



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa para elaboración de asfalto en frío, 2022.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Civil

**AUTORAS:**

Clemente Rivera, Sheyla Fiorela (orcid.org/0000-0001-5071-3250)

Maquera Vilca, Luz Marina (orcid.org/0000-0003-3341-4923)

**ASESOR:**

Mg. Ascoy Flores, Kevin Arturo (orcid.org/0000-0003-2452-4805)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar esta tesis a mis Padres Luzbelia y Edgar por sus consejos, por inculcarme sus valores para ser una persona de bien, por su apoyo incondicional, por motivarme a cumplir mis metas en lo profesional y personal y a mis hermanos Deyr y Alder por ser mi apoyo emocional.

A mis abuelitos Asunción y Juan, a mi tío Roldan quienes estuvieron en los inicios de mi formación Académica, por su apoyo incondicional, enseñanzas y consejos

Dedico esta tesis a mis padres Elisa y Manuel que, gracias a su amor, esfuerzo, sacrificio y apoyo incondicional durante el transcurso de mi vida, sobre todo durante la etapa de mi formación académica he logrado llegar hasta donde estoy y cumplir la primera de tantas metas.

Así también dedicó esta tesis a mis hermanos Buriak, Marleni, Yobana, Josmael, Renato y Royer por su amor y motivación para no temer las adversidades porque Dios siempre está con nosotros.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, por brindarme salud, fortaleza y guiarme por el buen camino.

A mis padres por su apoyo incondicional, por brindarme una educación, por inculcarme valores, por su amor y por ser ese motor y motivo que me impulsa a cumplir cada meta personal y profesional.

A mis hermanos por ser mi apoyo emocional, a mis Abuelitos y mi Tío por sus consejos.

Ante todo, quiero agradecer a Dios por que está conmigo día a día, por brindarme la fortaleza y permitir que cumpla esta gran meta.

Agradecer a mis padres y familia por inculcar en mi los valores y el deseo de superación en todo aspecto de la vida.

Así también agradecer de manera especial a todos los aportantes para el desarrollo y culminación de mi tesis.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento .....	iv
Índice de contenidos.....	v
Índice de tablas .....	vi
Índice de gráficos y figuras .....	vii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	14
3.2. Variables y operacionalización .....	15
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5. Procedimientos.....	20
3.6. Método de análisis de datos .....	35
3.7. Aspectos éticos .....	36
IV. RESULTADOS .....	37
V. DISCUSIÓN.....	48
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES .....	52
REFERENCIAS .....	53
ANEXOS.....	59
Matriz de Consistencia.....	1

## Índice de tablas

Tabla 01. Cuadro de operacionalización de variables .....	16
Tabla 02. Muestras de la investigación – NFU .....	17
Tabla 03. Muestras de la investigación – NFU .....	18
Tabla 04. Ensayos en laboratorio .....	20
Tabla 05. Requisitos de los agregados para pavimentos asfálticos en frío .....	24
Tabla 06. Ensayos de laboratorio a realizar para el agregado fino .....	25
Tabla 07. Ensayos de laboratorio a realizar para el agregado grueso .....	25
Tabla 08. Gradaciones para mezclas densas en frío .....	27
Tabla 09. Tipo de mezcla en función del tipo y espesor de la capa .....	28
Tabla 10. Parámetros de gradaciones .....	28
Tabla 11. Diseño de la muestra de Estabilidad .....	41
Tabla 12. Diseño de muestra de flujo .....	42
Tabla 13. Diseño de la muestra de porcentaje de vacíos .....	44
Tabla 14. Diseño de muestra - Resistencia .....	46

## Índice de gráficos y figuras

Figura 01. Grano de neumatico fuera de uso .....	10
Figura 02. Arena gruesa .....	11
Figura 03. Mezcla asfáltica en frío .....	12
Figura 04. Equipo Marshall .....	13
Figura 05. Equipo Lottman .....	13
Figura 06. Ubicación de la zona de la zona de estudio .....	21
Figura 07. Ubicación de la cantera .....	22
Figura 08. Muestreo de agregado .....	23
Figura 09. Secado de los agregados en el horno.esistencia .....	26
Figura 10. Análisis Granulométrico .....	27
Figura 11. Ensayo de abrasión de los ángeles esistencia .....	29
Figura 12. Preparación de muestra para ensayo de equivalente de arena .....	30
Figura 13. Ensayo de peso específico para el agregado grueso .....	31
Figura 14. Ensayo de peso específico para el agregado fino .....	31
Figura 15. Preparación de material para lavado asfáltico en centrífuga .....	32
Figura 16. Lavado asfáltico en centrífuga .....	32
Figura 17. Pesaje de pastillas de asfalto mejorado con caucho .....	34
Figura 18. Pesaje de pastillas de asfalto mejorado con caucho .....	35
Figura 19. Muestras de pastillas de asfalto mejorado con NFU .....	35
Figura 20. Adición NFU en 0% : cumple .....	37
Figura 21. Adición NFU en 2.5% : cumple .....	37
Figura 22. Adición NFU en 5% : cumple .....	38
Figura 23. Adición NFU en 10% : cumple.....	38
Figura 24. Adición NFU en 15%: no cumple.....	39
Figura 25. Adición NFU en 20 % : no cumple .....	39
Figura 26. Adición NFU en 25 %: no cumple .....	40
Figura 27. Adición NFU en 30 %: no cumple .....	40
Figura 28. Gráfico de barras de estabilidad .....	41
Figura 29. Gráfico de tendencia de estabilidad .....	42
Figura 30. Gráfico de barras de flujo .....	43
Figura 31. Gráfico de tendencia de flujo.....	43

Figura 32. Gráfico de barras de porcentaje de vacíos .....	44
Figura 33. Gráfico de tendencia de porcentaje de vacío .....	45
Figura 34. Gráfico de barras de resistencia .....	46
Figura 35. Gráfico de tendencia de la resistencia .....	46

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo general, Determinar como la incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la elaboración de asfalto en frío, 2022; Con una metodología: de nivel explicativo, tipo aplicada, de enfoque cuantitativo, diseño de investigación experimental puro, con una población y muestra constituida por 160 probetas de asfalto, la técnica de recolección de datos es la observación y el instrumento de recolección de datos es la ficha de observación. A través de los métodos empleados Marshall y Lottman, con la incorporación de neumáticos fuera de uso en porcentajes de: 0 %, 2.5 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, reduciéndose las cantidades de arena en forma descendente en los siguientes porcentajes: 58 %, 55.5 %, 53 %, 48 %, 43 %, 38 %, 33 %, 28 %, se obtuvieron los siguientes resultados según sus objetivos: Como primer objetivo específico fue determinar ¿cómo la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la estabilidad de asfalto en frío, 2022?, dando como resultados: 793.2 kg, 817.6 kg, 850.3 kg, 901.3 kg, 937.4 kg, 956.1 kg, 965.7 g, 973.4 kg; teniendo una tendencia creciente y siendo mayores a los exigidos por la normativa que es mayor a 555 kg; como segundo objetivo específico fue determinar ¿cómo la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en el flujo de asfalto en frío, 2022? dando como resultados: 3.08 %, 3.46 %, 3.848 %, 3.96 %, 4.32 %, 4.59 % 4.92 %, 5.246 % ; estando fuera del parámetro la última adición (3 % a 5 %) y como cuarto objetivo específico fue determinar ¿cómo la incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la resistencia de asfalto en frío, 2022?, dando como resultados: 91.40 kg, 97.08 kg, 99.26 kg, 106.04 kg, 109.12 kg, 106.24 kg, 96.30 kg, 73.44 kg en la que a partir de la quinta edición decrece la resistencia.

Conclusión, la incorporación de NFU en porcentajes de 0 %, 2.5 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, siendo el resultado óptimo el 10 %, adición que cumple con todos los parámetros exigidos por la normativa EG-2013.

Palabras clave: Mezcla asfáltica, NFU, Método Marshall y Método Lottman.



## Abstract

The general objective of this research is to determine how the incorporation of end-of-life tires with reduced percentages of coarse sand influences the production of cold asphalt, 2022; with a methodology: explanatory level, applied type, quantitative approach, pure experimental research design, with a population and sample consisting of 160 asphalt specimens, the data collection technique is observation and the data collection instrument is the observation sheet. Through the methods used Marshall and Lottman, with the incorporation of end-of-life tires in percentages of: 0 %, 2.5 %, 5 %, 10 %, 15 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, reducing the amounts of sand in a descending way in the following percentages: 58 %, 55.5 %, 53 %, 48 %, 43 %, 43 %, 38 %, 33 %, 28 %, the following results were obtained according to their objectives: The first specific objective was to determine how the incorporation of end-of-life tires with a reduction in the percentage of coarse sand influences the stability of cold asphalt, 2022? The first specific objective was to determine how the incorporation of end-of-life tires with reduced percentages of coarse sand influences the stability of cold asphalt, 2022, giving as results: 793.2 kg, 817.6 kg, 850.3 kg, 901.3 kg, 937.4 kg, 956.1 kg, 965.7 kg, 973.4 kg; having an increasing trend and being greater than those required by the regulation, which is greater than 555 kg; the second specific objective was to determine how the incorporation of end-of-life tires with reduced percentages of coarse sand influences the flow of cold asphalt, 2022, giving as results: 9.0 kg, 9.0 kg, 9.0 kg, 9.0 kg, 9.0 kg, 9.0 kg, 9.0 kg, 9.0 kg. The results were: 9.0 mm, 9.6 mm, 10.3 mm, 11.0 mm, 11.8 mm, 12.6 mm, 13.5 mm, 14.4mm. 4mm , being all within the required parameter (8 mm to 16 mm), the third specific objective was to determine how the Incorporation of end-of-life tires with reduced percentages of coarse sand influences the void percentage of cold asphalt, 2022 , giving as results: 3.08 %, 3.46 %, 3.85 %, 3.96 %, 4.32 %, 4.59 % 4.92 %, 5.25 % ; being out of the parameter the last addition (3 % to 5 %) and as fourth specific objective was to determine how the incorporation of end-of-life tires with reduced percentages of coarse sand influences the resistance of cold asphalt, 2022, giving as results: 91.40 kg, 97.08 kg, 99.26 kg, 106.04 kg, 109.12 kg, 106.24 kg, 96.30 kg, 73.44 kg in which from the fifth edition the resistance

decreases.

Conclusion, the incorporation of NFU in percentages of 0 %, 2.5 %, 5 %, 10 %, 15 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, being the optimum result 10 %, addition that meets all the parameters required by the EG-2013 regulation.

Keywords: Asphalt mix, NFU, Marshall Method and Lottman Method.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las vías internacionales presentan fallas en un menor tiempo de lo proyectado, deteriorándose y teniendo una baja resistencia, esto a causa de errores durante el proceso de la construcción y problemas de diseño de la mezcla asfáltica. Por tal razón las vías están en continuo auge y mejoramiento de nuevas tecnologías que contribuyen con la mejora de las propiedades mecánicas. Al incorporar como insumo los neumáticos fuera de uso para la elaboración de la MA para las diferentes vías de transporte, se busca perfeccionar los parámetros del diseño de la MA: resistencia, estabilidad, flujo, % de vacíos. Así mismo, el Perú no es ajeno a ello, puesto que nuestra normativa viene siendo actualizada continuamente con la finalidad de dar paso a las corrientes metodológicas de “Low Cost”, las que aportarán económicamente y contribuirán a los problemas ambientales.

A nivel internacional tenemos a, Dueñas y Sanchez (2017) en estos últimos años han estudiado el comportamiento de los aglomerados modificados, obteniendo así una nueva técnica para la construcción de pavimentos. Dichos estudios de asfaltos modificados con grano de caucho, han demostrado mejoras en sus propiedades físico-mecánicas.

Contreras y Delgado (2017) gran parte de las carreteras son construidas de pavimentos de hormigón asfáltico, lo que nos lleva afrontar distintos problemas como es la baja durabilidad de la capa asfáltica. El mal aspecto de la vía viene a perjudicar a la ciudadanía, por esta razón se han desarrollado nuevas tecnologías sobre MA modificadas con la inclusión de polvo de neumáticos, para mejorar las condiciones de las calzadas.

Díaz y Castro (2017) indica que según la información del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, según estudios hechos por parte de la Unión Temporal OCADE LTDA, SANIPLAN, AMBIENTAL S.A. Se determinó que en el año 1999 se registró un total de 1.981.375 unidades de neumáticos usados en la ciudad de Bogotá. Durante el mes de agosto del año 2010 se usaron un total de 2.642.938 de llantas usadas en la

ciudad de Bogotá, resultando un 25% más que el año 1999. En adición a lo mencionado en el marco nacional durante el año 2008 el consumo de llantas fue de 4.493.092.

A nivel nacional tenemos a, Ramírez (2022) en Iquitos se aprecian rutas pavimentadas que se encuentran deterioradas, por tanto teniendo en cuenta la carga diaria del constante flujo vehicular, la presente tesis busca dar a conocer sobre el uso de nuevos materiales como el caucho molido proveniente de las llantas desechadas de mototaxis, así como también el uso del hormigón asfáltico que será desechado de la misma vía que luego será pavimentada, donde ambos materiales deben emplearse como un componente en la mezcla asfáltica teniendo en cuenta ciertos estándares de calidad, costos de construcción y características medioambientales.

Caso y de la Cruz (2021) teniendo en cuenta que el polímero caucho SBR cuenta con sus propiedades físicas como la alta extensibilidad, elasticidad, termoplásticos y entre otras y propiedades mecánicas como elongación, resistencia y dureza. Siendo estas propiedades que resaltan su utilidad y la diferencian de distintos polímeros, el empleo de este componente resulta una mejora en las distintas propiedades del aglomerante, esto nos orienta al desarrollo de pavimento con envejecimientos menos rápidos.

**Formulación del problema** Dado lo expuesto, en la investigación se determina el siguiente problema general: ¿Como la incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la elaboración de asfalto en frío, 2022?

**Justificación** La investigación que se propone tiene como fin dar a conocer nuevas mezclas asfálticas para ser aplicadas en las diferentes vías de tránsito a través de la reutilización de neumático fuera de uso, las que ofrecerían un correcto comportamiento frente a daños como; las fisuras longitudinal, ahuellamiento moderado, ahuellamiento severo, hundimiento severo, exudación escaso, fisura en bloque, fisura piel de cocodrilo, fisura transversal, bache severo, desplazamiento, peladura escasa, peladura severa, ondulación moderada, estas son originadas a causa de; del déficit de

calidad de los materiales que se emplean, las condiciones climáticas en el lugar donde serán ubicadas las mezclas asfáltica, el mal diseño, errores en el proceso constructivo, desgaste o fatiga de la estructura o por falta de mantenimiento. Con la incorporación de neumáticos fuera de uso, es que esta tiene como finalidad mejorar las propiedades mecánicas como; resistencia, estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos, así mismo será beneficiosa con la disminución de los problemas ambientales. **La justificación económica**, esta investigación tiene como principal propósito en la economía reducir la cantidad de arena gruesa por grano de caucho (neumático) reciclado, con el fin de reducir costes económicos. **La justificación teórica**, este proyecto se basa en evaluar la mezcla asfáltica añadiendo componentes neumáticos para obtener así propiedades mecánicas de una nueva MAM, propiedades como la resistencia, estabilidad, % de vacíos y flujo. **La justificación práctica**, esta investigación busca hacer uso del NFU en pavimento flexible a evaluar, cuyo objetivo es mejorar sus propiedades mecánicas, utilizando las definiciones de ingeniería que están detalladas en el manual de diseño de carreteras de suelos y pavimentos utilizando los equipos Marshall y Lottman para su determinación. **La justificación metodológica**, el presente proyecto de investigación tiene la finalidad de incorporar los neumáticos fuera de uso y reducir ciertos porcentajes de arena gruesa hasta llegar a un resultado óptimo, con el fin de mejorar los parámetros de diseño de un asfalto en frío aplicando emulsión Asfáltica Catiónica de Rotura Lenta Modificada. **La justificación social**, permitirá el beneficio a la sociedad, aportando como una nueva alternativa en la construcción y mejoramiento de nuevas carreteras con neumáticos fuera de uso que son desechados diariamente, de esta manera se unirán a más ciudades, existirá una mejor transpirabilidad y se tendrá una población con mejor desarrollo. **Justificación ambiental**, la elaboración de la mezcla asfáltica en frío nos lleva a no realizar el calentado de la MA para su preparación por tanto esto nos resulta beneficioso para conservar el medio ambiente. Con este proceso nos resulta un menor gasto de energía, se evitan la extracción de nuevos agregados así también el vertido de los materiales fresados, también reduce la ausencia de emisiones contaminantes. El no ejecutar el proceso de calentado de la mezcla asfáltica nos lleva a no generar humos contaminantes así mismo vapores perjudiciales en el medio ambiente.

**Objetivo General:** Determinar como la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la elaboración de asfalto en frío, 2022. De igual forma se determinó los Objetivos Específicos: Determinar como la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la estabilidad de asfalto en frío, 2022. Determinar como la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en el flujo de asfalto en frío, 2022. Determinar como la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en el porcentaje de vacío de asfalto en frío, 2022. Determinar cómo la incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la resistencia de asfalto en frío, 2022.

**Hipótesis General:** La Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa mejora en la elaboración de asfalto en frío, 2022. Hipótesis Específicas: La incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa mejora la estabilidad de asfalto en frío, 2022. La incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa mejora el flujo de asfalto en frío, 2022. La incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa reduce el porcentaje de vacío de asfalto en frío, 2022. La incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa mejora en la resistencia de asfalto en frío, 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional se tiene a: Orellana y Solano (2019) cuya investigación tuvo como principal objetivo determinar el porcentaje óptimo de la dosificación de la llanta reciclada, este a su vez cumple de manera satisfactoria con las propiedades de estabilidad, flujo y % de vacío, mismas que son estudiadas por el Método Marshall para una MAC, demostrado en la elaboración de 68 probetas con 5%; 5.5%, 6%, 6.5%, y 7% de asfalto y se agregaron 10%, 15%, y 20% de polvo de caucho. Como resultado óptimo se tuvo que al incorporar el 10% de GCR se obtiene una Estabilidad de 3197.53 lbf, Flujo de 14.53 mm y un vacío de aire 5.23%; Con el 15 % de GCR se obtiene una Estabilidad de 3608.10 lbf, Flujo de 12.40 mm y un vacío de aire 3.98% y con el 20% de GCR se obtiene lo siguiente: Estabilidad de 3263.67 lbf, un flujo de 12.61 mm y un vacío de aire de 3.97 %. Concluyendo que la MAM óptima contiene un 6.5% de asfalto con un 15% de polvo de caucho debido a que sus propiedades mecánicas son mejores en comparación con el resto de MAM.

Ayala y Heredia (2019) tuvo como objetivo estudiar y analizar los efectos de la incorporación del caucho de llantas recicladas por vía seca en diferentes porcentajes, en las propiedades y comportamiento de las MA, evaluadas a través de pruebas convencionales y de desempeño, que mantienen las características principales de asfalto y los agregados minerales, fue un estudio de tipo experimental, se realizó ensayos con el método Marshall, se elaboraron diseños de probetas de asfalto con adiciones de 0, 0.75 % y 1.5 % de GCR, de las cuales se calcularon las propiedades mecánicas; estabilidad y flujo. Como resultado se obtuvo que al incorporar un: 0 % de caucho se obtiene una estabilidad de 4072 lbs y un flujo 13.3 mm, 0.75 % de caucho se obtiene una estabilidad de 3622 lbs y un flujo 18 mm de flujo, 1.5 % de caucho se obtiene una estabilidad de 2453 lbs y un flujo 20 mm. Se concluye que los porcentajes empleados de GCR deben ser menor a 0.75%, ya que la MAM con 1.5 de caucho empeoran las PMA.

Olarte y Soler (2018) tuvo como objetivo estudiar las consecuencias de la incorporación del caucho por medio de la vía seca en el ahuellamiento de un concreto

asfáltico de tipo MD-12, con una población y muestra de 15 briquetas, para el cálculo de las PMA como el flujo, la estabilidad y vacíos de aire. A través del método Marshall se obtuvo como resultado que al adicionar 0.5 % de GCR y 5.5 % de asfalto se obtiene lo siguiente: un flujo 2.93 mm, una estabilidad 1204 kg, Vacíos de aire 4.55 %; Al adicionar 1.5 % de GCR y 6.2% de asfalto se obtiene un flujo de 2.93 mm, una estabilidad de 940 kg, vacíos de aire 4.87 % y por último adicionando un 2.5 % de GCR y 6.4 % de asfalto se obtiene un flujo de 2.96 mm, una estabilidad 891 kg, vacíos de aire 4.91 %, Se concluye que el resultado óptimo es 0.5% de caucho reciclado presenta mejoras en las PMA.

A nivel nacional se tiene a: Cerrudo (2021) tuvo como objetivo el determinar cómo influye el polvo de neumático en una MA incorporada por vía seca, para el cálculo de sus propiedades mecánicas de la MA modificada con polvo de llantas en porcentajes de 2.5 % y 5 %, mismas que se determinaron por el método Marshall. Como resultado se tiene que para la MAM que al incorporar un 2.5 % de polvo de llanta se obtiene una estabilidad de 10.65 Kn y un flujo de 15.70 mm y al incorporar 5 % se obtiene una estabilidad de 10.84 Kn y un flujo de 15.30 mm. Se concluye que el resultado óptimo a incorporar es un 2.5 % de polvo de llantas ya que aumenta la estabilidad y mejora el porcentaje de vacíos.

