0.59	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0400	11.71	0.47	
0101010005	PEON		hh	5.0000	0.2000	10.63	10.63	
							11.69	
		Materiales						
232970009	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE		m3		1.2500	460.54	575.68	
232970010	CAUCHO RECICLADO		kg		0.0625	7.63	0.48	
							576.15	
EQUIPOS								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.03	0.15	
0301010007	RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOP. 111 - 130 HP		hm	1.0000	0.0400	210.74	8.43	
0301010008	PAVIMENTADORA SOBRE LLANTAS 69 HP 10 - 16		hm	1.0000	0.0400	322.03	12.88	
0301010009	RODILLO NEUMÁTICO AUTOPROPULSADO 81 - 100 HP 5.5 - 20 TON.		hm	1.0000	0.0400	155.00	6.20	
							27.66	

PRESUPUESTO DE OBRA

Presupuesto **0102004** "Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021"

Subpresupuesto **001** "Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo 2021"

Cliente **S10 S.A.C.**

Lugar **LAMBAYAQUE - CHICLAYO - CIUDAD ETEN**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTO				1,072,988.06
1.01	PAVIMENTO FLEXIBLE				1,072,988.06
01.01.01	IMPRIMACION ASFÁLTICA	m2	27,360.00	7.95	217,512.00
01.01.03	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE 2" CON ADICION DE CAUCHO RECICLADO	m3	1,389.89	615.50	855,476.06

Anexo 11. Panel fotográfico:

Arena zarandeada



Figura 13: Ensayo de peso específico de arena zarandeada.
Fuente: *Elaboración propia.*



Figura 14: Ensayo de pesos unitarios de arena zarandeada.

Fuente: Elaboración propia.

Arena chancada

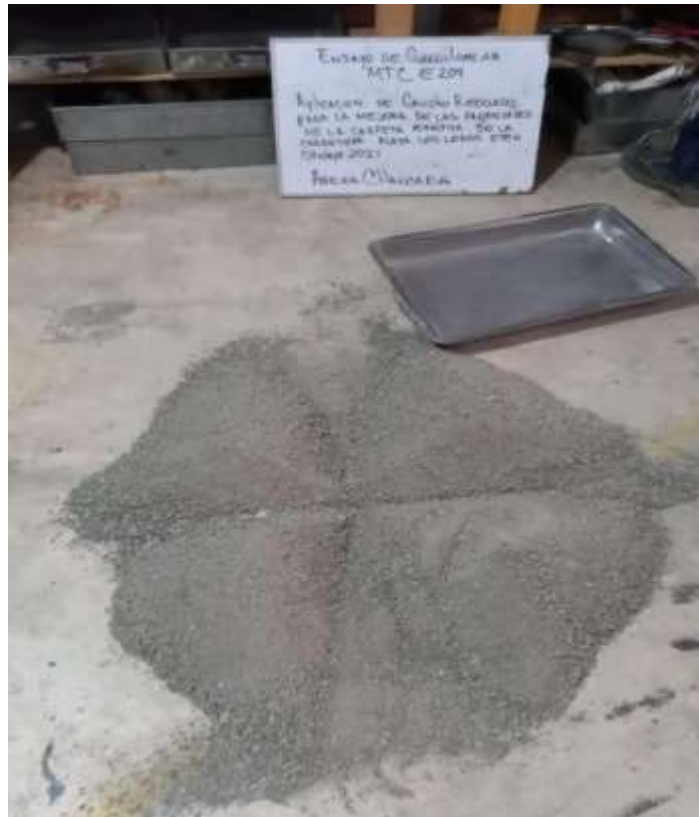


Figura 15: Ensayo de granulometría de arena chancada.
Fuente: *Elaboración propia.*



Figura 16: Ensayo de pesos unitarios de arena chancada.
Fuente: *Elaboración propia.*



Figura 17: Ensayo de pesos unitarios de arena chancada.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 18: Ensayo de peso específico de arena chancada.

Piedra chancada



Figura 19: Ensayo de granulometría de piedra chancada.

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 20: Ensayo de granulometría de piedra chancada.

Fuente: *Elaboración propia.*



Figura 21: Ensayo de granulometría de piedra chancada.

Fuente: *Elaboración propia.*



Figura 22: Ensayo de pesos unitarios de piedra chancada.

Diseño de mezcla asfáltica



Figura 23: Preparación de mezcla asfáltica.
Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.