Sánchez (2021) tuvo como objetivo determinar el porcentaje idóneo de caucho de llanta reciclado que debe ser considerado como parte del peso total del agregado fino, para la mejora de las PM de la MAM se realizó 2 diseños de incorporación: con 1 % y 2 % de caucho reciclado, realizado mediante el método Lottman. Como resultado se obtiene que al incorporar 1 % de caucho de llanta resulta una resistencia de 528 kg y al incorporar un 2% de caucho de llanta resulta una resistencia de 342 kg. Se concluye que con la incorporación de 1 % de caucho de llanta reciclado se obtiene un óptimo resultado en la resistencia de tracción indirecta y ser reemplazado en la MAC.

Castillo y Chavarri (2020) tuvo como objetivo determinar la influencia del caucho reciclado como incorporación en el DMA en caliente Lima, 2020. La presente tesis es tipología aplicada, cuenta con una población y muestra de 24 probetas, el instrumento



utilizado es la ficha técnica normalizada, para el diseño de la MAM se incorporó 1.5 % de NFU a los distintos porcentajes de cemento de asfalto en cantidades de 5 %, 5.5 %, 6 % y 6.5 %. Como resultado óptimo se tuvo un 6.2 % de contenido del cemento asfáltico, una estabilidad de 14 kn, un flujo de 16 mm y un % de vacíos de 4.5 %. Se concluye que al incorporar el 1.5 % NFU en los 4 porcentajes de cemento asfáltico, la estabilidad resulta aceptable, el flujo resulta no aceptable debido a que se encuentra fuera del intervalo y el porcentaje de vacíos resulta aceptable.

Sánchez (2019) Esta tesis tuvo como principal objetivo analizar las PF y PM de los bloques de asfalto y concreto al aplicar el neumático reciclado, el tipo de investigación de esta tesis es aplicada, con una población y muestra conformada por 40 unidades de probetas de asfalto y de concreto, las cuales 30 probetas fueron adicionadas con neumáticos en porcentajes de 5%, 10% y 15%. Como resultado se obtuvo que al incorporar un 5 % de caucho reciclado nos da un valor de 4.5 % en porcentaje de vacíos, al incorporar un 10% de caucho reciclado nos da un valor de 4.5 % en porcentaje de vacíos y al incorporar un 15% de caucho reciclado nos da valor de 4.7 % en porcentaje de vacíos. Se concluye que al haber incorporado el neumático reciclado en porcentajes de 5 %, 10 % y 15 % han resultados, mismas que se encuentran dentro del parámetro permisible del porcentaje de vacíos, como se sabe que al adicionar menores porcentajes de caucho reciclado se genera un mejor resultado.

Salazar (2019) tuvo como objetivo determinar el comportamiento de las PM de las MA al adicionar caucho reciclado por vía seca en relación a la MAC, se realizó a través del ensayo Marshall en la que se determinó la estabilidad y flujo de cada diseño, está constituida por una población y muestra de 48 probetas de mezcla asfáltica, teniendo una muestra de 12 probetas para cada diseño, el instrumento se basó en los ensayos realizados en laboratorio sobre diseños de asfalto en caliente. Como resultado se obtuvo que al incorporar los porcentajes de 0.50 %, 1.20 % y 1.80 % de caucho provenientes de neumáticos, se obtiene que solo el 1.20% de adición de caucho presenta mejoras en cuanto al comportamiento mecánico de la MA. Concluyendo que la adición de este porcentaje en comparación con la MAC, presenta una estabilidad

con un aumento de 1410 kg a 1750 kg y el flujo con un aumento de 5.56 mm a 6.14 mm.

Soto (2018) esta investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la incorporación de caucho de llanta reciclado dentro de los parámetros Marshall en mezclas asfálticas en caliente, como parte de la muestra se elaboraron un total de 24 probetas, las cuales fueron diseñadas con porcentajes de: 1%, 2% y 3% de caucho de llantas. Mediante el método Marshall se determina estabilidad, flujo y el % de vacío. Como resultado respecto MAM se obtiene lo siguiente: al adicionar 1% de caucho se obtiene una estabilidad de 1087 kg, un flujo de 3.61 mm y porcentaje de vacíos de 4.27%, al adicionar 2% de caucho se obtiene una estabilidad de 1046 kg, un flujo de 3.68 mm y un porcentaje de vacíos de 4.74% y al adicionar 3% de caucho se obtiene una estabilidad de 1008 kg, un flujo de 4.19 mm y un % de vacíos de 5.27%. Se concluye que al comparar la MAC y la MAM con el 1 % de caucho de llanta se tuvo un incremento en la estabilidad, una disminución en el flujo y una reducción en el porcentaje de vacíos.

Álvarez y Carrera (2017) esta investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la incorporación del neumático triturado de llantas sobre las propiedades físicas de las MA mediante la metodología Marshall. El tipo de investigación de esta es aplicada, como parte de las muestras se elaboraron 3 probetas para cada porcentaje de caucho reciclado: 1.5%, 2%, 2.5%, 3%, 3.5% y 4%, de las cuales mediante el método Marshall se determinará la estabilidad y el flujo de las MAM. Como resultado se obtiene que al añadir 1.5 % de GCR resulta una estabilidad de 1066.1 kg y un flujo de 3.4 mm, al añadir 2% de GCR resulta una estabilidad de 955.7 kg y un flujo de 4 mm, al añadir 2.5 % de GCR resulta una estabilidad de 802.3 kg y un flujo de 4.5 mm, al añadir 3% de GCR resulta una estabilidad de 161.9 kg y un flujo de 6 mm, al añadir 3.5 % de GCR resulta una estabilidad de 34.4 kg y un flujo de 6 mm, al añadir 4% de GCR resulta una estabilidad de 0.2 kg y un flujo de 6.9 mm. Concluyendo que los diseños incorporados con 1.5% y 2% de GCR resultaron óptimos de los valores mínimos de estabilidad y con los parámetros del MTC para el flujo. En bases teóricas bases teóricas se tiene lo siguiente: **Neumáticos fuera de uso (NFU)**. Constan de una

composición de caucho natural, caucho sintético, fibras, acero, negro humo y aditivos que favorecen la condición del reciclaje. La reutilización de este material depende de su disposición legal como la restricción en el botadero y la quema del NFU. Tuesta y Arturo (2019)

Los neumáticos forman parte del 65 % y el 70 % del caucho fabricado a nivel mundial, cada año se desechan un aproximado de 17 millones de toneladas de neumáticos fuera de uso, su reutilización no resulta un riesgo para la salud ni genera problemas ambientales, como principales aplicaciones se tienen en; asfaltos, pavimentos, concretos, techos ecológicos, implementos deportivos, amortiguadores de impacto en muelles marítimos, aisladores sísmicos, elaboración de adhesivos y sellantes, entre otros. Peláez, Velásquez y Giraldo (2017)

Aplicación en el asfalto, una vez que se obtenga el GCR, está reemplaza como parte del agregado fino que posterior a ellos pasa a mezclarse con el agregado grueso y el cemento asfáltico para formar la mezcla asfáltica. Con esta práctica se reduce del agregado fino y se reduce la acumulación de llantas en los botaderos, además esta incorporación aporta flexibilidad a la mezcla asfáltica y resistencia frente al ahuellamiento. Ariza, Sánchez y Carreño (2022)

El proceso de obtención del grano de llanta se inicia con la trituración primaria, la cual consiste en llevar al neumático entero a una máquina generalmente de dos rotores con cuchillas que cortan las llantas en trozos. Los materiales resultantes siguen siendo muy grandes, el objetivo de este primer proceso es solamente trocear al neumático y que no se encuentre en una sola pieza. Seguidamente pasa por la máquina de tamizaje que cuenta con parrillas metálicas que van tamizando los pedazos de la llanta de acuerdo con el tamaño que se necesita, los trituradores que se utilizan para estos procesos máquinas robustas que generalmente tienen parrillas metálicas que van desde los 20 mm hasta los 100 mm dependiendo del tamaño estándar del fabricante. Varios fabricantes dan la posibilidad de que las parrillas usadas sean intercambiables con el fin de ofrecer variedad de tamaños. El proceso sigue con el granulado secundario que tiene como objetivo reducir aún más el tamaño del material hasta llegar

al deseado para el proceso en el que se va a utilizar. Estas máquinas pueden dejar el material hasta de 0,7 mm. Otra forma en la cual se puede producir el grano de llanta, como ya se mencionó previamente, es mediante un sistema criogénico en el cual se congelan los neumáticos para que se facilite su trituración y por ende la separación de sus componentes. Este sistema se ha utilizado especialmente en Canadá, donde el 100 % de sus llantas son recicladas mediante este proceso y los costos son más altos que el de una planta de trituración convencional.



**Figura 01.** Grano de neumático fuera de uso

**Fuente:** Elaboración propia

**Arena gruesa:** Es el agregado fino que pasa malla  $\frac{3}{8}$  y queda retenida en la malla N.º 200, de igual manera es el compuesto de arena triturada, forma parte de los componentes de la mezcla asfáltica, este material deberá tener ciertas características como; agregado duro, libre de superficie rugosa y angular, libre de sustancias que interrumpa la adhesión del asfalto.



**Figura 02.** Arena gruesa

**Fuente:** Elaboración propia

### **Asfalto en frío:**

La mezcla es la combinación de un ligante asfáltico, con agregado grueso y fino, son elaborados bajo temperatura ambiente. Contiene diferentes ventajas como un menor impacto en el medio ambiente, menor consumo de energía, reducción en el gasto económico. Dash y Panda (2018) Existen diferentes factores que nos lleva a mejorar la mezcla asfáltica en frío, su elaboración se produce a una temperatura ambiente, el humo producido es bajo, la energía para reducir la viscosidad del aglutinante bituminoso es menor comparado de la mezcla asfáltica en caliente. Gomez y Perez, (2014)



**Figura 03.** Mezcla asfáltica en frío

**Fuente:** Elaboración propia

**Propiedades físicas del asfalto:** Para una adecuada fabricación y calidad del diseño de mezcla asfáltica se tiene como propiedades fundamentales las siguientes: flujo, estabilidad, durabilidad, flexibilidad, trabajabilidad, resistencia a la fatiga, impermeabilidad, porcentaje de vacíos. Joni y Hashim (2018) **Estabilidad:** Es la capacidad de poder resistir las cargas y deformaciones ante el tránsito vehicular, misma que un pavimento estable que debe ser capaz de mantener su forma bajo cargas repetidas y no presentar deformaciones, agrietamientos y ahuellamientos. Corbacho (2019) **Flujo:** Es la deformación vertical total del espécimen que es sometida a la máxima carga, en el que decrece negativamente. Indica el potencial de la deformación permanente en las mezclas de graduación densa. El flujo mayor a 0.16 pulg. indica que la mezcla es inestable bajo las cargas del tráfico. Contreras y Zuñiga (2020) **Porcentaje de vacíos:** Es una de las propiedades más importantes del asfalto, son también espacios pequeños de aire que se encuentran entre los agregados de la mezcla, de acuerdo al diseño de Marshall deben estar dentro del rango 3% - 5%, caso contrario afectará a la resistencia y durabilidad. Macedo y Ureta (2020) **Resistencia:** Es la carga máxima que puede llegar a aguantar el pavimento antes de su caída o deformación. Noguera y Miro (2011)

**Fillers:** En la mezcla asfáltica se agrupan distintos componentes ocasionando una congruencia idónea para poder subir la rigidez del material, ya que el fillers, que es el pasante de la malla N° 200, este material de relleno son empleados con la finalidad de favorecer la mejora de diferentes características como; la resistencia, propiedades de trabajo, durabilidad. Adelakin (2015)

**Ensayo Marshall:** En la actualidad aún no se cuenta con un método para los diseños de mezcla asfáltica en frío, de igual forma tampoco existen equipos para el diseño de MAF, por tanto no existe un patrón que se tenga que cumplir, a causa de, se viene trabajando de forma tradicional con la sustitución de la compactación Marshall por compactación giratoria con el fin de no tener inconvenientes de compactación y obtener un mejor resultado en las propiedades del diseño. Centeno y Roque (2022) Este método determina la cantidad de ligante a utilizar en el diseño de mezclas, así

mismo tiene como finalidad proporcionar datos de las propiedades físicas-mecánicas del diseño, de tal manera que proporcione un asfalto óptimo. Ochoa y Grimaldo (2018)



**Figura 04.** Equipo Marshall

**Fuente:** Elaboración propia

**Ensayo de Lottman:** Fue elaborado por Kandhal y acogido por AASHTO, es un método práctico para determinar las PM de la mezcla asfáltica o determinar la falla a causa de la tensión de tracción. Este es basado en el ensayo de tracción indirecta, precisando que puede ser empleado en la preparación de muestras, evaluación de saturación de vacíos. Vargas (2018)



**Figura 05.** Equipo Lottman

**Fuente:** Elaboración propia

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación**, es de **tipo aplicada**, se caracteriza por tener como objetivo actuar, modificar, transformar o resolver un determinado problema o planteamiento específico, la que se basa en la búsqueda y consolidación para su aplicación. Carrasco (2006) Se tomó este tipo de investigación debido a que se utilizó la incorporación de los neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa para la elaboración de asfalto en frío.

Esta investigación es de **enfoque cuantitativo**, caracterizada por recopilar información de estudios anteriores, utiliza herramientas de análisis estadísticos y matemáticos, cuyo objetivo es analizar y poder comparar los resultados obtenidos de los ensayos y datos numéricos. Hernández, Fernandez y Baptista (2018)

Esta investigación es de **Nivel explicativo**, caracterizada por establecer esa relación de causa – efecto entre sus variables, de tal manera define relaciones, procedimientos como también resultados de los ensayos de causa y efecto. Arias y Covinos (2022) Es decir, establecerá la relación de causa (Incorporación de neumáticos fuera de uso) y efecto con (reducción de porcentajes de arena gruesa para la elaboración de asfalto en frío).

**Diseño de investigación**, es de **diseño experimental puro**, es caracterizada por esta permite cuantificar e identificar el causal de un efecto de un diseño experimental, en la que se manipula una o más variables independientes, con el fin de estudiar los cambios en las variables dependientes, en la que se propone un conjunto de pruebas de tal manera que la información generada pueda analizarse estadísticamente para obtener resultados válidos y poder evaluar los resultados obtenidos. Hernández (2018)



### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable 1:** Incorporación de neumáticos fuera de uso.

**Definición conceptual:** Los neumáticos fuera de uso, son neumáticos que por necesidad tienen la obligación a ser desechados, estas deberán ser trituradas en tamaños apropiados, los que deben cumplir con los estándares de calidad y ser mezclada ligeramente por vía seca. Díaz y Castro (2017)

**Definición operacional:** Los NFU serán incorporados en ocho porcentajes de 0 %, 2.5 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % y 30 % con respecto a su peso total, asimismo para los ensayos se aplicó el método Marshall y Lottman incorporando los NFU para el cálculo de sus PMA, misma que mediante gráficos se demuestra cada uno de los comportamientos que se va obteniendo según los resultados, respetando las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG -2013).

**Variable 2:** Reducción de porcentaje de arena gruesa

**Definición conceptual:** La reducción de porcentajes de arena gruesa se dará por medio de la incorporación porcentual de neumáticos fuera de uso mezclándolos por vía seca en la arena gruesa, para elaboración de la mezcla asfáltica en frío.

**Definición operacional:** La dosis de reducción de arena se da en forma descendente en los siguientes porcentajes: 58 %, 55.5 %, 53 %, 48 %, 43 %, 38 %, 33 %, 28 %.

**Variable 3:** Elaboración de asfalto en frío.

**Definición conceptual:** La elaboración de asfalto en frío reduce la contaminación del medio ambiente, el proceso de elaboración es sencillo, se adapta a la temperatura del ambiente y rentable económicamente. Centeno y Roque (2021)

**Definición operacional:** La elaboración del asfalto en frío cuenta con las propiedades mecánicas que aumentan su calidad en porcentajes óptimos, por lo que en esta investigación se realizarán los ensayos marshall y lottman, evaluando sus propiedades de Estabilidad, Flujo, % de vacíos y Resistencia. Por cada diseño se realizaron 40 probetas, con un total de 160 probetas para las cuatro propiedades mecánicas a evaluar.

Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa para elaboración de asfalto en frío, 2022.					
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Nivel de medición
Incorporación de neumáticos fuera de uso.	Los neumáticos fuera de uso, son neumáticos que por necesidad tienen la obligación de ser desechados, estas deberán ser trituradas en tamaños apropiados, con el fin de cumplir con los estándares de calidad y ser mezclada ligeramente por vía seca. Díaz y Castro (2017)	La dosis de incorporación de grano de neumáticos fuera de uso es en proporciones 0%, 2.5%, 5% ,10%,15%,20%,25% y 30%.	0%	%	Razón
			2.5%	%	
			5%	%	
			10%	%	
			15%	%	
			20%	%	
			25%	%	
			30%	%	
Reducción de porcentaje de arena gruesa	La reducción de porcentajes de arena gruesa se dará por medio de la incorporación porcentual de neumáticos fuera de uso mezclándolos por vía seca en la arena gruesa, para elaboración de asfalto en frío.	La dosis de reducción de arena en forma descendente en los siguientes porcentajes: 58%, 55.5%, 53%, 48%, 43%, 38%, 33%, 28%.	58%	%	Razón
			55.5%	%	
			53%	%	
			48%	%	
			43%	%	
			38%	%	
			33%	%	
Elaboración de asfalto en frío.	Para elaboración de asfalto en frío, El aporte de la fabricación del asfalto en frío reduce la contaminación del medio ambiente, el proceso de elaboración es sencillo, se adapta a la temperatura del ambiente y rentable económicamente. Centeno y Roque (2021)	Se realizará ensayos de laboratorio de la variable de las propiedades mecánicas con reducción de porcentajes de arena gruesa para elaboración del asfalto en frío aplicando el método de Marshall y Lottman, en la que se determinará la estabilidad, Flujo, % de vacíos y resistencia.	Estabilidad	kg	Razón
			Flujo	mm	
			Porcentaje de vacíos	%	
			Resistencia	kg	

**Tabla 1.** Cuadro de operacionalización de variables

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

**Población:** En esta investigación la población estará integrada por 160 probetas de asfalto, con el fin de analizar, interpretar las propiedades y la incorporación porcentual de los NFU con reducción de porcentaje de arena gruesa para la elaboración de asfalto en frío, los ensayos de laboratorio se realizarán aplicando el Método de Marshall y Lottman de las cuales se obtendrá los resultados de las propiedades mecánicas como la estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos y resistencia.

- **Criterios de inclusión:** En esta investigación se tomará en cuenta los neumáticos fuera de uso.
- **Criterios de exclusión:** En esta investigación se excluirán los que no pertenecen al grupo de los neumáticos fuera de uso.

**Muestra:** En esta investigación se realizó un total de 160 probetas para los ensayos Marshall y Lottman.

DESCRIPCIÓN	ENSAYO MÉTODO LOTTMAN (Resistencia)
Espécimen con incorporación de neumáticos fuera de uso 0 %	5
Espécimen con incorporación de neumáticos fuera de uso 2.5% con reducción de porcentaje de arena gruesa en un 55.5 %	5
Espécimen con incorporación de neumáticos fuera de uso 5% con reducción de porcentaje de arena gruesa en un 53 %	5
Espécimen con incorporación de neumáticos fuera de uso 10% con reducción de porcentaje de arena gruesa en un 48 %	5
Espécimen con incorporación de neumáticos fuera de uso 15% con reducción de porcentaje de arena gruesa en un 43 %	5
Espécimen con incorporación de neumáticos fuera de uso 20% con reducción de porcentaje de arena gruesa en un 38 %	5
Espécimen con incorporación de neumáticos fuera de uso 25% con reducción de porcentaje de arena gruesa en un 33 %	5
Espécimen con incorporación de neumáticos fuera de uso 30% con reducción de porcentaje de arena gruesa en un 28 %	5
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>

**Tabla 02.** Muestras de la investigación – NFU

**Fuente:** Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	ENSAYO METODO MARSHALL		
	Estabilidad	Flujo	Porcentaje de vacíos
Espécimen con incorporación de neumáticos fuera de uso 0%	5	5	5
Espécimen con incorporación de neumáticos fuera de uso 2.5% con reducción de porcentaje de arena gruesa en un 55.5 %	5	5	5
Espécimen con incorporación de neumáticos fuera de uso 5% con reducción de porcentaje de arena gruesa en un 53 %	5	5	5
Espécimen con incorporación de neumáticos fuera de uso 10% con reducción de porcentaje de arena gruesa en un 48 %	5	5	5
Espécimen con incorporación de neumáticos fuera de uso 15% con reducción de porcentaje de arena gruesa en un 43 %	5	5	5
Espécimen con incorporación de neumáticos fuera de uso 20% con reducción de porcentaje de arena gruesa en un 38 %	5	5	5
Espécimen con incorporación de neumáticos fuera de uso 25% con reducción de porcentaje de arena gruesa en un 33 %	5	5	5
Espécimen con incorporación de neumáticos fuera de uso 30% con reducción de porcentaje de arena gruesa en un 28 %	5	5	5
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>

**Tabla 03.** Muestras de la investigación – NFU

**Fuente:** Elaboración propia

### **Muestreo:**

Según Hernández y Carpio (2019) Es la técnica de elección de materiales que parte de una población con el fin de analizar y poder obtener el total de muestra seleccionada de la población, el muestreo se clasifica en 2 grupos; probabilísticos (equiprobabilidad) y no probabilísticos (selección de un sujeto de la población).

Para esta investigación se consideró un grupo de muestreo no probabilístico, ya que se analizaron 160 probetas tomadas de la población.

### **Unidad de análisis:**

Según Azcona, Manzini y Dorati (2013), Para elaborar una investigación se toma como el punto de inicio la unidad de análisis, así mismo indica que la UA es el tipo de objeto que será estudiado por el investigador. En nuestra presente investigación la unidad de análisis será la incorporación de NFU en diferentes porcentajes y la reducción de porcentajes de gruesa para la elaboración de asfalto en frío, de las cuales se obtendrá la estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos y resistencia.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas de recolección de datos**

Según Borja (2016), Es un conjunto de elementos que se usan para recopilar y conservar información, existen distintas técnicas como; la observación, encuesta, entrevista y pruebas estandarizadas.

Para esta investigación se utilizará la técnica de la observación ya que nos ayuda a recopilar información y los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se elaboraron fichas de recolección de datos, fichas de resultados de ensayos en laboratorio y ensayos como; granulometría, índice de plasticidad, equivalente de arena, durabilidad de los agregados, ensayo de azul metileno, angularidad, partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, sales solubles, desgaste microdeval, ensayo de abrasión, contenido de impurezas, partículas fracturadas, ensayos Marshall y Lottman, dichos ensayos se realizaron en la empresa de “GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.”

De igual manera se utilizó manuales como; Instituto del Asfalto, MTC, AASHTO y ASTM, que se utilizó como guía para poder elaborar los diferentes ensayos de laboratorio.

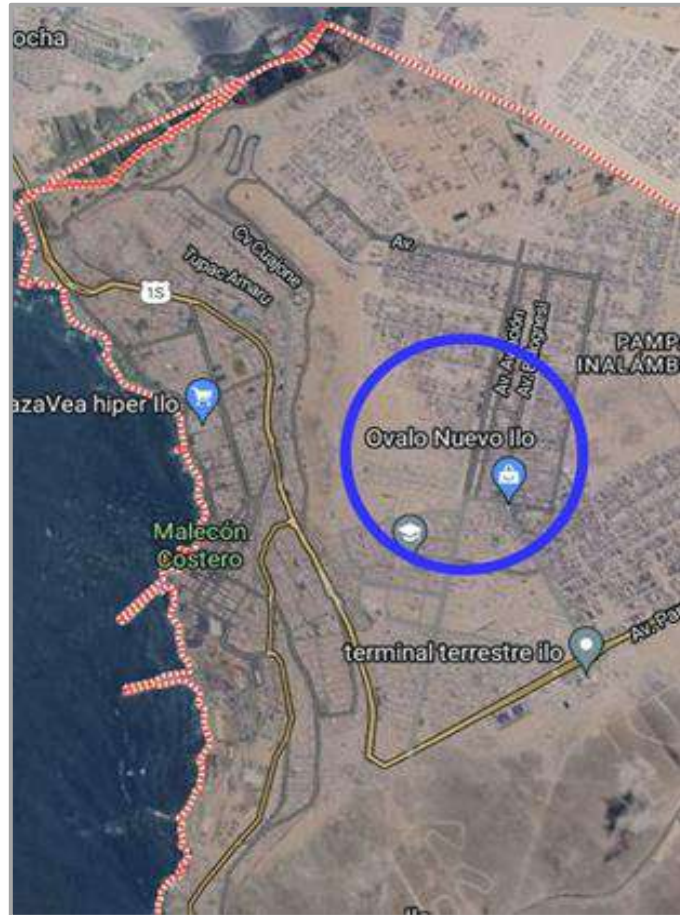
<b>DIMENSIONES</b>	<b>ENSAYOS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Dosificaciones	0 % de incorporación de NFU con 58 % de reducción de AF	Ficha de recolección de datos
	2.5 % de incorporación de NFU con 55.5 % de reducción de AF	
	5 % de incorporación de NFU con 53 % de reducción de AF	
	10 % de incorporación de NFU con 48 % de reducción de AF	
	15 % de incorporación de NFU con 43 % de reducción de AF	
	20 % de incorporación de NFU con 38 % de reducción de AF	
	25 % de incorporación de NFU con 33 % de reducción de AF	
	30 % de incorporación de NFU con 28 % de reducción de AF	
Propiedades mecánicas	Ensayos de análisis granulométrico	Fichas de resultado de los ensayos de laboratorio según los manuales de MTC, AASHTO Y ASTM
	Ensayo Método Marshall (estabilidad, Flujo y % de vacíos)	
	Ensayo Método Lottman (resistencia)	

**Tabla 04.** Ensayos en laboratorio

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5. Procedimientos

**Ubicación de la zona de estudio:** Para esta investigación se realizó los ensayos de laboratorio en la Ciudad de Ilo, en el laboratorio - GEOTECNIA y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.



**Figura 06.** Ubicación de la zona de la zona de estudio.

**Fuente:** Elaboración propia

**Ubicación de la cantera:** Para poder realizar ensayos de laboratorio se tomaron como muestra los agregados de la cantera llamada “NINAJA” de la provincia de Ilo, La que se encuentra formalizada y además cuenta con análisis de laboratorio de agregados para elaboración de las MA, misma de la cual se realizó los muestreos de la Arena y Grava para los ensayos en laboratorio, las que cumplen con los controles estándares de calidad.



**Figura 07.** Ubicación de la cantera

**Fuente:** Elaboración propia

#### **Normativa a utilizar**

- MTC – (Manual de ensayos de laboratorio)
- EG - 2013 (Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de carreteras).
- AASHTO (American Association of state Highway and transportation)
- ASTM (American society for testing and materials)

**Muestreo realizado:** se realizó la toma de muestras de la arena gruesa y de la piedra chancada. Esta es primordial en la etapa de control de calidad de materiales el cual se usará para la producción de la mezcla asfáltica. De esta forma se observa si el agregado es idóneo para elaborar la mezcla asfáltica, por lo que debemos realizar el muestreo cuidadosamente porque en cada muestreo de agregado que realicemos, va a depender mucho la resistencia del asfalto. El muestreo puede producirse en



laboratorio, en cantera o en planta dependiendo a los requerimientos que se exijan, por lo generalmente se toma lo siguiente:

- Se toma la Muestra en Laboratorio, por el método del cuarteo.
- El material que se tiene en el laboratorio se encuentra depositado en un balde u otro recipiente.
- Con una pala empezamos a mezclar el material y posterior a ello se procede juntar hasta formar una pila una sobre otra, es decir hasta formar una ruma.
- Luego con la pala extendemos el material hasta que esta tenga una base circular con un espesor uniforme, con una regla de madera empezamos a dividir el material en cuatro partes iguales.
- Con una brocha se limpia el material restante.
- Se toman como muestra las dos partes opuestas que sean semejantes y se desechan las otras dos.
- Asimismo, se mezclan las partes y consecutivamente van repitiendo los pasos.



**Figura 08.** Muestreo de Agregado

**Fuente:** Elaboración propia

	Ensayos	Requerimiento								
		Bajo transito			Transito medio			Alto transito		
		Agregado grueso	Agregado fino	Gradación combinada	Agregado grueso	Agregado fino	Gradación combinada	Agregado grueso	Agregado fino	Gradación combinada
Desgaste de Los Ángeles	MTC E 207	25% máx.			25% máx.			25% máx.		
Desgaste Micro-Deval	ASTM D 7428				25% máx.			25% máx.		
10% de finos (KN)	Seco							110 min.		
	Relación Húmedo/Seco							75% min.		
Pérdidas en ensayos de solidez	Sulfato de sodio	MTC E 209	12% máx.	12% máx.		12% máx.	12% máx.	12% máx.	12% máx.	
	Sulfato de magnesio		18% máx.	18% máx.		18% máx.	18% máx.	18% máx.	18% máx.	
Partículas fracturadas mecánicamente (agregado grueso) % mínimo 1 cara/ 2 caras.	MTC E 210	75/-			75/-			75/-		
Angularidad (Agregado fino)	ASTM D 1252	40 % min.			45 % min			45 % min		
Coefficiente de pulimento acelerado	UNE 146130	0.45 min.			0.45 min			0.45 min		
Partículas planas y alargadas	MTC E 221	10% máx.			10% máx.			10% máx.		
I.P.	MTC E 111			N.P			N.P			N.P
Equivalente de arena	MTC E 114			50% min.		50% min.			50% min.	
Contenido de impurezas (agregado grueso)	UNE 14613	0,5% máx.			0,5% máx.			0,5% máx.		
Adhesividad Resistencia conservada inm-comp				75% min.						75% min.

**Tabla 05.** Requisitos de los agregados para pavimentos asfálticos en frío.

**Fuente:** Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de carretera EG-2013

## Ensayos de Agregado en laboratorio

De los ensayos de laboratorio se tienen diferentes ensayos tanto para el agregado fino y grueso:

ENSAYOS	NORMA	CARACTERISTICAS	RESULTADOS
INDICE DE PLASTICIDAD	MTC E 110 / MTC E 111	LIMITE LIQUIDO	NP
		LIMITE PLASTICO	NP
		INDICE DE PLASTICIDAD	NP
EQUIVALENTE DE ARENA	MTC E 114	CONTENIDO DE ARENA	69 %
DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS POR MEDIO SO <sub>4</sub> Mg	MTC E 209	AGREGADO FINO	5.18 %
ENSAYO DE AZUL METILENO	AASHTO TP 57	INDICE AZUL DE METILENO	3.88 mg/g
ANALISIS GRANULOMETRICO	MTC E 204	AGREGADO FINO	-

**Tabla 06.** Ensayos de laboratorio a realizar para el agregado fino.

**Fuente:** Elaboración propia

ENSAYOS	NORMA	CARACTERISTICAS	RESULTADOS
ENSAYO DE ABRASION (LOS ANGELES)	MTC E 207	INDICE DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO	24.70 %
PARTICULAS FRACTURADAS	MTC E 210	UNA CARA FRACTURADA	84.30 %
		DOS O MAS CARAS FRACTURADAS	82.60 %
PARTICULAS PLANAS Y ALARGADAS	MTC E 223	PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	7.90 %
DURABILIDAD (AL SULFATO DE SODIO Y MAGNESIO)	MTC E 209	AGREGADO GRUESO	6.12 %
DESGASTE MICRODEVAL	ASTM D 7428	DESGASTE MICRODEVAL	23.92 %
CONTENIDO DE IMPUREZAS (AGREGADO GRUESO)	ASTM D 7428	AGREGADO GRUESO	0.30 %

**Tabla 07.** Ensayos de laboratorio a realizar para el agregado grueso

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a los ensayos de laboratorio mencionado en la Tabla N.º 5 y Tabla N.º 6 a realizar para los agregados finos y gruesos se hará la definición y procedimiento de siguientes ensayos:

### **Absorción y Humedad**

En cuanto a este ensayo podemos decir que un cambio del 1% es significativo, por tal razón es que es necesario realizar el ensayo, en realización a los agregados podemos obtener los siguientes estados:

- Seco al horno, esta se relaciona cuando esté completamente seco y absorbente.
- Seco al aire, mismo que es denominado también como seco en superficie, lo cual incluyendo cierta humedad, en un porcentaje menor que lo solicitado para lograr saturar las partículas, como algo absorbente. Análisis de calidad físico y mecánico de los agregados.
- Saturado y de superficie seca, está se refiere cuando la condición del agregado debe ser ideal para que no se adicione o absorba.
- Húmedo o mojado, contiene exceso de humedad en la superficie de las partículas.



**Figura 09.** Secado de los agregados en el horno

**Fuente:** Elaboración propia

**Análisis Granulométrico;** Este tipo de ensayo se realiza utilizando un juego de tamices con diferentes tamaños de malla, cada tamiz tiene aberturas en forma de una figura (cuadrado) de distintos tamaños, las cuales cada tamiz separará las partículas desde los más grandes hasta los más pequeños, estas serán colocadas por los

tamices progresivamente uno sobre otro, apilados en forma de torre. Por lo que las partículas se van distribuyendo conforme son retenidos por los diferentes tamaños



**Figura 10.** Análisis Granulométrico

**Fuente:** Elaboración propia

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA		
Normal	Alterno	MDF-1	MDF-2	MDF-3
7.5 mm	1 ½"	100	-	-
25,0 mm	1"	80-95	100	-
19,0 mm	¾"	-	80-95	100
12,5 mm	½"	62-77	-	-
9,5 mm	⅜"	-	60-75	-
4,75 mm	N.º 4	45-60	47-62	50-65
2,36 mm	N.º 8	35-50	35-50	35-50
300 µm	N.º 50	13-23	13-23	13-23
75 µm	N.º 200	3-8	3-8	3-8

**Tabla 08.** Gradaciones para mezclas densas en frío.

**Fuente:** EG - 2013 (Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de carreteras).

Para poder determinar el porcentaje que es retenido en cada uno de los tamices, se empieza a dividir cada peso retenido por el peso inicial de la muestra de suelo, posterior a ello el porcentaje total que pasa de cada tamiz se calcula restando el porcentaje retenido en ese tamiz en particular y los que están encima de él de la totalidad.

Tipo de carga	Espesor compacto (mm)	Tipo de mezcla
Rodadura	50-75	MDF-2
	40-50	MDF-3
Intermedia	≥50	MDF-2
Base	≥75	MDF-1
Bacheo	50-75	MDF-2
	≥75	MDF-1

**Tabla 09.** Tipo de mezcla en función del tipo y espesor de la capa.

**Fuente:** Manual de carreteras EG-2013

TAMIZ	TOLERANCIA EN PUNTOS DE % SOBRE EL PESO SECO DE LOS AGREGADOS
4,75 mm (N°. 4) y mayores)	±4%
2,36 mm (N°. 8)	±3%
300 μm (N°. 50)	
75 μm (N°. 200)	±1%

**Tabla 10.** Parámetros de gradaciones.

**Fuente:** Manual de carreteras EG-2013

### **Abrasión de los Ángeles**

Este ensayo se establece para agregados gruesos (< 37.5 mm), la cual determina la resistencia a la degradación. El equipo Los Ángeles consiste de un cilindro de acero en posición horizontal y ambos extremos del cilindro montado en ejes, como se aprecia en la Figura 12. Para determinar el ensayo se realizará de acuerdo a lo indicado en el Manual de Ensayo de Materiales MTC E 207.

Equipos:

- Máquina de los Ángeles
- La carga abrasiva: consiste en bolas de acero con un diámetro aproximado de 46.8 mm y un peso de 390 g. a 445 g., la cantidad requerida de esferas se da entre 6 a 12 bolas.
- Tamices; de acuerdo a lo indicado en la NTP 350.001, en un rango de 1.7 mm a 80 mm.

**Preparación:**

- Para realizar el ensayo la muestra de agregado deberá ser lavada y posteriormente secada en el horno.
- Se colocará en el cilindro la muestra junto a la carga, se rotará 500 veces y con una velocidad de 30 rpm a 33 rpm por minuto.
- Luego se retira la muestra del cilindro y se pasa por el tamiz normalizado N° 12 (1.70 mm), se lava el material que queda en el tamiz y se procede a secar en el horno a 110 +/- 5 °C hasta lograr una masa constante y se procede a pesar.
- El reporte de porcentaje de pérdida resulta de la diferencia de la masa inicial y final como un porcentaje de la masa original de la muestra.



**Figura 11.** Ensayo de abrasión de los ángeles.

**Fuente:** Elaboración propia

**Equivalente Arena:** Este ensayo se utiliza para evaluar la calidad de los agregados finos pasantes de la malla N°4 (4.75 mm), mientras el resultado del ensayo sea mayor

se determina que la calidad del agregado es mejor, para poder realizar el proceso de este ensayo se hará de acuerdo al Manual de Ensayo de Materiales (MTC E 114).

Equipos y herramientas:

- Una probeta graduada: Es un cilindro de plástico acrílico que contiene un tapón de jebe.
- Horno: Es de un tamaño adecuado y el ensayo debe realizarse a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- Tamiz: El tamaño a utilizar es el de la malla N.º 4.
- Embudo: Se utiliza para ingresar la muestra dentro de la probeta.
- Botella: Deberá tener una capacidad de almacenaje de 3.8 l.
- Papel filtro: Es de watman N.º 2V.
- Agitador mecánico: Se utiliza de forma horizontal para sujetar el cilindro graduado.
- Agitador de operación manual: Es un equipo opcional, se requiere para sostener la probeta, se usa de manera horizontal.
- Lata de medición: Es de forma cilíndrica de un diámetro de 57mm y una capacidad de  $85 \pm 5.0$ ml.
- Solución: se requieren los insumos de Cloruro cálcico anhidro, glicerina USP, Formaldehído.
- Solución de trabajo de cloruro cálcico.



**Figura 12.** Preparación de muestra para ensayo de equivalente de arena

**Fuente:** Elaboración propia



**Peso Específico:** Es la relación que existe entre el peso del agregado y el peso de volumen igual de agua misma que también se considera como una medida de resistencia o calidad del material ya que los agregados cuentan con un peso específico bajo, por lo que son mayormente débiles comparados con un peso específico alta gravedad, esta es una de las propiedades que ayuda en una identificación de agregados.



**Figura 13.** Ensayo de peso específico para el agregado grueso

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 14.** Ensayo de peso específico para el agregado fino

**Fuente:** Elaboración propia

**Centrifuga para asfalto:** Este método usado para determinar la cantidad del ligante de betún en mezclas asfálticas para el pavimento. El equipo se basa en un rotor de aluminio extraíble, mecanizado con precisión, sobre un eje vertical. La cual el procedimiento consiste en tener que presionar un disco de papel de filtro en el envase del rotor y una placa de cubierta presionando una tuerca moleteada. El conjunto de tazón se coloca dentro de una carcasa montada encima de un cuerpo fundido. De acuerdo a este modelo de funcionamiento eléctrico la cuba del rotor está acoplada a un motor. El solvente se puede agregar durante de la prueba a través de una taza en la tapa de la carcasa. El extractor centrífugo se opera eléctricamente con un regulador de intensidad integrado para la variación de la velocidad de 0 rpm a 3600 rpm. Asimismo, cada unidad está prevista de un juego de 25 discos que son de papel de filtro.



**Figura 15.** Preparación de material para lavado asfáltico en centrífuga.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 16.** Lavado asfáltico en centrífuga.

**Fuente:** Elaboración propia

**Compactación de los núcleos de prueba:** Esta se define como uno de los parámetros más importantes en el transcurso de la etapa de la construcción del pavimento asfáltico, misma que puede verse afectada negativamente por las condiciones climáticas, de temperatura de la mezcla o ajuste incorrecto de la máquina pavimentadora de asfalto. Teniendo en cuenta que los ensayos de laboratorio son aquellos que analizan las propiedades de la MA sea el caso en que la compactación sea inadecuada. Con la energía del equipo Marshall de compactación de 2 x 20, 2 x 35, 2 x 50 y 2 x 75 golpes, parecido al compactador de rodillos en la que las losas se compactaron a varias alturas de: 69,3 mm (+ 10% de la altura nominal), 66,2 mm (+ 5%), 63 mm (nominal) y 59,9 mm (-5%) que tuvieron como resultado distintos índices de compactación. Posterior a ello, estas muestras se extrajeron de las losas, así como las también las muestras como los núcleos de Marshall se comprueba que para determinar el contenido de vacíos de aire, como el módulo de rigidez en tres temperaturas, resistencia al agua, resistencia a la tracción indirecta y las heladas indicadas por el valor ITSr. Como resultado se tiene que un nivel de compactación insuficiente o superior puede causar ese efecto negativo en el rendimiento de la superficie dicha carretera.

**Resistencia seca**      **(RS)  $\geq 25 \text{ K/cm}^2$**

- Resistencia húmeda    (RS)  $\geq 20 \text{ K/cm}^2$
- Resistencia conservada =  $(R_h/R_s) * 100 \geq 75 \%$

Esta es la información referente a la preparación de muestras para el ensayo Marshall.



**Figura 17.** Pesaje de pastillas de asfalto mejorado con caucho.

**Fuente:** Elaboración propia

**Pastillas de asfalto con incorporado con grano de NFU:** La elaboración de esta se realiza por vía seca, la finalidad se basa en evaluar la adición del NFU como reemplazo del agregado fino en la elaboración de la mezcla asfáltica en frío. Para el proceso de la mezcla se usará la misma gradación que la convencional. La modificación del agregado fino se realizó en siete porcentajes de adiciones de NFU, en 2.5%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% del peso total de los agregados. Para cada diseño la cantidad de agregados a reemplazar será la misma cantidad que se adiciona el NFU, con el fin de mantener la misma granulometría.