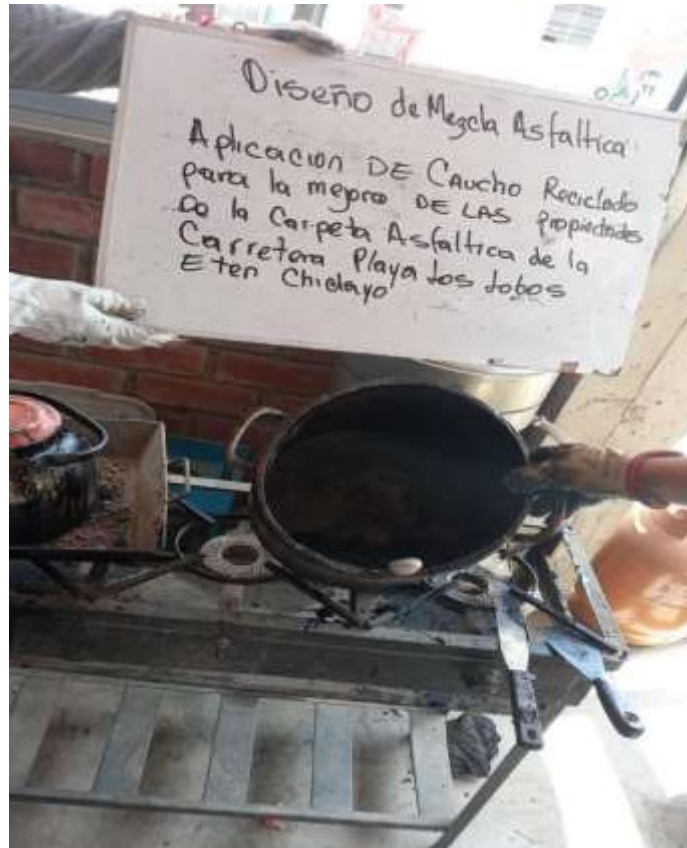


Figura 24: Preparación de mezcla asfáltica.
Fuente: *Elaboración propia.*



Figura 25: Preparación de mezcla asfáltica
Fuente: *Elaboración propia.*



Figura 26: Preparación de mezcla asfáltica.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27: Compactación de mezcla asfáltica.

Fuente: *Elaboración propia.*



Figura 28: Compactación de mezcla asfáltica.

Fuente: *Elaboración propia.*

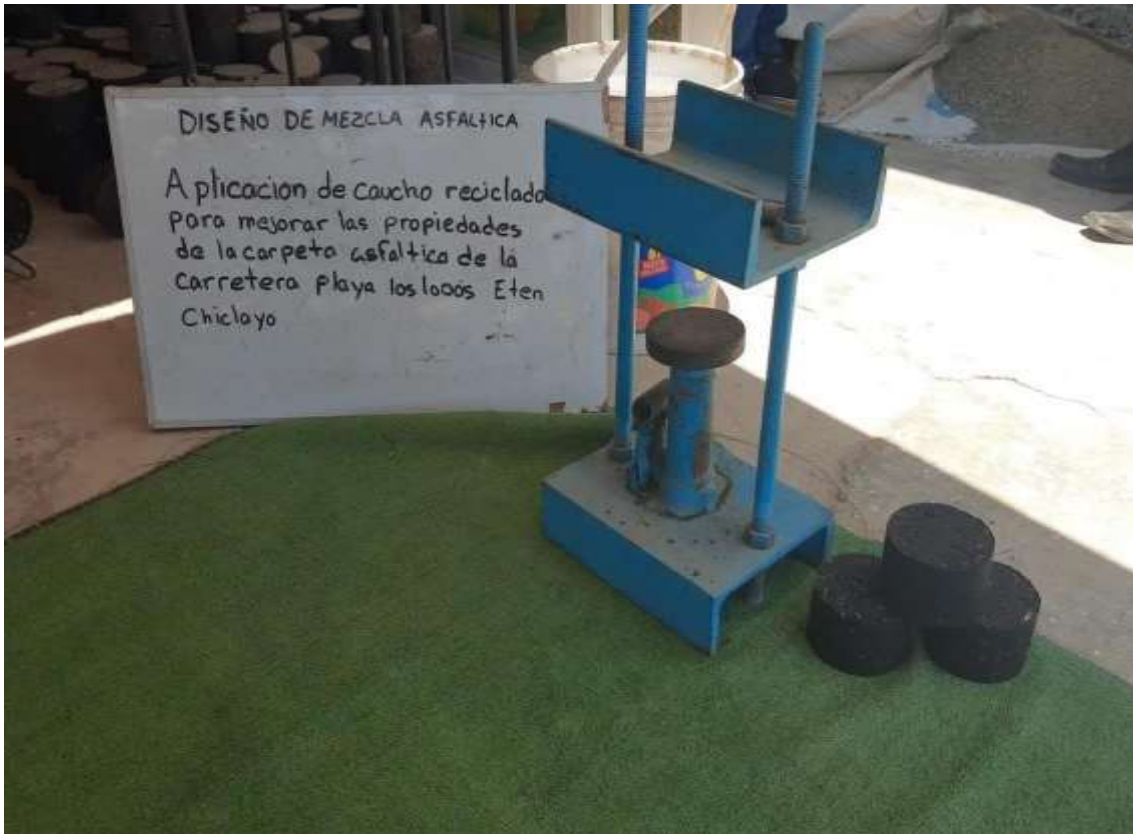


Figura 29: Ensayo Marshall.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 30: Ensayo Marshall.