**Figura 18.** Pesaje de pastillas de asfalto mejorado con caucho.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 19.** Muestras de pastillas de asfalto mejorado con NFU

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.6. Método de análisis de datos**

El método se encarga de analizar los datos e información obtenida de los ensayos realizados en el laboratorio que contempla esta investigación, así mismo determina que herramientas de análisis que son los adecuados para este propósito. Anicama (2021)

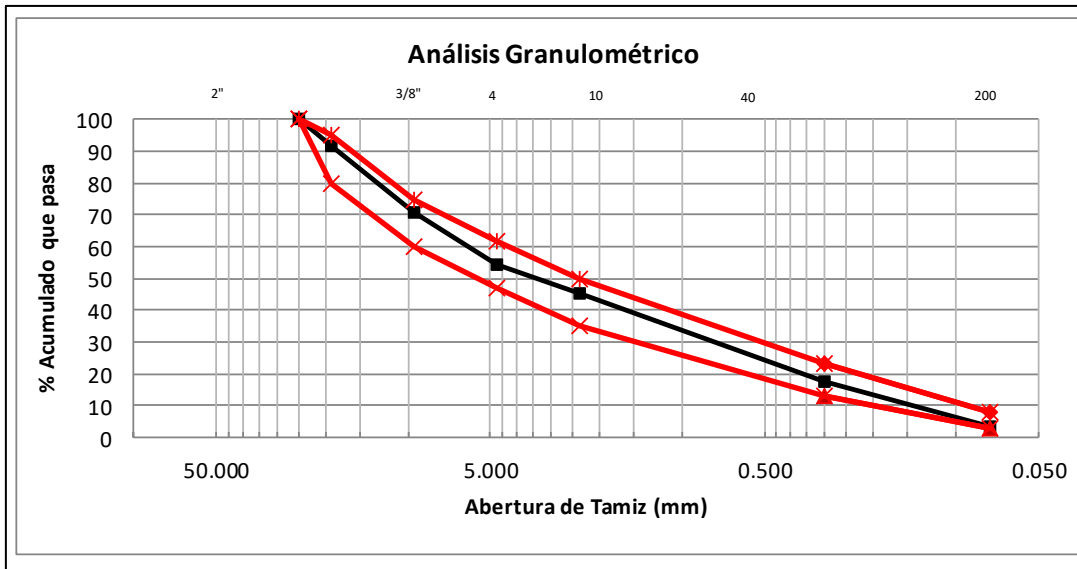
Los datos obtenidos se realizaron por la observación directa a su vez registrando en fichas la información obtenida de cada ensayo elaborado en laboratorio, como herramientas se utilizó programas computacionales que son hojas de cálculo en Microsoft Excel, logrando así una evaluación correcta de los resultados.

### **3.7. Aspectos éticos**

La presente tesis se elaboró con total autenticidad, basándonos en los resultados de ensayos de laboratorio, de la misma manera se ha elaborado con honestidad de acuerdo a las Referencias estilo ISO 690 y 690-2 de la UCV, las referencias de la investigación fueron citadas correctamente con sus respectivos autores, respetando el contenido de información de cada autor.

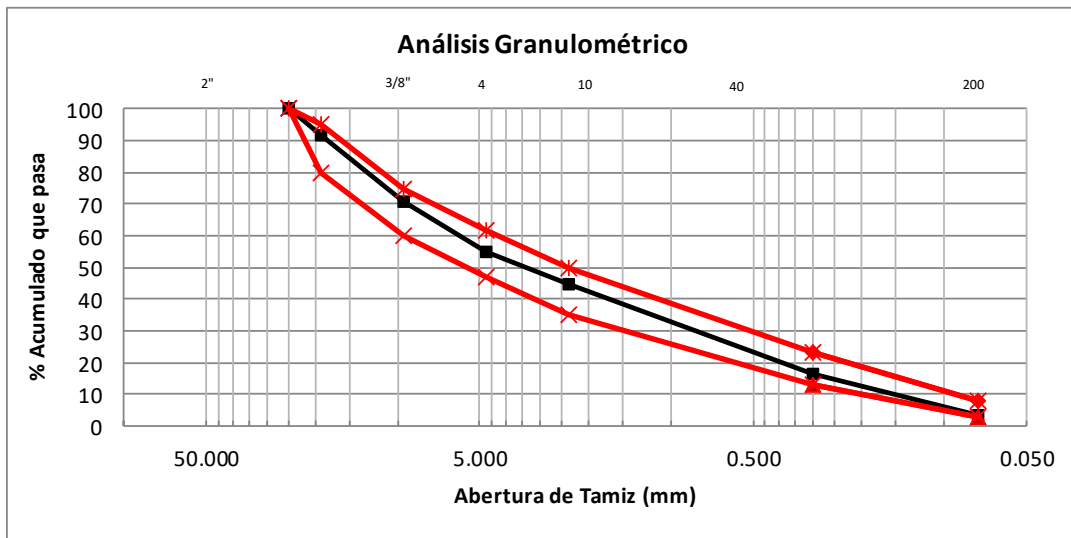
#### IV. RESULTADOS

De acuerdo a las gradaciones al incorporar neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa. Se concluye que la incorporación del 10 % NFU es el óptimo, así como se visualiza en las siguientes franjas granulométrica.



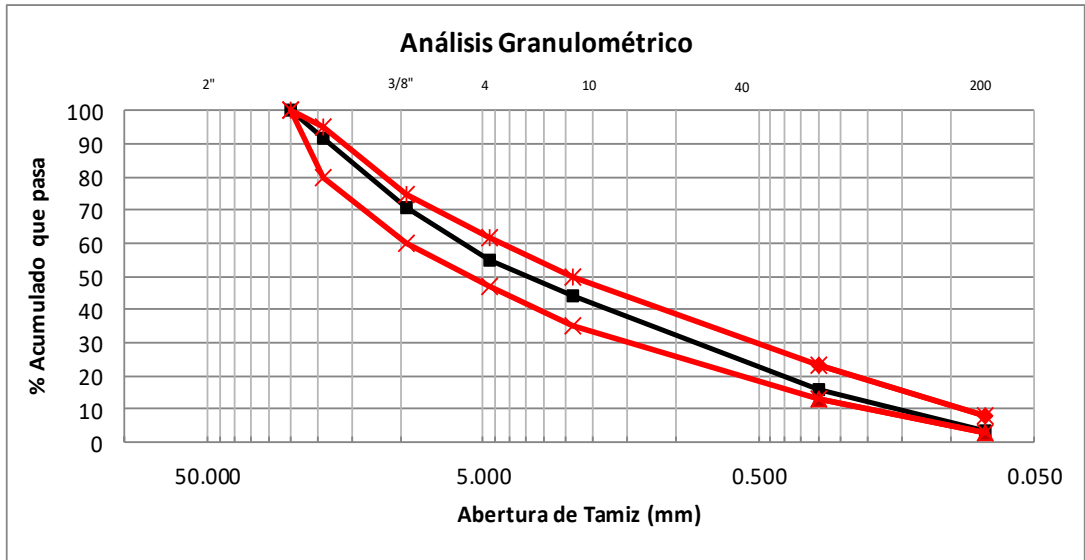
**Figura 20.** Adición NFU en 0%: CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

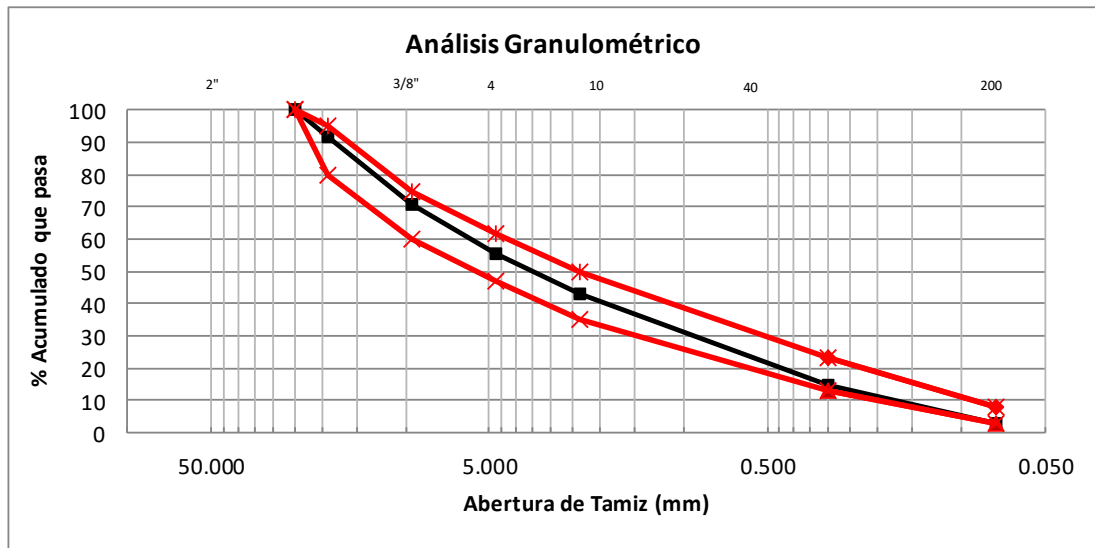


**Figura 21.** Adición NFU en 2.5%: CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

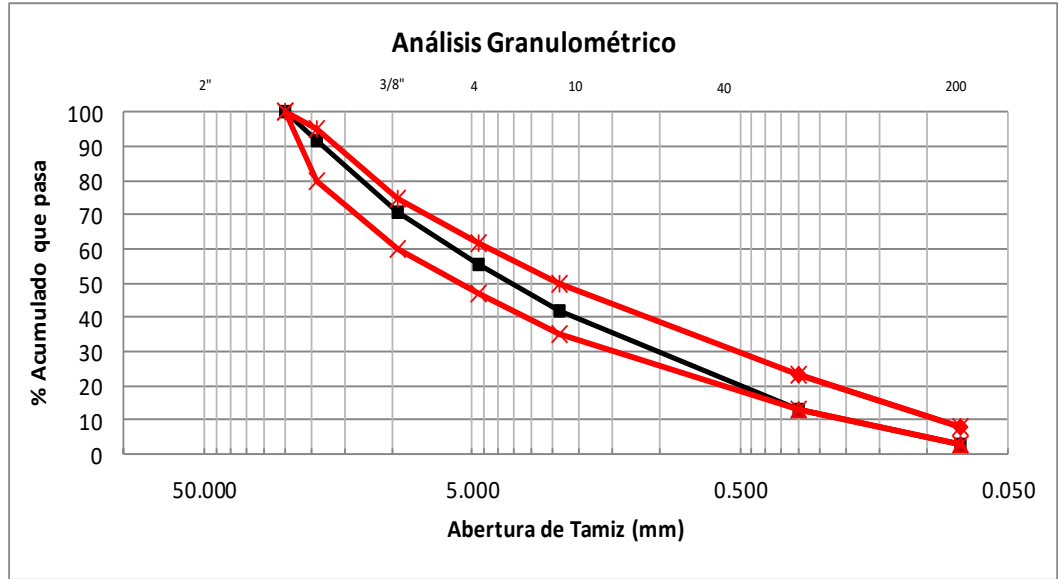


**Figura 22.** Adición NFU en 5%: CUMPLE  
**Fuente:** Elaboración propia



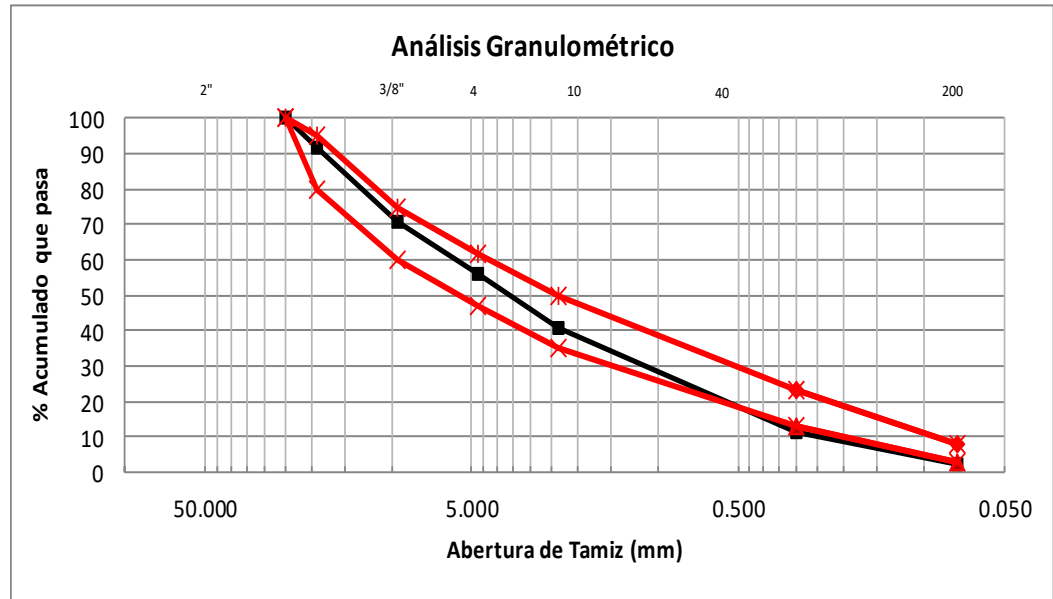
**Figura 23.** Adición NFU en 10%: CUMPLE  
**Fuente:** Elaboración propia





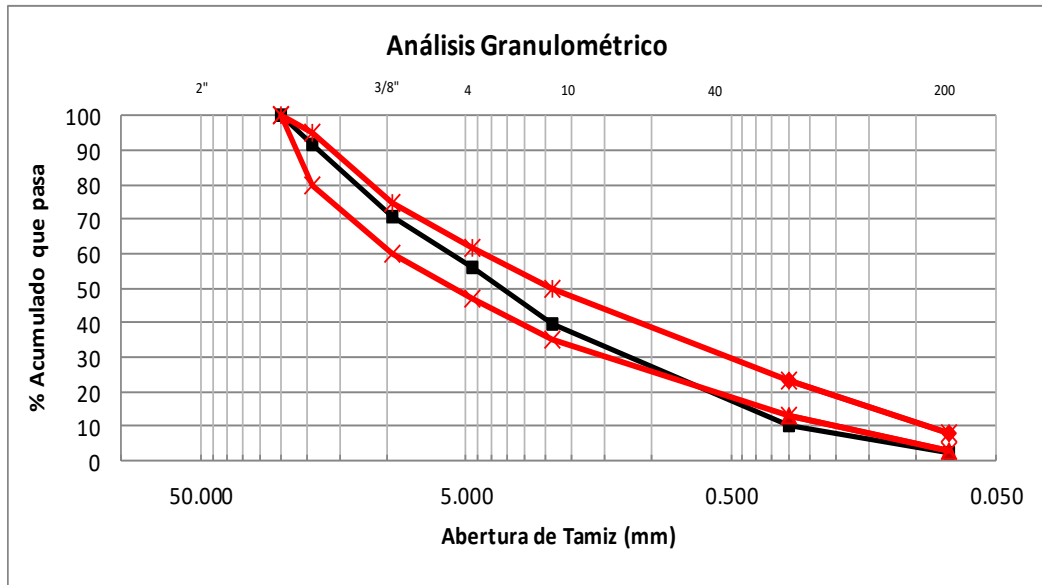
**Figura 24.** Adición NFU en 15%: NO CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia



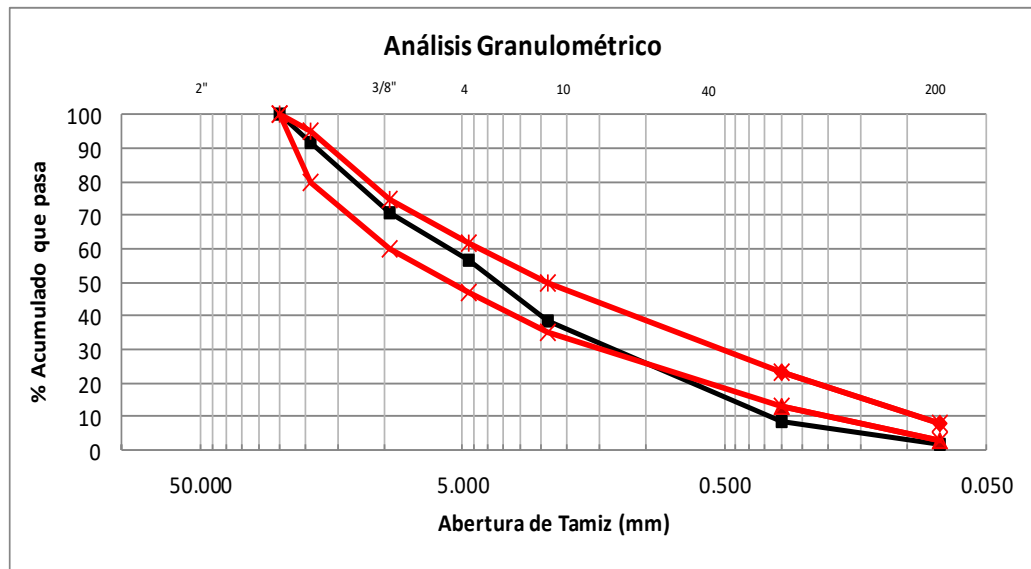
**Figura 25.** Adición NFU en 20 %: NO CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 26.** Adición NFU en 25 %: NO CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 27.** Adición NFU en 30 %: NO CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia

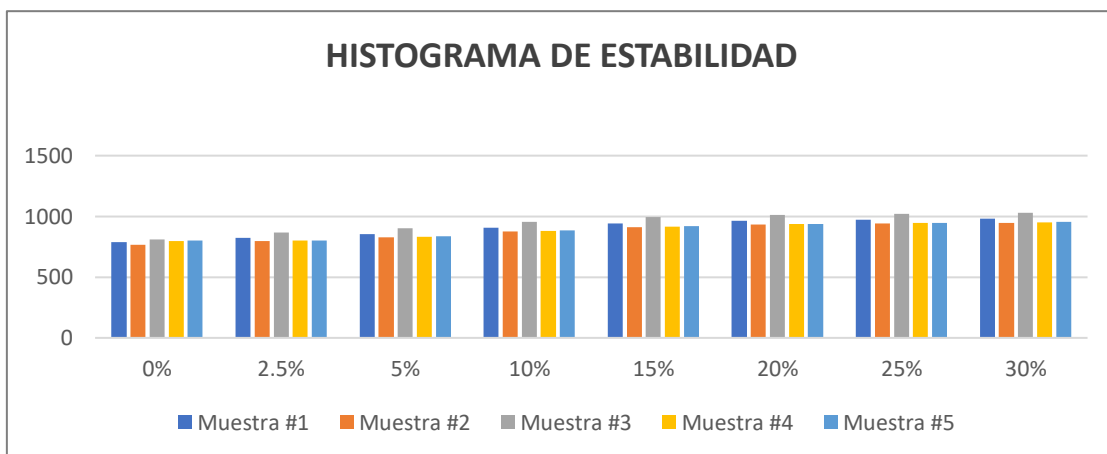
**Para el objetivo específico 1;** El cual señala, Determinar como la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la estabilidad de asfalto en frío, 2022, tras haber realizado y evaluado las muestras de laboratorio, respecto a las variables de incorporación de NFU en porcentajes: 0 %, 2.5 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, obtuvimos los siguientes resultados:

**Tabla 11.** Diseño de la muestra de Estabilidad.

ESTABILIDAD (40 PROBETAS)								
METODO MARSHALL / EG-2013 (>555 kg )								
# DE MUESTRAS	% DE ADICIONES DE GRANO DE NFU							
	0%	2.5%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	789	823	855.9	907.3	943.6	962.4	972.1	979.8
2	768	796	827.8	877.5	912.6	930.9	940.2	947.7
3	812	866	900.6	954.7	992.9	1012.7	1022.9	1031
4	795	800	832	881.9	917.2	935.5	944.9	952.5
5	802	803	835.1	885.2	920.6	939	948.4	956
PROMEDIO	793.2	817.6	850.3	901.3	937.4	956.1	965.7	973.4

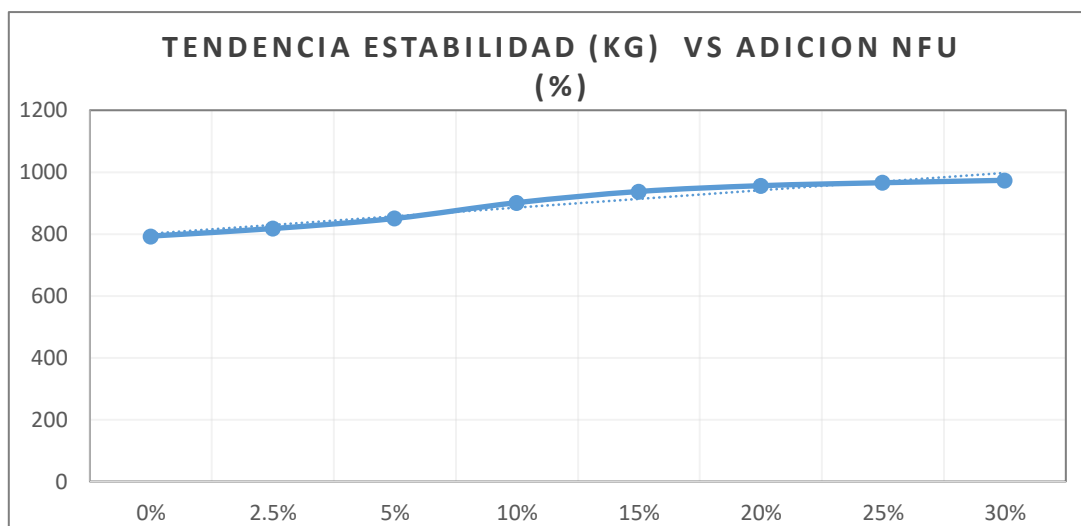
**Fuente:** Elaboración propia

Interpretación: Del cuadro de resultados obtenidos con la prensa Marshall, del ensayo de estabilidad, cuyos parámetros según normativa EG-2013 se debe tener una estabilidad >555 kg. Se puede visualizar que todas las incorporaciones de NFU cumplen con el parámetro requerido.



**Figura 28.** Gráfico de barras de estabilidad

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 29.** Gráfico de tendencia de estabilidad

**Fuente:** Elaboración propia

Interpretación: Del cuadro de tendencias de Estabilidad, se observa que existe un incremento de resistencia, la que es poca en relación a la mezcla convencional (económicamente no es rentable).

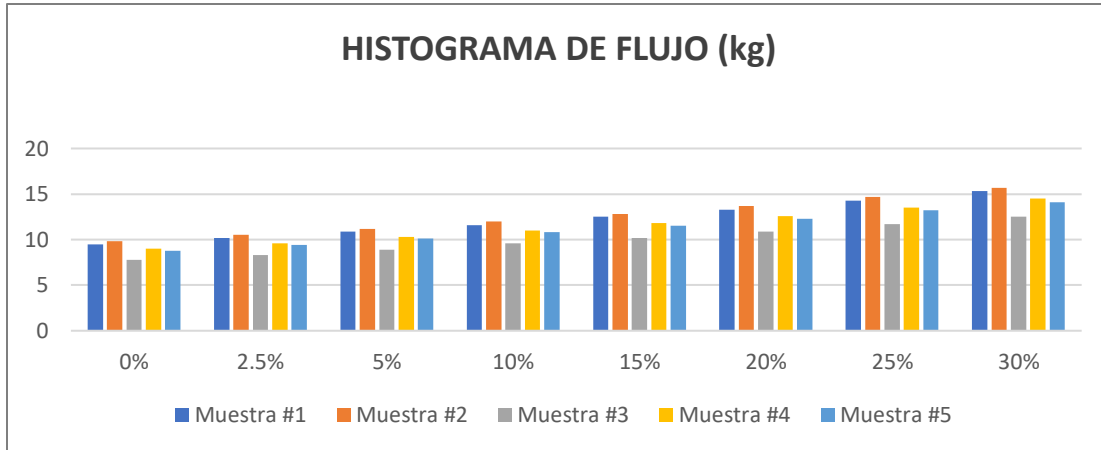
**Para el objetivo específico 2;** El cual señala, Determinar como la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en el flujo de asfalto en frío, 2022, tras haber realizado y evaluado las muestras de laboratorio, respecto a las variables de incorporación de NFU en porcentajes: 0 %, 2.5 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, obtuvimos los siguientes resultados:

**Tabla 12.** Diseño de muestra de flujo

FLUJO (40 PROBETAS)								
METODO MARSHALL / EG-2013 (8mm a 16mm)								
# DE MUESTRAS	% DE ADICIONES DE GRANO DE NFU							
	0%	2.5%	5%	10%	15%	20%	25%	30
1	9.5	10.2	10.9	11.6	12.5	13.3	14.3	15.3
2	9.8	10.5	11.2	12	12.8	13.7	14.7	15.7
3	7.8	8.3	8.9	9.6	10.2	10.9	11.7	12.5
4	9	9.6	10.3	11	11.8	12.6	13.5	14.5
5	8.8	9.4	10.1	10.8	11.5	12.3	13.2	14.1
PROMEDIO	9	9.6	10.3	11	11.8	12.6	13.5	14.4

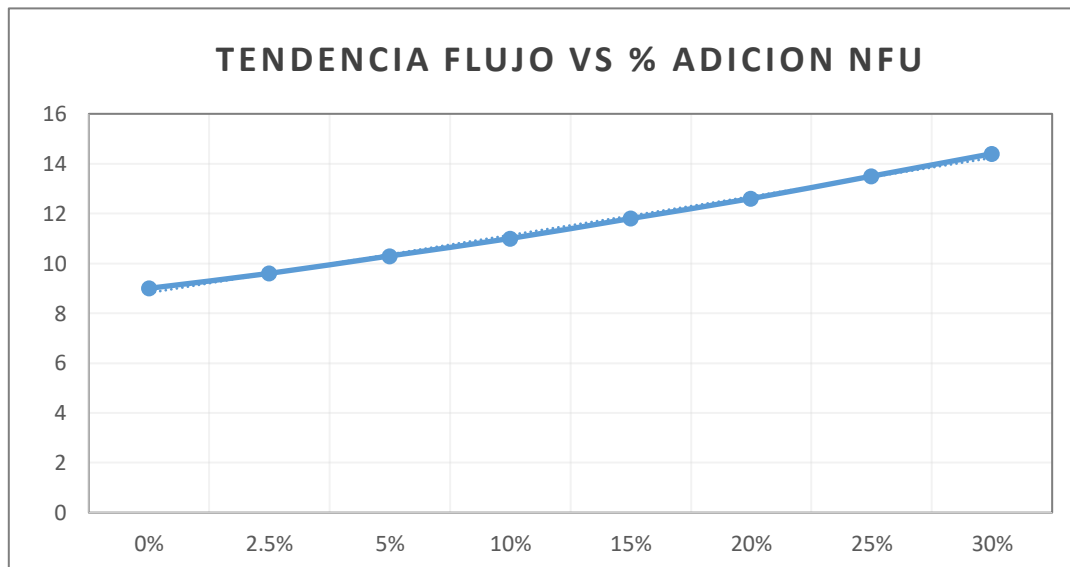
**Fuente:** Elaboración propia

Interpretación: Del cuadro de resultados obtenidos con la prensa Marshall, del ensayo de Flujo; se concluye que todos los resultados cumplen con el parámetro exigido por la normativa EG-2013, las que deben estar en los parámetros de 8 mm a 16mm.



**Figura 30.** Gráfico de barras de flujo

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 31.** Gráfico de tendencia de flujo

**Fuente:** Elaboración propia

Interpretación: Del cuadro de tendencias de Flujo, se observa un crecimiento exponencial en el flujo realizado con prensa Marshall, la cual nos indica que a mayores adiciones de NFU la mezcla es más elástica.

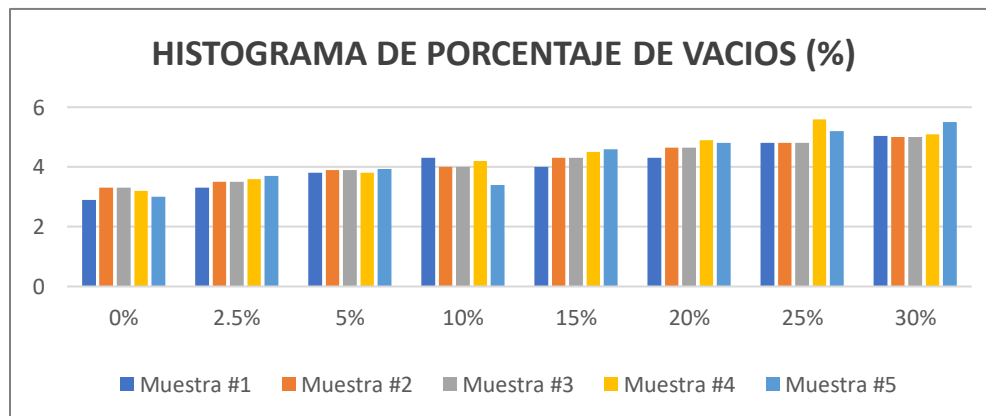
**Para el objetivo específico 3;** El cual señala, Determinar como la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en el porcentaje de vacío de asfalto en frío, 2022, tras haber realizado y evaluado las muestras de laboratorio, respecto a las variables de incorporación de NFU en porcentajes: 0 %, 2.5 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, obtuvimos los siguientes resultados:

**Tabla 13.** Diseño de la muestra de porcentaje de vacíos

PORCENTAJE DE VACIOS (40 PROBETAS)								
METODO MARSHALL / EG-2013 (3% a 5%)								
# DE MUESTRAS	% DE ADICIONES DE GRANO DE NFU							
	0%	2.5%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	2.9	3.3	3.8	4.3	4	4.3	4.8	5.03
2	3	3.2	3.8	3.9	4.2	4.32	4.2	5.6
3	3.3	3.5	3.9	4	4.3	4.65	4.8	5
4	3.2	3.6	3.8	4.2	4.5	4.9	5.6	5.1
5	3	3.7	3.94	3.4	4.6	4.8	5.2	5.5
PROMEDIO	3.08	3.46	3.848	3.96	4.32	4.59	4.92	5.246

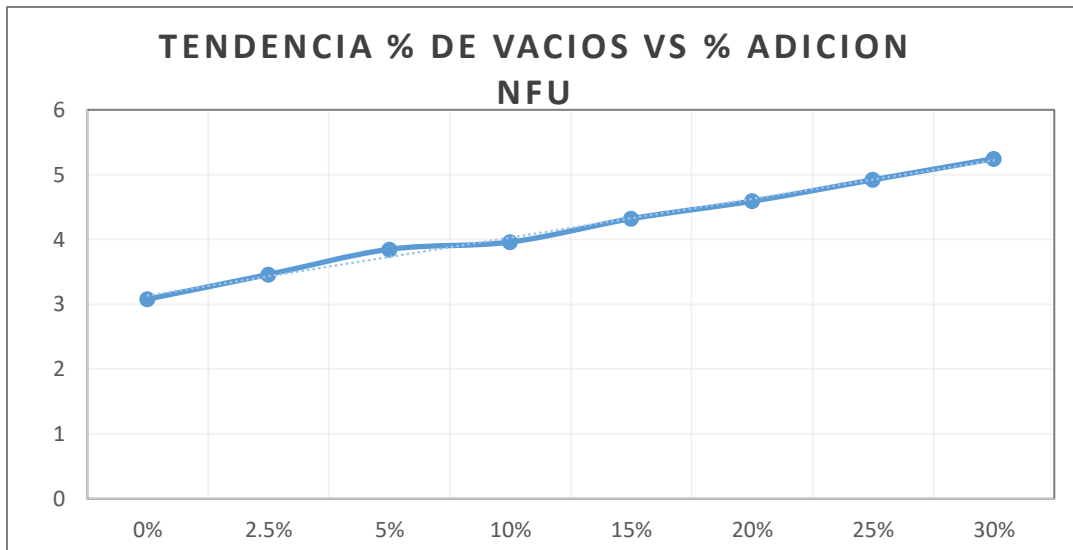
**Fuente:** Elaboración propia

Interpretación: Del cuadro de resultados obtenidos con la prensa Marshall, del ensayo de porcentaje de vacíos; se concluye que todos los resultados cumplen con el parámetro exigido por la normativa EG-2013 (3% a 5%) a excepción de la última adición (30%) que excede la cantidad de vacíos exigidos por norma, lo que indica que el NFU induce la creación de los vacíos en la mezcla creando un efecto de resorte en la compactación a mayores adiciones.



**Figura 32.** Gráfico de barras de porcentaje de vacíos

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 33.** Gráfico de tendencia de porcentaje vacíos

**Fuente:** Elaboración propia

Interpretación: Del cuadro de resultados obtenido con la prensa Marshall, del ensayo de porcentaje de vacíos; se concluye que todos los resultados cumplen con el parámetro exigido por la normativa EG-2013 (3%-5%) a excepción de la última adición (30%) que excede la cantidad de vacíos exigidos por norma, lo que indica que el NFU induce la creación de los vacíos en la mezcla creando un efecto de resorte en la compactación a mayores adiciones.

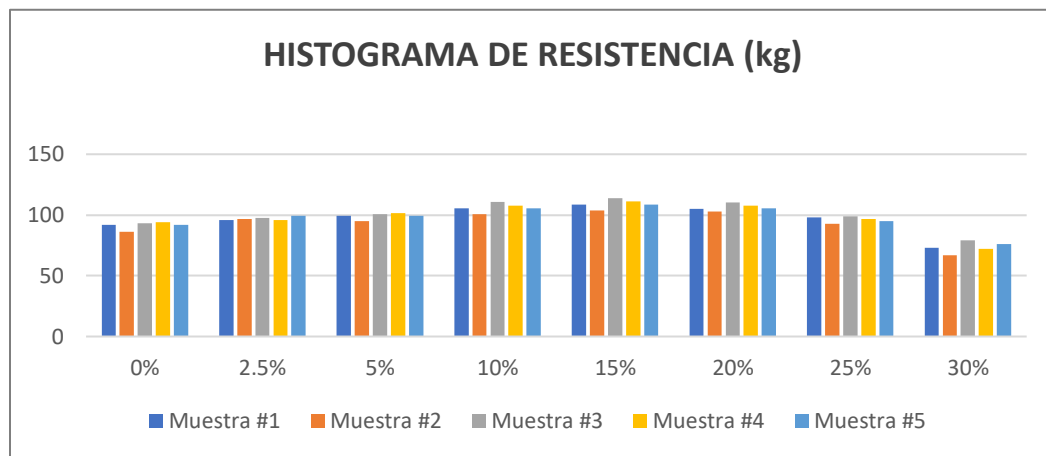
**Para el objetivo específico 4:** el cual señala, Determinar cómo la incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la resistencia de asfalto en frío, 2022, tras haber realizado y evaluado las muestras de laboratorio, respecto a las variables de incorporación de NFU en porcentajes: 0 %, 2.5 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, obtuvimos los siguientes resultados:

**Tabla 14.** Diseño de la muestra – Resistencia

RESISTENCIA (40 PROBETAS)								
METODO LOTTMAN / ASTM D 412 (> 80kg)								
# DE MUESTRAS	% DE ADICIONES DE GRANO DE NFU							
	0%	2.50%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	92	95.7	99.5	105.5	108.6	105	98	73
2	86	96.7	95	100.7	103.7	103	92.7	67
3	93	97.8	100.6	110.7	113.7	110.1	99.1	79.3
4	94	95.7	101.7	107.8	111	107.7	96.9	72
5	92	99.5	99.5	105.5	108.6	105.4	94.8	75.9
PROMED.	91.4	97.08	99.26	106.04	109.12	106.24	96.3	73.44

**Fuente:** Elaboración propia

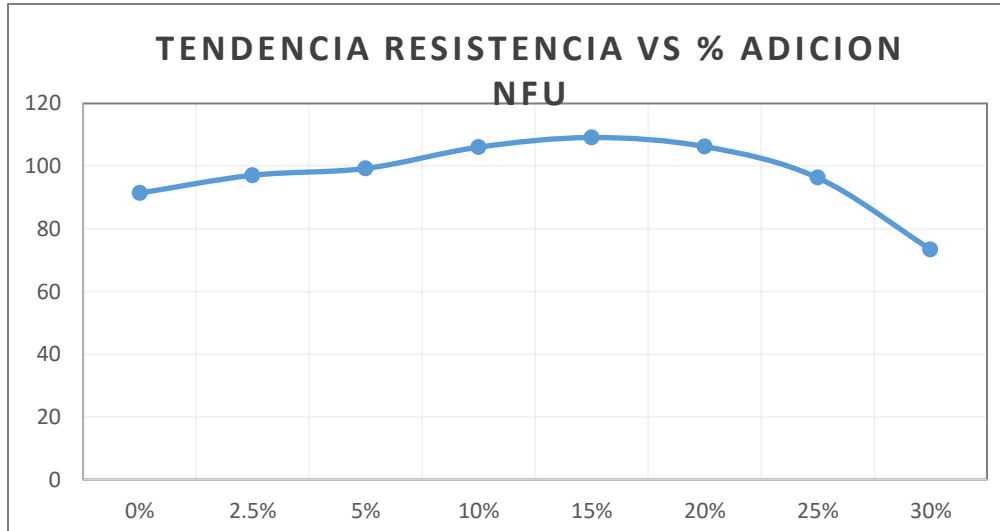
Interpretación: Del cuadro de resultados obtenido con Cabezal Lottman para hallar la resistencia a tracción indirecta se aprecia que a partir de la 5ta incorporación (15%) la resistencia desciende evidentemente, producto del exceso de NFU lo que hace que pierda la adherencia de partículas internas de la mezcla asfáltica.



**Figura 34.** Gráfico de barras de resistencia

**Fuente:** Elaboración propia





**Figura 35.** Gráfico de tendencia de la resistencia

**Fuente:** Elaboración propia

Interpretación: Del cuadro de tendencias de Resistencia Lottman se aprecia que desciende evidentemente las resistencias con mayores adiciones de NFU.

## V. DISCUSIÓN

**Para el objetivo específico 01**, de los resultados obtenidos en la tabla 07, al incorporar NFU en porcentajes de (0 %, 2.5 %, 5 % , 10 %, 15 %, 20 %, 25 % y 30 %) y reduciendo la arena gruesa en porcentajes de (58 %, 55.5 %, 53 %, 48 %, 43 %, 38 %, 33 % y 28 %), se obtuvo una estabilidad de (793.2 kg, 817.6 kg, 850.3 kg, 901.3 kg, 937.4 kg, 956.1 kg, 965.7 kg, 973.4 kg), por lo que todos los resultados estarían cumpliendo con los parámetros normativos de la EG-2013, en el que indica que una estabilidad debe ser >555 kg. Comparados con los antecedentes: Con Olarte y Soler el cual indica que se incorporó 0.5 %, 1.5 % y 2.5% de GCR, de la que se obtuvo una estabilidad de 1204 kg, 940 kg y 891 kg, la cual cumplen con los parámetros normativos y con Soto (2018) el cual indica que incorporó 1%, 2% y 3% de caucho de llanta, de la que se obtuvo una estabilidad de 1087 kg, 1046 kg y 1008 kg, la cual cumplen a razón que se encuentran dentro del parámetro, según los antecedentes mencionados indican que los resultados de estabilidad disminuyen a mayor adición de caucho de llanta o GCR. En comparación con nuestra investigación y con los antecedentes, todos los resultados estarían cumpliendo según EG-2013.

**Para el objetivo específico 02**, de los resultados obtenidos en la tabla 07, al incorporar NFU en porcentajes de (0 %, 2.5 %, 5 % , 10 %, 15 %, 20 %, 25 % y 30 %) y reduciendo la arena gruesa en porcentajes de (58 %, 55.5 %, 53 %, 48 %, 43 %, 38 %, 33 %, 28 %), se obtuvo un flujo de (9 mm, 9.6 mm, 10.3 mm, 11 mm, 11.8 mm, 12.6 mm, 13.5 mm, 14.4 mm), por lo que todos los resultados estarían cumpliendo con los parámetros normativos de la EG-2013, en el que indica que el flujo debe estar dentro los parámetros de 8mm a 16mm. Comparados con los antecedentes: Con Ayala y Heredia (2019) el cual indica que se incorporó 0.75 % y 1.5 % de GCR, de la que se obtuvo un flujo de 18 mm y 20 mm la cual ninguna cumple de acuerdo al parámetro y con Cerrudo (2021) el cual indica que incorporó polvo de llantas en porcentajes de 2.5 % y 5 %, de la que se obtuvo un flujo de 15.70 mm y 15.30 mm, la cual se encuentran dentro de los parámetros. En comparación con nuestra investigación los resultados

obtenidos solo Cerrudo (2021) estaría cumpliendo con los parámetros normativos de la EG-2013.

**Para el objetivo específico 03**, de los resultados obtenidos en la tabla 09, al incorporar NFU en porcentajes de (0 %, 2.5 %, 5 % , 10 %, 15 %, 20 %, 25 % y 30 %) y reduciendo la arena gruesa en porcentajes de (58 %, 55.5 %, 53 %, 48 %, 43 %, 38 %, 33 %, 28 %), se obtuvo un % de vacíos de (3.08 %, 3.46 %, 3.848 %, 3.96 %, 4.32 %, 4.59 %, 4.42 %, 5.246 %), por lo que solo las incorporaciones del 0% al 25 % estarían cumpliendo con los parámetros normativos de la EG-2013, en el que indica que el % de vacíos debe estar dentro los parámetros de 3% a 5 %. Comparados con los antecedentes: Con Orellana y Solano (2019) el cual indica que se incorporó 10 %, 15 %, y 20 % de polvo de caucho, de la que se obtuvo un porcentaje de vacíos de 5.23 %, 3.98 % y 3.97 %, la cual solo la incorporación con 15%, y 20% cumplen con lo indicado en el parámetro y con Sánchez (2019) el cual indica que al incorporar porcentajes de 5%, 10% y 15%. caucho reciclado, se obtuvo porcentajes de vacíos de 4.5 %, 4.5 % y 4.7 %, las cuales se encuentran dentro de los parámetros. En comparación con nuestra investigación y los antecedentes no todas las incorporaciones cumplen con la normativa de la EG-2013.