Fuente: Elaboración propia.

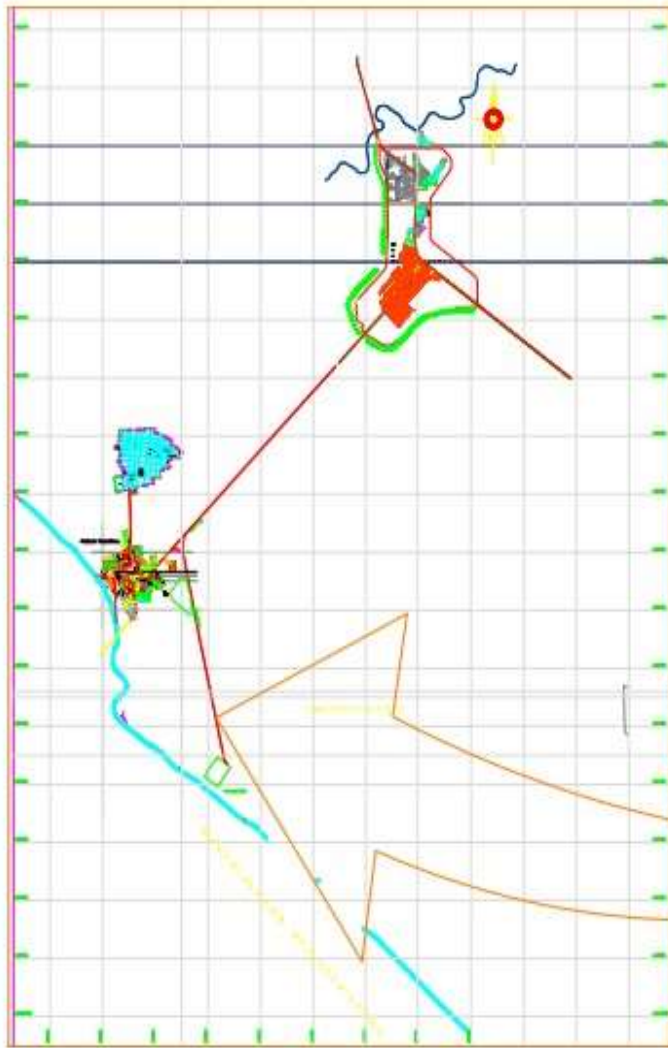


Figura 31: Ensayo marshall.
Fuente: Elaboración propia.



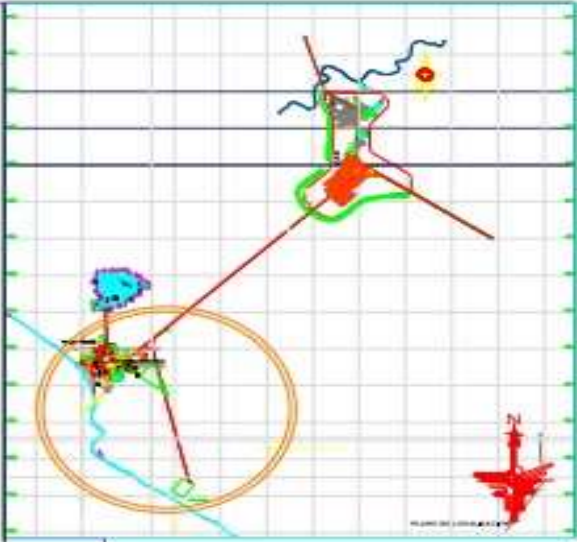
Figura 32: Ensayo Marshall.
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12. Planos:



MAPA FÍSICO - POLÍTICO DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

MAPA FÍSICO - POLÍTICO DEL PERÚ



UBICACIÓN
ESC: 1/500



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA CML

REGION	LAMBAYEQUE	
PROVINCIA	CHICLAYO	
DISTRITO	PUERTO ETEN	
CARRETERA	CARRETERA PLAYA LOBOS	
PROPIETARIO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO ETEN	
RESPONSABLES	CAMACHO RUIZ, JAM PAUL CASTAÑEDA PAYANO, EDWIN ROBERTO	
PLANO	UBICACIÓN	LÁMINA
ESCALA	INDICADAS	AÑO: 2021

U-01