**Para el objetivo específico 04**, de los resultados obtenidos en la tabla 10, al incorporar NFU en porcentajes de (0 %, 2.5 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % y 30 %) y reduciendo la arena gruesa en porcentajes de (58 %, 55.5 %, 53 %, 48 %, 43 %, 38 %, 33 %, 28 %), se obtuvo una resistencia de (91.4 kg, 97.08 kg, 99.26 kg, 106.04 kg, 109.12 kg, 96.3, 73.44 kg), mismo que la tendencia de resultados desciende a partir de la incorporación del 15 %. Comparando con el antecedente de Sánchez (2021) el cual indica que se incorporó 1 % y 2 % de caucho reciclado, de la que se obtuvo una resistencia de 528 kg y 342 kg, teniendo como patrón una resistencia de 548 kg, se observa que la resistencia disminuye al adicionar porcentajes de caucho reciclado. En comparación con nuestra investigación se obtienen resultados favorables incorporando hasta un 15 % de NFU.

## VI. CONCLUSIONES

1. Para la hipótesis específica N° 01, de acuerdo a los resultados obtenidos mediante el desarrollo del objetivo específico N° 01 se contrastó que al incorporar NFU en porcentajes de (0 %, 2.5 %, 5 % , 10 %, 15 %, 20 %, 25 % y 30 %) y reduciendo la arena gruesa en porcentajes de (58 %, 55.5 %, 53 %, 48 %, 43 %, 38 %, 33 % y 28 %), se obtuvo una Estabilidad Marshall de (793.2 kg, 817.6 kg, 850.3 kg, 901.3 kg, 937.4 kg, 956.1 kg, 965.7 kg, 973.4 kg), en la que todos los resultados son favorables a razón que sus valores aumentan y estarían cumpliendo con los parámetros normativos de la EG-2013, en el que indica que una estabilidad debe ser >555 kg. Por lo que la hipótesis planteada es correcta.
2. Para la hipótesis específica N° 02, de acuerdo a los resultados obtenidos mediante el desarrollo del objetivo específico N° 02, se contrastó que al incorporar NFU en porcentajes de (0 %, 2.5 %, 5 % , 10 %, 15 %, 20 %, 25 % y 30 %) y reduciendo la arena gruesa en porcentajes de (58 %, 55.5 %, 53 %, 48 %, 43 %, 38 %, 33 % y 28 %), se obtuvo un Flujo Marshall de (9 mm, 9.6 mm, 10.3 mm, 11 mm, 11.8 mm, 12.6 mm, 13.5 mm, 14.4 mm), en la que todos los resultados se incrementan de manera favorable y estarían cumpliendo con los parámetros normativos de la EG-2013, en el que indica que el flujo debe estar dentro los parámetros de 8mm a 16mm. Por lo que la hipótesis planteada es correcta.
3. Para la hipótesis específica N° 03, de acuerdo a los resultados obtenidos mediante el desarrollo del objetivo específico N° 03 se contrastó que al incorporar NFU en porcentajes de (0 %, 2.5 %, 5 % , 10 %, 15 %, 20 %, 25 % y 30 %) y reduciendo la arena gruesa en porcentajes de (58 %, 55.5 %, 53 %, 48 %, 43 %, 38 %, 33 % y 28 %), se obtuvo un % de vacíos Marshall de (3.08 %, 3.46 %, 3.848 %, 3.96 %, 4.32 %, 4.59 %, 4.42 %, 5.246 %), por lo que todas las incorporaciones cumplen con el parámetro requerido, a excepción de la última adición que tiene 5.246 % que es mayor a 5 % el cual excede el parámetro requerido de la EG-2013, en el que indica que el flujo debe estar dentro los parámetros de 3% a 5 %. Por lo que la hipótesis planteada es correcta sólo hasta la penúltima incorporación (al 25%).
4. Para la hipótesis específica N° 04, de acuerdo a los resultados obtenidos mediante

el desarrollo del objetivo específico N° 04 se contrastó que al incorporar NFU en porcentajes de (0 %, 2.5 %, 5 % , 10 %, 15 %, 20 %, 25 % y 30 %) y reduciendo la arena gruesa en porcentajes de (58 %, 55.5 %, 53 %, 48 %, 43 %, 38 %, 33 % y 28 %), se obtuvo una Resistencia Lottman de (91.4 kg, 97.08 kg, 99.26 kg, 106.04 kg, 109.12 kg, 96.3, 73.44 kg), por lo que la resistencia estaría incrementando, se tiene un resultado óptimo hasta un 15 % de incorporación de NFU que representa 106.04 kg.

5. Para la hipótesis general, de acuerdo a los resultados obtenidos mediante el desarrollo del objetivo general se contrastó que al incorporar NFU en porcentajes de (0 %, 2.5 %, 5 % , 10 %, 15 %, 20 %, 25 % y 30 %) y reduciendo la arena gruesa en porcentajes de (58 %, 55.5 %, 53 %, 48 %, 43 %, 38 %, 33 % y 28 %), se concluye que las incorporaciones de NFU de uso funcionan en bajos porcentajes de incorporación en arena gruesa, puesto que a mayores adiciones esta se complica en la compactación lo que hace un efecto de rebote durante el proceso de compactación y no es recomendable una incorporación mayor al 10 % de NFU, ya que no cumplirían con los controles de calidad planteados por la normativa.

## VII. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio, se recomienda que para poder sustituir la arena gruesa por el NFU no se recomienda incorporar más del 10% (límite en vacíos), puesto que a mayores adiciones la curva granulométrica excede la franja de gradación MDF 02 de la EG-2013, es decir que las incorporaciones de NFU de uso funciona en bajos porcentajes de incorporación en arena gruesa, puesto que a mayores adiciones esta se complica en la compactación lo que hace un efecto de rebote durante el proceso de compactación y no es recomendable una incorporación mayor al 10 % de NFU, ya que no cumplirían con los controles de calidad planteados por la normativa.
2. Basándonos en la realidad de nuestro país se recomienda que la entidades públicas o privadas, realicen sustituir porcentajes de la arena gruesa por NFU para la elaboración de la mezcla asfáltica en frío con la finalidad de reducir costos económicos, así mismo poder aplicar en diferentes ciudades que carecen de un agregado que no cumple los parámetros de control de calidad, de esa manera contribuimos al desarrollo de nuestra país, construyendo y mejorando diferentes vías de tránsito que se encuentran deterioradas.
3. Así mismo se recomienda crear normativas respecto al uso de los NFU como parte del agregado en la elaboración de la mezcla asfáltica en frío ya que la mezcla asfáltica en frío es menos contaminante en comparación a la mezcla asfáltica en caliente.
4. Como última recomendación se sugiere que otros investigadores tomen como muestra agregados de las 03 regiones de nuestro país (costa, sierra y selva), tomando como referencia la presente tesis como parte del agregado de la costa para la elaboración de la mezcla de asfalto en frío, realizando así comparaciones de sus propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, con el fin de poder conocer en qué región es más rentable este aporte, a su vez para mayor precisión se podría realizar un análisis de los costos, es decir cuánto disminuiría la cantidad de la compra de agregado tomando los montos actuales según estudio de mercado.

## REFERENCIAS

ADELAKIN, Saliu. Mechanical and Structural Changes of PVC when Subjected to Heat. Tesis (Titulo). Arcada: Arcada University Of Applied Science, 2015

Disponible en: [Plastic tech thesis.pdf \(theseus.fi\)](#).

ANICAMA, Linda. Diseño del pavimento asfaltado comparando el empleo de caucho reciclado y plástico reciclado, Anexo Astobamba - Provincia Cajatambo – 2020. Tesis (Titulo). Cajatambo: Universidad Cesar Vallejo, Ingeniería Civil, 2020

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/60423>

ARIAS, Jose y COVINOS, Mitsuo. Metodología de la investigación [en línea]. 1ra ed. Perú: ResearchGate, 2021. [fecha de consulta: 15 de septiembre de 2022].

Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/352157132>

ISBN: 978-612-48444-2-3

ARIZA, Diego, SANCHEZ, Carlos y CARREÑO, Katerine. Propiedades volumétricas de mezclas asfálticas en caliente con inclusión de asfalto natural “MAPIA” y grano de caucho reciclado como llenante mineral [en línea]. Revista Ingenio, 2022. [fecha de consulta: 30 de septiembre de 2022]

Disponible en: <https://doi.org/10.22463/2011642X.3051>.

ISSN: 2389-864X

AYALA, Karla y HEREDIA, Joel. Mezclas asfálticas mejoradas con caucho de llantas añadido por vía seca. Tesis (Titulo). Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2019

Disponible en: <http://repositorio.ucsq.edu.ec/handle/3317/13840>.

AZCONA, Maximiliano, MANZINI, Fernando y DORATI, Javier. Precisiones metodológicas sobre la unidad de análisis y la unidad de observación [en línea]. Tomo I. Argentina: Repositorio Institucional de la UNLP, 2013 [ fecha de consulta: 10 de octubre de 2022]. Precisiones metodológicas sobre la unidad de análisis y la unidad de observación.

Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/45512>.

ISBN: 978-950-34-1027-1

BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingeniero [en línea].

Chiclayo: Academia, 2016. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2022]

Disponible en: [https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_Investigaci%C3%B3n\\_Cient%C3%ADfica\\_para\\_ingenier%C3%ADa\\_Civi](https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civi)

CARRASCO, Sergio. Metodología de la investigación científica [en línea]. 1ra ed. Perú:

Editorial San Marcos, 2006. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2022].

ISBN:9972-34-242-5

CASO, Sara y DE LA CRUZ, Gissela. Diseño de mezclas asfálticas en caliente modificadas con polímeros reciclados HDPE y SBR, para pavimentos en la ciudad de Huancavelica”, Universidad Nacional de Huancavelica. Tesis (Titulo). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2022

Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3450>.

CASTILLO, Alvaro y CHAVARRI, Alex. Diseño de mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de caucho reciclado en Lima, 2020. Tesis (Titulo). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/55690>.

CENTENO, Claudia y ROQUE, Ana. Evaluación de la mezcla asfáltica al adicionar plástico PET y PVC reciclado, en la Av. Boulevard 01, Distrito Ilo, Moquegua 2022. Tesis (Titulo). Ilo: Universidad Cesar Vallejo, 2020.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/90213>

CERRUDO, Diego. Influencia del polvo de neumático en una mezcla asfáltica por vía seca para vías locales con pavimento flexible. Tesis (Titulo). Lima: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/29134>.

CONTRERAS, Karen y DELGADO, Angie. Análisis Costo-Beneficio Basado en el Ciclo de Vida Útil de Mezclas de Asfalto Modificado Con Polvo de Caucho en la Capa de Rodadura. Tesis (Titulo). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2017.



Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/39997>.

CONTRERAS, Diego y ZUÑIGA, Javier. Influencia de los desperdicios plásticos en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas modificadas. Tesis (Titulo). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2020.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/3686>.

CORBACHO, Jorge. Análisis de estabilidad Marshall y la deformación permanente mediante el ensayo de rueda de carga de Hamburgo de una mezcla asfáltica modificada en caliente con fibras de tereftalato de polietileno reciclado en la ciudad de cusco – 2018. Tesis (Titulo). Cusco: Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco, 2019. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12918/3571>

DASH, Swayam y PANDA, Mahabir. Influence of mix parameters on design of cold bituminous mix [en línea]. Volume 19, 10 December 2018, Pages 376 -385. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.10.002>

DIAZ, Cesar y CASTRO, Liliana. Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá. Tesis (Titulo). Bogotá: Universidad Santo Tomas. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11634/2633>.

DUEÑAS, Ana y CALUME, Sinuhe. Recopilación y análisis sobre el uso del grano de caucho modificado (gcm) para la utilización por vía seca en el diseño de carpetas asfálticas en Bogotá. Tesis (Titulo). Bogota: Universidad Santo Tomas, 2017.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/11634/2649>.

GOMEZ, Breixo y PEREZ, Ignacio. Effects of the use of construction and demolition waste aggregates in cold asphalt mixtures [en línea]. vol. 51, pp. 267-277, 2014. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2022].

Disponible en: <http://hdl.handle.net/2183/18009>.

ISSN: 0950-0618

HERNANDEZ, Carlos y CARPIO, Natalia. Introducción a los tipos de muestreo. Revista alerta [en línea]. Vol 2 n.o 1, 2019. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535>

HERNANDEZ, Roberto. Diseño y Metodología de la Investigación [en línea]. 6ª ed. México: ResearchGate, 2018.

Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/352157132\\_DISENO\\_Y\\_METODOLOGIA\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACION](https://www.researchgate.net/publication/352157132_DISENO_Y_METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION).

ISBN: 978-1-4562-2396-0

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 5a ed., México: Academia, 2018. Disponible en: [https://www.academia.edu/20792455/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_Investigaci%C3%B3n\\_5ta\\_edici%C3%B3n\\_Roberto\\_Hern%C3%A1ndez\\_Sampieri](https://www.academia.edu/20792455/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_5ta_edici%C3%B3n_Roberto_Hern%C3%A1ndez_Sampieri).

ISBN: 978-607-15-0291-9

JONI, H. Y HASHIM, M. Evaluation silica fume addition on some properties of cold bitumen emulsion mixtures (CBEMs), IOP Publishing [en línea]. 2018 Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/433/1/012021/pdf>.

MACEDO, Sergio y URETA, Cristian. Influencia del caucho reciclado utilizado como agente modificante en los parámetros de diseño de una mezcla asfáltica. Tesis (Titulo) Lima: Universidad Ricardo Palma, 2020.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/3681>.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de carreteras [en línea]. EG -2013 [fecha de consulta: 20 de octubre de 2022].

Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC\\_20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_10%20EG%202013.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC_20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_10%20EG%202013.pdf).

NOGUERA, Alfredo y MIRO, Rodrigo. Asphalt toughness effect on bituminous mixture fatigue behavior, Revista ingeniería de construcción [en línea]. Vol 26 n.o 2, 2011. [ fecha de consulta: 25 de octubre de 2022].

Disponible en: <https://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/NOGUERA>.

ISSN 0718-5073

OCHOA, R. y GRIMALDO, G. Validation of the polyvoids in the design of bituminous mixtures with coal tar as a binder [en línea] Vol 33 no. 2, 2018. Colombia: Revista ingeniería de construcción [ fecha de consulta: 25 de octubre de 2022]. Disponible en:

[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732018000200137](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000200137).

ISSN 0718-5073

OLARTE, Brandon y SOLER, Ruben. Efecto del grano de caucho en el ahuellamiento de una mezcla asfáltica tipo MD-12. Tesis (Titulo). Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2018.

Disponible en: <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3094>.

OREALLANA, Jordi y SOLANO, Jason. Dosificación óptima en pavimento flexible de asfalto y caucho reciclado utilizando materiales de la región. Tesis (Titulo). Cuenca: Universidad de Cuenca, 2019.

Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/33528>.

PELAEZ, Gabriel, VELAZQUEZ, Sandra y GIRALDO, Diego. Aplicaciones de caucho reciclado: Una revisión de la literatura, Universidad Militar Nueva Granada. vol. 27, núm. 2, pp. 27-50, 2017. Disponible en: [Aplicaciones de caucho reciclado: Una revisión de la literatura \(redalyc.org\)](#).

Ramírez, Julio. Concreto Asfáltico Reciclado con Caucho Molido para el Rejuvenecimiento en una Mezcla Asfáltica Tibia. Tesis (Titulo). Lima: Universidad Ricardo Palma. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5354>.

SALAZAR, Giancarlo. Comportamiento de las mezclas asfálticas adicionándole caucho por la técnica de vía seca. Tesis (Titulo). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/31641>.

SANCHEZ, Michael. Análisis de las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. Tesis (Titulo). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/45576>.

SÁNCHEZ, Hildebrando. Mejoras mecánicas de la mezcla asfáltica con la incorporación de caucho como parte del agregado fino para la ciudad de Piura. Tesis (Titulo). Piura: Universidad de Piura, 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/4871>.

SOTO, Edwin. Influencia de la incorporación de porcentajes de caucho de llanta reciclado sobre los parámetros Marshall en las mezclas asfálticas en caliente, Trujillo 2017. Tesis (Titulo). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2017. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/13751>.

TUESTA, Arturo. Propuesta de una planta recicladora de neumáticos usados para minimizar la contaminación ambiental que se generan en la ciudad de Chiclayo, 2019. Tesis (Titulo). Chiclayo: Universidad de Lambayeque, 2019. Disponible en: <http://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/309>.

VARGAS, Jorge. Calidad en la producción en planta, control en laboratorio y campo de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) para el proyecto integración vial Tacna - La Paz; tramo Tacna – Collpa; sub tramo III: km. 146+180 - km. 187+404. Tesis (Titulo). Tacna: Universidad Privada del Norte, 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/14293>.

## **ANEXOS**

## Matriz de Consistencia.

<b>Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa para elaboración de asfalto en frío, 2022</b>					
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensión	Metodología
P.G. ¿cómo la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la elaboración de asfalto en frío, 2022?	O.G. Determinar como la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la elaboración de asfalto en frío, 2022	H.G. La Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa mejora en la elaboración de asfalto en frío, 2022	Incorporación de neumáticos fuera de uso.	0%	<b>Tipo:</b> Aplicada  <b>Nivel:</b> Explicativo  <b>Enfoque:</b> Cuantitativo  <b>Diseño:</b> Experimental Puro  <b>Población:</b> 160 probetas de asfalto  <b>Técnica:</b> Observación  <b>Instrumento:</b> Ficha de Observación
				2.5 %	
				5%	
				10%	
				15%	
				20%	
				25%	
			30%		
			58%		
			55.5%		
			Reducción de porcentaje de arena gruesa	53%	
				48%	
				43%	
				38%	
33%					
28%					
28%					
P.E.1. ¿Cómo la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la estabilidad de asfalto en frío, 2022?	O.E.1. Determinar como la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la estabilidad de asfalto en frío, 2022	H.E.1. La Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa mejora la estabilidad de asfalto en frío, 2022	Elaboración de asfalto en frío.	Estabilidad (kg)	
P.E.2. ¿cómo la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en el flujo de asfalto en frío, 2022?	O.E.2. Determinar como la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en el flujo de asfalto en frío, 2022	H.E.2. La Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa mejora el flujo de asfalto en frío, 2022		Flujo (mm)	
P.E.3. ¿cómo la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en el porcentaje de vacío de asfalto en frío, 2022?	O.E.3. Determinar como la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en el porcentaje de vacío de asfalto en frío, 2022	H.E.3. La Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa reduce el porcentaje de vacío de asfalto en frío, 2022		Porcentaje de vacíos (%)	
P.E.4. ¿Cómo la Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la resistencia de asfalto en frío, 2022?	O.E.4. Determinar cómo la incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la resistencia de asfalto en frío, 2022.	H.E.4. La incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa mejora en la resistencia de asfalto en frío, 2022.		Resistencia (kg)	

### Anexo 1: Matriz de consistencia

**Fuente:** Elaboración propia



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FICHA DE OBSERVACIÓN**

Objetivo: Determinar como la incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la elaboración de asfalto en frío, 2022.

<b>N.º de Muestras</b>	<b>Incorporación de neumáticos fuera de uso</b>							
Nº de Muestras	0%	2.5 %	5%	10%	15%	20%	25%	30%
Estabilidad (kg)	793.2	817.6	850.3	901.3	937.4	956.1	965.7	973.4
Flujo (mm)	9	9.6	10.3	11	11.8	12.6	13.5	14.4
Porcentaje de vacíos (%)	3.08	3.46	3.848	3.96	4.32	4.59	4.92	5.246
Resistencia (kg)	91.4	97.08	99.26	106.24	109.12	106.24	96.3	73.44

Observaciones:

Se observa que en el porcentaje de vacíos todos los resultados cumplen con el parámetro exigido por la normativa EG-2013 (3% a 5%) a excepción de la última adición (30%) que excede la cantidad de vacíos exigidos por norma.

Respecto a la Resistencia se aprecia que desciende evidentemente las resistencias con mayores adiciones de NFU.



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**FICHA DE OBSERVACIÓN**

Objetivo: Determinar como la incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa influye en la elaboración de asfalto en frío, 2022.

<b>N.º de Muestras</b>	<b>Reducción de porcentajes de arena gruesa</b>							
Nº de Muestras	58%	55.5%	53%	48%	43%	38%	33%	28%
Estabilidad (kg)	793.2	817.6	850.3	901.3	937.4	956.1	965.7	973.4
Flujo (mm)	9	9.6	10.3	11	11.8	12.6	13.5	14.4
Porcentaje de vacíos (%)	3.08	3.46	3.848	3.96	4.32	4.59	4.92	5.246
Resistencia (kg)	91.4	97.08	99.26	106.24	109.12	106.24	96.3	73.44

**Observaciones:**

Se realizaron gradaciones al incorporar neumáticos fuera de uso como parte de los porcentajes de arena gruesa. En la cual se observó que la incorporación del 10 % NFU es el óptimo ya que se encuentra dentro de la franja granulométrica. De igual forma la incorporación del 10% del grano de NFU con reducción de 48 % de arena gruesa, de acuerdo a los ensayos de laboratorio, las propiedades mecánicas cumplen con los parámetros normativos de la mezcla asfáltica en frío.





Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 087 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 073-2022  
Fecha de emisión : 2022-02-09

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
Dirección : CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : METROTEST  
Modelo de Prensa : NO INDICA  
Serie de Prensa : 673  
Marca de Celda : ZEMIC  
Modelo de Celda : H3-C3-5.0t-6B-C  
Serie de Celda : M2D025453  
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : HIGH WEIGHT  
Modelo de Indicador : 315-X2  
Serie de Indicador : 0284042

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración  
CARRETERA BINACIONAL MZ. LL LOTE 01 CHEN CHEN - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA  
01 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0994 - 001- 2021	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	MCC		

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,2	24,1
Humedad %	45	45

7. Resultados de la Medición  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 087 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	499,55	501,65	0,09	-0,33	500,60	-0,12	-0,42
1000	1003,69	1003,92	-0,37	-0,39	1003,81	-0,38	-0,02
1500	1499,15	1502,41	0,06	-0,16	1500,78	-0,05	-0,22
2000	2001,96	2000,57	-0,10	-0,03	2001,27	-0,06	0,07
2500	2501,01	2500,00	-0,04	0,00	2500,51	-0,02	0,04
3000	3002,37	3001,62	-0,08	-0,05	3002,00	-0,07	0,03
3500	3504,22	3505,15	-0,12	-0,15	3504,69	-0,13	-0,03
4000	4006,35	4007,98	-0,16	-0,20	4007,17	-0,18	-0,04

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación:  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9987x + 0,2569$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

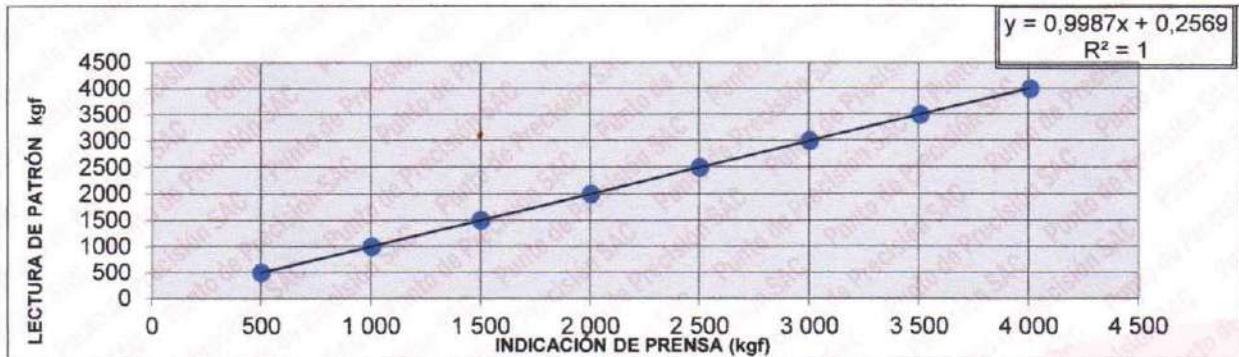
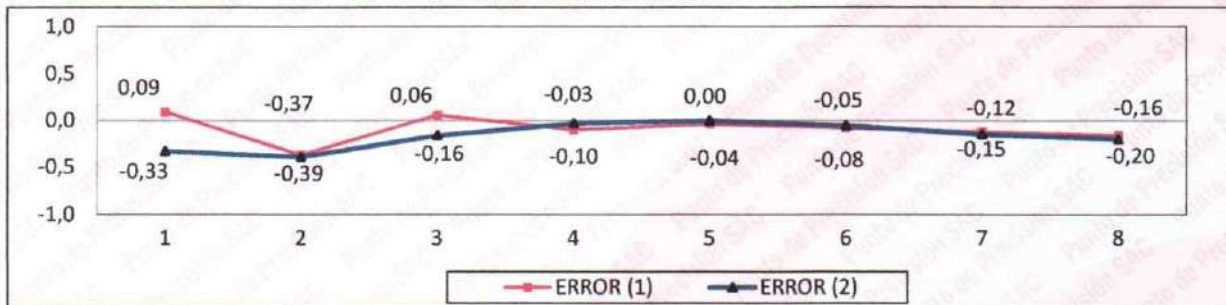


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 382 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 073-2022  
Fecha de emisión : 2022-02-09

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

Dirección : CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO -  
MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : ELE INTERNATIONAL  
Modelo de Copa : NO INDICA  
Serie de Copa : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración

CARRETERA BINACIONAL MZ. LL LOTE 01 CHEN CHEN - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA  
01 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM. Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM

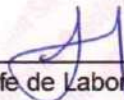
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,4	24,4
Humedad %	44	44

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 382 - 2022

Página : 2 de 2

### Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE			EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c

DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	53,56	2,38	25,97	46,53	51,14	150,00	125,13	10,13	3,39	13,25
	53,21	2,29	25,82	46,51	51,37	149,99	125,18	10,00	3,28	13,36
	53,35	2,27	25,99	46,55	51,18	150,00	125,06	10,15	3,41	13,85
	53,59	2,42	25,97	46,54	51,07	150,00	125,15	10,05	3,35	13,68
	53,42	2,33	25,95	46,54	51,44	150,02	125,07	10,11	3,19	13,96
PROMEDIO	53,43	2,33	25,95	46,51	51,25	150,00	125,12	10,09	3,31	13,56
MEDIDAS STANDARD	54,00	2,00	27,00	47,00	50,00	150,00	125,00	10,00	2,00	13,50
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	-0,57	0,33	-1,05	-0,49	1,25	0,00	0,12	0,09	1,31	0,06

	Rango según norma	Medida encontrada
Resiliencia	77 % a 90 %	81 %

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-054-2022**

Página: 1 de 3

**Expediente** : T 073-2022  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-09

**1. Solicitante** : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

**Dirección** : CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : **HENKEL**

**Modelo** : **NO INDICA**

**Número de Serie** : **NO INDICA**

**Alcance de Indicación** : **1 000 g**

**División de Escala de Verificación ( e )** : **0,1 g**

**División de Escala Real ( d )** : **0,01 g**

**Procedencia** : **NO INDICA**

**Identificación** : **NO INDICA**

**Tipo** : **ELECTRÓNICA**

**Ubicación** : **LABORATORIO**

**Fecha de Calibración** : **2022-02-01**

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  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

**3. Método de Calibración**

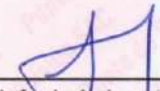
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
CARRETERA BINACIONAL MZ. LL LOTE 01 CHEN CHEN - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
\_\_\_\_\_  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-054-2022

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	23,7	23,7
Humedad Relativa	45,0	45,0

**6. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

**7. Observaciones**

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 1 000,00 g  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 999,62 g para una carga de 1 000,00 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

0

**8. Resultados de Medición**

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

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	23,7	23,7

Medición N°	Carga L1= 500,000 g			Carga L2= 1 000,001 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	500,00	0,007	-0,002	1 000,00	0,008	-0,004
2	500,00	0,009	-0,004	999,99	0,004	-0,010
3	500,00	0,005	0,000	999,98	0,003	-0,019
4	500,00	0,008	-0,003	1 000,00	0,009	-0,005
5	500,00	0,006	-0,001	1 000,01	0,007	0,007
6	500,00	0,009	-0,004	999,99	0,004	-0,010
7	500,00	0,005	0,000	999,99	0,003	-0,009
8	500,00	0,007	-0,002	1 000,01	0,008	0,006
9	500,00	0,009	-0,004	999,98	0,004	-0,020
10	500,00	0,006	-0,001	1 000,00	0,007	-0,003
Diferencia Máxima						
	0,004			0,027		
Error máximo permitido	± 0,2 g			± 0,2 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# Punto de Precisión SAC

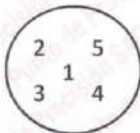
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-054-2022

Página: 3 de 3



### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C) Inicial 23,7 Final 23,7

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,100	0,10	0,005	0,000	300,001	300,00	0,008	-0,004	-0,004
2		0,10	0,008	-0,003		299,99	0,004	-0,010	-0,007
3		0,10	0,006	-0,001		299,99	0,003	-0,009	-0,008
4		0,10	0,007	-0,002		300,00	0,009	-0,005	-0,003
5		0,10	0,009	-0,004		299,99	0,004	-0,010	-0,006

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,1 g

### ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C) Inicial 23,7 Final 23,7

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,100	0,10	0,008	-0,003						
0,500	0,50	0,005	0,000	0,003	0,50	0,009	-0,004	-0,001	0,1
5,000	5,00	0,009	-0,004	-0,001	5,00	0,005	0,000	0,003	0,1
50,000	50,01	0,006	0,009	0,012	49,99	0,003	-0,008	-0,005	0,1
70,000	70,01	0,008	0,007	0,010	69,99	0,004	-0,009	-0,006	0,1
100,000	100,01	0,005	0,010	0,013	99,98	0,003	-0,018	-0,015	0,1
150,000	150,01	0,007	0,008	0,011	149,98	0,004	-0,019	-0,016	0,1
200,000	200,01	0,009	0,006	0,009	199,99	0,003	-0,008	-0,005	0,1
500,000	499,99	0,004	-0,009	-0,006	499,98	0,004	-0,019	-0,016	0,1
700,001	699,99	0,003	-0,009	-0,006	699,99	0,003	-0,009	-0,006	0,2
1 000,001	999,99	0,004	-0,010	-0,007	999,99	0,004	-0,010	-0,007	0,2

e.m.p.: error máximo permitido

### Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,25 \times 10^{-6} \times R$$

### Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{1,63 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 4,39 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 083 -2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 073-2022  
Fecha de emisión : 2022-02-09

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

Dirección : CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PINZUAR  
Modelo de Prensa : PC-160  
Serie de Prensa : 204  
Capacidad de Prensa : 1000 kN

Marca de indicador : PINZUAR  
Modelo de Indicador : NO INDICA  
Serie de Indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : NO INDICA  
Modelo de Transductor : NO INDICA  
Serie de Transductor : D8811

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precision 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.

3. Lugar y fecha de Calibración

CARRETERA BINACIONAL MZ. LL LOTE 01 CHEN CHEN - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA  
01 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,1	24,1
Humedad %	46	45

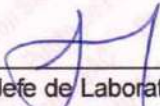
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 083 -2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	99,234	99,658	0,766	0,342	99,446	0,557	-0,424
200	198,542	198,741	0,729	0,629	198,642	0,684	-0,100
300	297,125	297,458	0,958	0,847	297,292	0,911	-0,111
400	396,258	396,642	0,936	0,840	396,450	0,895	-0,096
500	495,326	496,025	0,935	0,795	495,676	0,872	-0,140
600	594,256	595,987	0,957	0,669	595,122	0,820	-0,288
700	693,178	693,654	0,975	0,907	693,416	0,950	-0,068

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,0096x - 0,4016$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

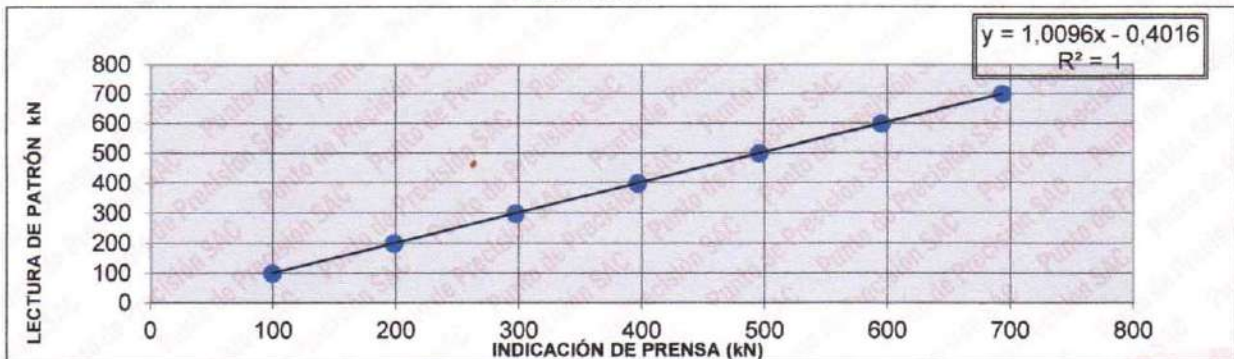
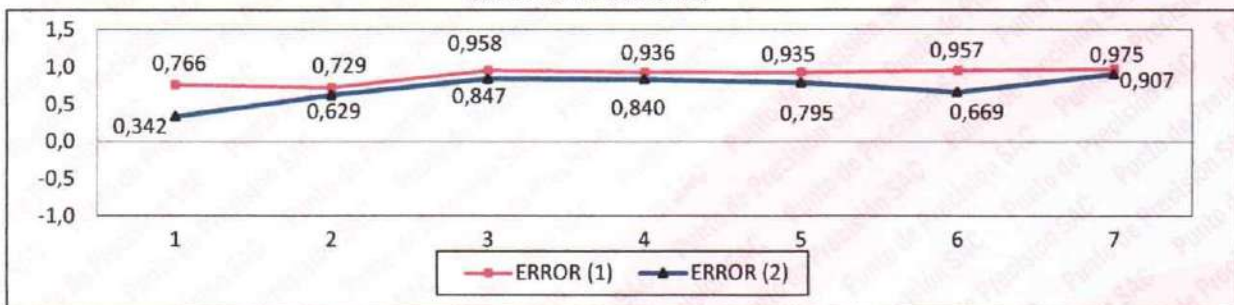
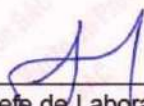


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-055-2022**

Página: 1 de 3

Expediente : T 073-2022  
Fecha de Emisión : 2022-02-09

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

Dirección : CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R21PE30ZH

Número de Serie : 8349380697

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación ( e ) : 1 g

División de Escala Real ( d ) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-02-01

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  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

3. Método de Calibración

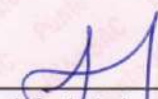
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
CARRETERA BINACIONAL MZ. LL LOTE 01 CHEN CHEN - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-055-2022

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	23,9	24,2
Humedad Relativa	44,0	45,0

**6. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

**7. Observaciones**

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 990 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

0

**8. Resultados de Medición**

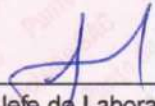
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	24,2			24,2		
	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,5	0,0
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4
3	15 000	0,9	-0,4	29 999	0,4	-0,9
4	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
5	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,6	-0,1
6	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,9	-0,4
7	14 999	0,4	-0,9	30 000	0,5	0,0
8	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3
9	15 000	0,5	0,0	29 999	0,4	-0,9
10	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
Diferencia Máxima			0,9			0,9
Error máximo permitido ±	2 g			±		3 g



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

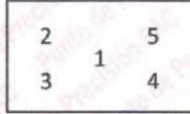
Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-055-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Table with columns for Position of Load, Determination of Ee, and Determination of Corrected Error. Includes temperature readings (24.2, 24.0) and a maximum error limit of ± 2 g.

ENSAYO DE PESAJE

Table with columns for Load L (g), CRECIENTES, DECRECIENTES, and ± emp (g). Includes temperature readings (24.0, 23.9) and various load values from 10.0 to 30 000.0 g.

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

R\_corregida = R + 1,28x10^-6 x R

Incertidumbre

U\_R = 2 \* sqrt(4,10x10^-1 g^2 + 2,38x10^-9 x R^2)

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error encontrado E\_e: Error en cero E\_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



## PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA  
LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA LA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRÍO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

### 1) PESO ESPECIFICO DE MASA

#### Agregado Fino

	Unid.		Formula
Peso muestra Saturada Sup. Seca	gr.	150.00	a
Peso (fiola + muestra sumerg, en agua)	gr.	436.42	b
Peso (fiola + agua)	gr.	344.55	c
Peso muestra Seca	gr.	145.40	d
Peso muestra sumergida	gr.	91.87	e=b-c
Volumen de la muestra	cm3	58.13	f=a-e
Peso Especifico Seco (Masa)	gr/cm3	<b>2.501</b>	d/f
Peso Especifico Saturado Sup. Seco	gr/cm3	<b>2.580</b>	a/f

#### Agregado Grueso

	Unid.		Formula
Peso muestra Saturada Sup. Seca	gr.	1220.00	a
Peso (canastilla + muestra) sumergida	gr.		b
Peso canastilla sumergida	gr.		c
Peso muestra Seca	gr.	1204.00	d
Peso muestra sumergida	gr.	755.00	e=b-c
Volumen de la muestra	cm3	465.00	f=a-e
Peso Especifico Seco	gr/cm3	<b>2.589</b>	d/f
Peso Especifico Saturado Sup. Seco	gr/cm3	<b>2.624</b>	a/f

### 2) ABSORCION

#### Agregado Fino

	Unid.		Formula
Peso muestra Saturada Sup. Seca	gr.	150.00	a
Peso muestra Seca	gr.	145.40	b
Absorción	%	<b>3.164</b>	(a-b)/b %

#### Agregado Grueso

	Unid.		Formula
Peso muestra Saturada Sup. Seca	gr.	1220.00	a
Peso muestra Seca	gr.	1204.00	b
Absorción	%	<b>1.329</b>	(a-b)/b %

### 3) CONTENIDO DE HUMEDAD

#### Agregado Fino

	Unid.		Formula
Peso muestra natural	gr.	800.00	a
Peso muestra Seca	gr.	788.68	b
Humedad	%	<b>1.435</b>	(a-b)/b %

#### Agregado Grueso

	Unid.		Formula
Peso muestra natural	gr.	1000.11	a
Peso muestra Seca	gr.	994.90	b
Humedad	%	<b>0.523</b>	(a-b)/b %



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP, N° 157865  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



#### 4) PESO UNITARIO SUELTO

Agregado Fino

	Unid.	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Formula
Peso de muestra	gr.	14423	14464	14438	a
Volumen de molde (Cte.)	gr.	9234	9234	9234	b
Peso Unitario Suelto	gr/cm <sup>3</sup>	1.562	1.566	1.564	a/b

Peso Unitario Suelto **1.564** gr/cm<sup>3</sup>

Agregado Grueso

	Unid.	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Formula
Peso de muestra	gr.	13244	13262	13253	a
Volumen de molde (Cte.)	gr.	9234	9234	9234	b
Peso Unitario Suelto	gr/cm <sup>3</sup>	1.434	1.436	1.435	a/b

Peso Unitario Suelto **1.435** gr/cm<sup>3</sup>

#### 5) PESO UNITARIO VARILLADO

Agregado Fino

	Unid.	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Formula
Peso de muestra	gr.	17243	17314	17320	a
Volumen de molde (Cte.)	gr.	9234	9234	9234	b
Peso Unitario Suelto	gr/cm <sup>3</sup>	1.867	1.875	1.876	a/b

Peso Unitario Varillado **1.873** gr/cm<sup>3</sup>

Agregado Grueso

	Unid.	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Formula
Peso de muestra	gr.	14535	14494	14544	a
Volumen de molde (Cte.)	gr.	9234	9234	9234	b
Peso Unitario Suelto	gr/cm <sup>3</sup>	1.574	1.570	1.575	a/b

Peso Unitario Varillado **1.573** gr/cm<sup>3</sup>



**GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.**  
*(Handwritten signature)*  
**WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA**  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

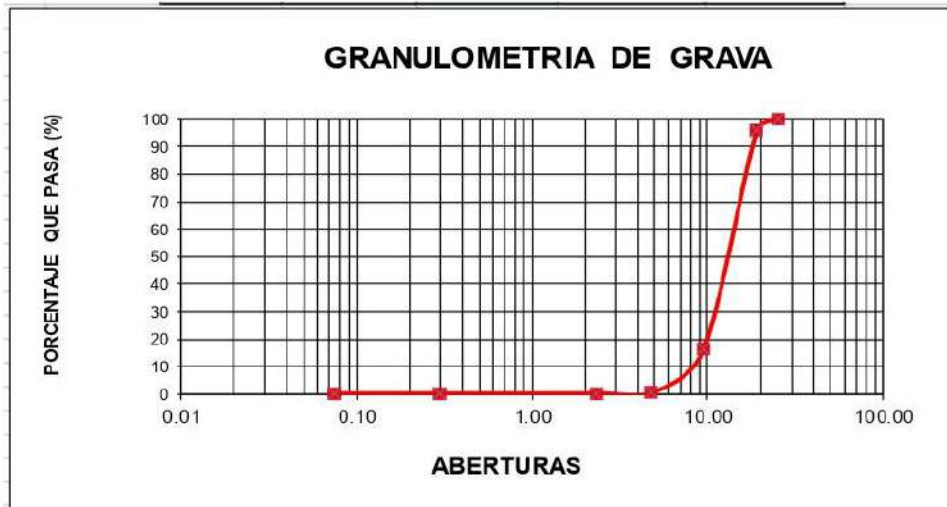


## GRANULOMETRIA ORIGINAL DE AGREGADOS

### METODO: GRANULOMÉTRICO

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA LA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

GRANULOMETRIA ORIGINAL DE GRAVA				
PULG.	MM	PESO RETEN.	% RETENIDO	% PASANTE
1	25.400			100.00
3/4"	19.05	215	4.06	95.94
3/8"	9.500	4215	79.66	16.28
4	4.760	851	16.08	0.19
8	2.360	10.2	0.19	0.00
50	0.297	0	0.00	0.00
200	0.075		0.00	0.00
FONDO			0.00	0.00



GRANULOMETRIA ORIGINAL DE ARENA				
PULG.	MM	PESO RETEN.	% RETENIDO	% PASANTE
1	25.400			100.00
3/4"	19.05	0	0.00	100.00
3/8"	9.500	10	2.25	97.75
4	4.760	27.14	6.12	91.63
8	2.360	120.05	27.05	64.58
50	0.297	180.34	40.64	23.93
200	0.075	64	14.42	9.51
FONDO		42.2	9.51	0.00



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WLBERTX. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157955  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO





**GRANULOMETRIA ORIGINAL DE AGREGADOS**

**MTC TABLA -424-02**

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
 TEMA : "INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA LA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
 FECHA : NOVIEMBRE 2022  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

% DE COMBINACION DE AGREGADOS				
GRAVA(%)		ARENA(%)		
42		58		

COMBINACION FINAL (GRAVA Y ARENA)				
PULG.	MM	%P.GRAVA	%P.ARENA	%PASANTE
1	25.400	42.00	58.00	100.00
3/4"	19.050	40.29	58.00	98.29
3/8"	9.500	6.84	56.69	63.53
4	4.760	0.08	53.15	53.23
8	2.360	0.00	37.45	37.45
50	0.297	0.00	13.88	13.88
200	0.075	0.00	5.52	5.52

PULG.	GRADACION REQUERIDA (PASANTE)		
1	100	100	OK
3/4"	80	95	OK
3/8"	60	75	OK
4	47	62	OK
8	35	50	OK
50	13	23	OK
200	3	8	OK

VERIFICACION →



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
 WILBERT K. PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157858  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.**

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

## ENSAYOS DE AGREGADOS EN LABORATORIO



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157395  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO CORRESPONDIENTE AL: - AGREGADO FINO -

**TESISTAS** : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA  
LUZ MARINA MAQUERA VILCA

**TEMA** : "INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE  
PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRÍO, 2022"

**CANTERA** : NINAJA

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2022 **UBICACIÓN:** ILO - MOQUEGUA

ENSAYOS	NORMA	CARACTERISTICAS	RESULTADOS
INDICE DE PLASTICIDAD	MTC E 110 / MTC E 111	LIMITE LIQUIDO	NP
		LIMITE PLASTICO	NP
		INDICE DE PLASTICIDAD	NP
EQUIVALENTE DE ARENA	MTC E 114	CONTENIDO DE ARENA	69 %
DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS POR MEDIO SO4Mg	MTCE 209	AGREGADO FINO	5.18 %
ENSAYO DE AZUL METILENO	AASHTO TP 57	INDICE AZUL DE METILENO	3.88 mg/g
ANALISIS GRANULOMETRICO	MTC E 204	AGREGADO FINO	-



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157866  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## INDICE DE PLASTICIDAD

MTC E 110 / MTC E 111

**TESISTAS** : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA  
LUZ MARINA MAQUERA VILCA

**TEMA** : "INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRÍO, 2022"

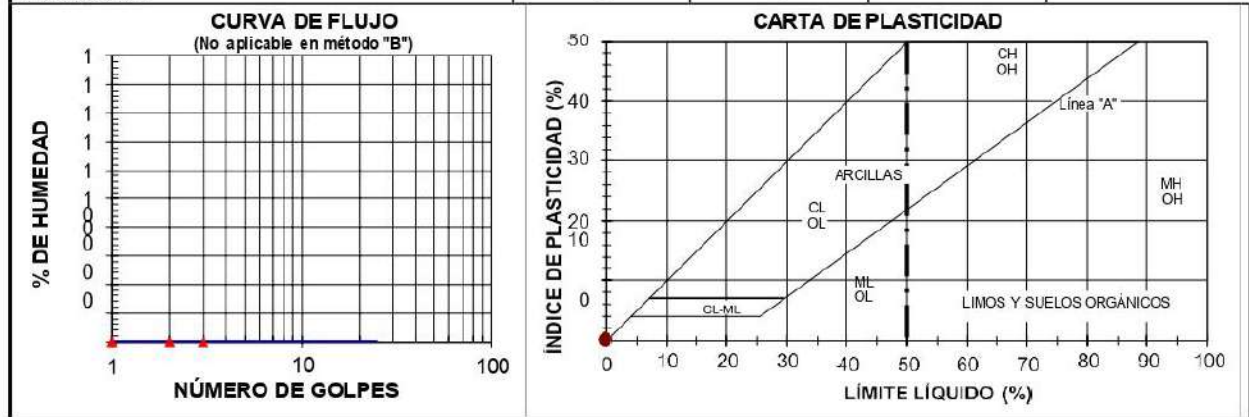
**CANTERA** : NINAJA

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2022

**UBICACIÓN:** ILO - MOQUEGUA

	LÍMITE LÍQUIDO		Método ("A" o "B"):	A
	1	2	3	PROMEDIO
Nº TARRO	-	-	-	-
TARRO + SUELO HUMEDO (g)	-	-	-	-
TARRO + SUELO SECO (g)	-	-	-	-
AGUA (g)	NP		NP	
PESO DEL TARRO (g)	-	-	-	-
PESO DEL SUELO SECO (g)	-	-	-	-
% DE HUMEDAD (g)	-	-	-	-
Nº DE GOLPES	-	-	-	-

	LÍMITE PLÁSTICO			PROMEDIO
	4	5		
Nº TARRO	-	-	-	-
TARRO + SUELO HUMEDO	-	-	-	-
TARRO + SUELO SECO	-	-	-	-
AGUA	NP		NP	
PESO DEL TARRO	-	-	-	-
PESO DEL SUELO SECO	-	-	-	-
% DE HUMEDAD	-	-	-	-



RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO	0%
LÍMITE PLÁSTICO	0%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	No plástico

IP = 0 → No plástico / 1 ≤ IP ≤ 5 → Ligeramente plástico  
 6 ≤ IP ≤ 10 → Plasticidad baja / 11 ≤ IP ≤ 20 → Plasticidad media  
 21 ≤ IP ≤ 40 → Plasticidad alta / IP > 40 → Muy plástico  
 (según Burmister)

**Observaciones:** El material de estudio es arenoso, no se puede determinar su Límite Líquido y/o Límite Plástico se concluye que es un material No Plástico (NP)



**GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.**  
 VILBERTO PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## EQUIVALENTE DE ARENA

ASTM D2419 / MTC E 114

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA  
LUZ MARINA MAQUERA VILCA

TEMA : "INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRÍO, 2022"

CANTERA : NINAJA

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA

SOLUCIÓN:		SOLUCION STOCK (CaCL <sub>2</sub> )
TAMAÑO MAX. DE PARTICULAS:		TAMIZ # 4
TIEMPO DE REPOSO:		10 minutos
TIEMPO DE SEDIMENTACION:		20 minutos

MUESTRA	N° 01	N° 02	N° 03
Tiempo inicial de reposo	8:42 a. m.	8:44 a. m.	8:47 a. m.
Tiempo final de reposo	8:52 a. m.	8:54 a. m.	8:57 a. m.
Tiempo inicial de sedimentación	8:54 a. m.	8:56 a. m.	8:59 a. m.
Tiempo final de sedimentación	9:14 a. m.	9:16 a. m.	9:19 a. m.
Altura máxima de material	10.79	11.20	10.72
Altura máxima de la arena	7.5	8.1	7.1

EQUIVALENTE DE ARENA (%)	70	72	66
PROMEDIO (SUP.)	69		

### OBSERVACION:

- \* La muestra ensayada tiene 69% de arena
- \* Se utilizo solución STOCK tipo cloruro de calcio para el ensayo.



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DE SO<sub>4</sub>Mg

ASTM C-88 - MTC E 209

**TESISTAS** : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA  
LUZ MARINA MAQUERA VILCA

**TEMA** : "INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRÍO, 2022"

**CANTERA** : NINAJA

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2022

**UBICACIÓN:** ILO-MOQUEGUA

AGREGADO FINO							
% PASA	% RET	N° RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO (gr)		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO	ESCALO NADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA
			ANTES	DESPUÉS			
3/8"	N°4	R-8	-	-	-	0.11	-
N°4	N°8	R-9	100.0	94.3	5.70	3.83	0.22
N°8	N°16	R-10	100.0	91.2	8.80	20.24	1.78
N°16	N°30	R-11	100.0	88.6	11.40	17.02	1.94
N°30	N°50	R-12	100.0	96.1	3.90	31.76	1.24
N°50	N°100					11.76	0.00
N°100	-.-					15.28	0.00
TOTAL:						100.00	5.18

\*La pérdida de material fino es 5.18%



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## ENSAYO DE AZUL METILENO

TP - 57

TESISTAS

: SHEYLA FIORELACLEMENTE RIVERA

TEMA

: LUZ MARINA MAQUERA VILCA

: "INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRÍO, 2022"

CANTERA

: NINAJA

FECHA

: NOVIEMBRE DEL 2022

UBICACIÓN: ILO-MOQUEGUA

	MALLAS	% PASANTE
TAMIZ # 3/8	10 mm.	100
TAMIZ # 8	2 mm.	84.58
TAMIZ #200	0.075 mm.	3.21
% FILLER PASA N° 10		3.80%
CANTIDAD A AGREGAR PARA ENSAYO (30 gr.)		12.65%
PRUEBA DE MANCHA		NO ABSORBE
AZUL DE METILENO		3.38 mg/g



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**ANALISIS GRANULOMETRICO EN AGREGADO FINO**

MTC E 204

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA

LUZ MARINA MAQUERA VILCA

TEMA : "INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRIO, 2022"

CANTERA : NINAJA

FECHA : NOVIEMBRE 2022

UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
Nº4	4.75	0	0.00	0.00	100.00
Nº8	2.36	209.57	27.58	27.58	72.43
Nº50	0.3	343.09	45.14	72.72	27.28
Nº200	0.075	205.17	27.00	99.71	0.29
FONDO		2.17	0.29	100	



OBSERVACION:

La presente granulometría cumple con los parámetros.



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBER K. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157885  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO





## RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO CORRESPONDIENTE AL: - AGREGADO GRUESO -

**TESISTAS** : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA  
LUZ MARINA MAQUERA VILCA

**TEMA** : "INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE  
PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRÍO, 2022"

**CANTERA** : NINAJA

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2022 **UBICACIÓN:** ILO - MOQUEGUA

ENSAYOS	NORMA	CARACTERISTICAS	RESULTADOS
ENSAYO DE ABRASION (LOS ANGELES)	MTC E 207	INDICE DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO	24.70 %
PARTICULAS FRACTURADAS	MTC E 210	UNA CARA FRACTURADA	84.30 %
		DOS O MAS CARAS FRACTURADAS	82.60 %
PARTICULAS PLANAS Y ALARGADAS	MTC E 223	PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	7.90 %
DURABILIDAD (AL SULFATO DE SODIO Y MAGNESIO)	MTC E 209	AGREGADO GRUESO	6.12 %
DESGASTE MICRODEVAL	ASTM D 7428	DESGASTE MICRODEVAL	23.92 %
CONTENIDO DE IMPUREZAS (AGREGADO GRUESO)	ASTM D 7428	AGREGADO GRUESO	0.30 %



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT K. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## ENSAYO DE ABRASION (ANGELES)

MTC E 207 / ASTM C535

**TESISTAS** : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA  
LUZ MARINA MAQUERA VILCA

**TEMA** : "INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRIO, 2022"

**CANTERA** : NINAJA

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2022      **UBICACIÓN** : ILO- MOQUEGUA

GRADACION	A
VELOCIDAD	30 @ 33 rpm
NUMERO DE ESFERAS	12
NUMERO DE REVOLUCIONES	500

TAMAÑO DE TAMIZ		PESO INICIAL DE LA MUESTRA	PESO FINAL DE LA MUESTRA
PASANTE	RETENIDO		
		g	g
37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	0	0.00
25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	1257	958.46
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1253	943.45
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1250	928.31
9.5 mm (3/8")	1.70 mm (1/4")	0	0.00
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (N°4)	0	0.00
4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N°8)	0	0.00

<b>Peso inicial</b>	<b>3760</b>
<b>Retenido tamiz N°12</b>	<b>2830.22</b>
<b>DESGASTE POR ABRASION :</b>	<b>24.7 %</b>

**OBSERVACIONES:**

° EL MUESTRA TIENE 24.7% DE PERDIDA.



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERTA PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**ENSAYO DE CARAS FRACTURADAS**

MTC E 210 / ASTM D 5821

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA  
LUZ MARINA MAQUERA VILCA

TEMA : "INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRÍO, 2022"

CANTERA: NINAJA

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

UBICACIÓN: ILO - MOQUEGUA

**A.- CON UNA CARA FRACTURADA**

Tamaño Maximo del Agregado		Agregado Grueso			P.INICIAL (D)	C.FRACT. (E)	% C.FRAC (F)	G
Pasa Tamiz	Retenido en Tamiz	Peso Retenido (A)	% Retenido (B)	% que Pasa (C)				
2"	1 1/2"	0	0.0 %	100.0 %	0	0.0	0.0 %	0.0
1 1/2"	1"	0	0.0 %	100.0 %	0	0.0	0.0 %	0.0
1"	3/4"	980	12.3 %	87.7 %	980	975.0	99.5 %	1225.2
3/4"	1/2"	3250	40.8 %	59.2 %	3250	2870.0	88.3 %	3606.4
1/2"	3/8"	3728	46.8 %	53.2 %	3728	2866.0	76.9 %	3601.4
<b>TOTAL</b>		<b>7958</b>	<b>100.0 %</b>					<b>8433.0</b>

% con una Cara Fracturada Total G 84.3 %  
Total B

**B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS**

Tamaño Maximo del Agregado		Agregado Grueso			P.INICIAL (D)	C.FRACT. (E)	% C.FRAC (F)	G
Pasa Tamiz	Retenido en Tamiz	Peso Retenido (A)	% Retenido (B)	% que Pasa (C)				
2"	1 1/2"	0	0.0 %	100.0 %	0	0.0	0.0 %	0.0
1 1/2"	1"	0	0.0 %	100.0 %	0	0.0	0.0 %	0.0
1"	3/4"	857	11.2 %	88.8 %	857	848.0	98.9 %	1110.7
3/4"	1/2"	3150	41.3 %	58.7 %	3150	2759.0	87.6 %	3613.6
1/2"	3/8"	3628	47.5 %	52.5 %	3628	2698.0	74.4 %	3533.7
<b>TOTAL</b>		<b>7635</b>	<b>100.0 %</b>					<b>8258.0</b>

% con dos o más Cara Fracturada Total G 82.6 %  
Total B

**OBSERVACIONES:**

La muestra tiene un 84.3% con una cara fracturada

La muestra tiene un 82.6% con dos o más caras fracturadas



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERTA PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## ENSAYO DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

MTC E 223 / ASTM D4791

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA

LUZ MARINA MAQUERA VILCA

TEMA : "INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRÍO, 2022"

CANTERA : NINAJA

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

UBICACIÓN: ILO- MOQUEGUA

### A.- PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

Tamaño Maximo del Agregado		Agregado Grueso			PINICIAL (D)	CHATAS Y ALARG. (E)	% P.CHATAS Y ALARG. (F)	G
Pasa Tamiz	Retenido en Tamiz	Peso Retenido (A)	% Retenido (B)	% que Pasa (C)				
		(A)	(B)	(C)	(gr)	(gr)	((E/D)*100)	F*B
2"	1 1/2"	0	0.0 %	100.0 %	0	0.0	0.0 %	0.0
1 1/2"	1"	0	0.0 %	100.0 %	0	0.0	0.0 %	0.0
1"	3/4"	984	24.2 %	75.8 %	984	92.0	9.3 %	226.3
3/4"	1/2"	2012	49.5 %	50.5 %	2012	126.0	6.3 %	310.0
1/2"	3/8"	1069	26.3 %	73.7 %	1069	104.0	9.7 %	255.8
<b>TOTAL</b>		<b>4065</b>	<b>100.0 %</b>					<b>792.1</b>

% de partículas Chatas y Alargadas  $\frac{\text{Total G}}{\text{Total B}} = 7.9\%$

### OBSERVACIONES:

La muestra tiene un 7.9% con partículas chatas y alargadas



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS POR  
MEDIO DE SO<sub>4</sub>Mg**

**ASTM C-88 - MTC E 209**

**TESISTAS** : SHEYLA FIORELA CLEMENTERIVERA  
LUZ MARINA MAQUERA VILCA

**TEMA** : "INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRÍO, 2022"

**CANTERA** : NINAJA

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2022

**UBICACIÓN**: ILO-MOQUEGUA

AGREGADO GRUESO								
% PASA	% RET	N° RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO (gr)		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO	DE ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA	
			ANTES	DESPUÉS				
2 1/2"	2"	R-1	-	-	-	-	-	
2"	1 1/2"	R-2	-	-	-	-	-	
1 1/2"	1"	R-3	-	-	-	-	-	
1"	3/4"	R-4	536.0	419.0	21.83	17.84	3.89	
3/4"	1/2"	R-5	671.0	622.0	7.30	11.52	0.84	
1/2"	3/8"	R-6	306.0	288.2	5.82	22.83	1.33	
3/8"	Nº4	R-7	300.0	281.3	6.23	1.01	0.06	
			1813.0		TOTAL:	53.20	6.12	

\*La pérdida de material grueso es 6.12%



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## DEGASTE MICRO DE VAL

**TESISTAS** : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA,

LUZ MARINA MAQUERA VILCA

**TEMA** : "INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRÍO, 2022"

**CANTERA** : NINAJA

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2022

**UBICACIÓN**: ILO-MOQUEGUA

MUESTRA NUMERO	1
GRADACION USADA	B
PESO DE ESFERAS (g)	5000
TIEMPO DE ENSAYO (min)	105±1
ASA SECA ANTES DEL ENSAYO mi (g)	1501
MASA SECA DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ 1.8 mm (N°15) mf (g)	1142
PERDIDA (mi-mf)	359
%DESGASTE (mi-mf)*100/mi (%)	23.92



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT X. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



# GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

## CONTENIDO DE IMPUREZAS

TESISTAS : SHEYLA FIORELACLEMENTE RIVERA,

TEMA LUZ MARINA MAQUERAVILCA

:"INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRÍO, 2022"

CANTERA : NINAJA

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

UBICACIÓN: ILO-MOQUEGUA

	MUESTRA	UND.	N°01	N°02	N°03	PROMEDIO
1	Peso del plato y suelo seco, antes de ignición	gr.	47.99	49.21		
2	Peso del plato y suelo seco, después de ignición	gr.	47.96	49.01		
3	Peso de materia orgánica	gr.	0.29	0.2		
4	Peso del plato	gr.	19.67	7.73		
5	Peso del suelo seco neto	gr.	28.29	30.28		
6	Materia orgánica	%	0.11	0.48		0.30



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## ANALISIS GRANULOMÉTRICO EN AGREGADO GRUESO

MTC E 204

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA

LUZ MARINA MAQUERA VILCA

TEMA : "INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRÍO, 2022"

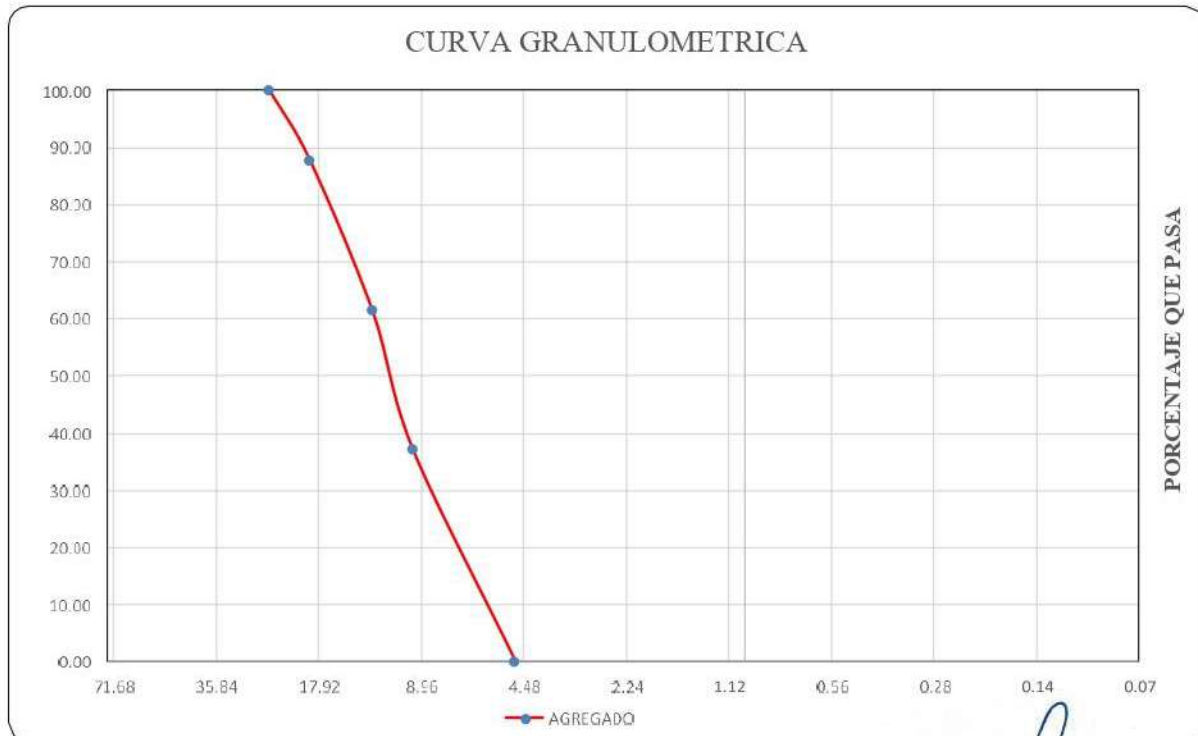
CANTERA : NINAJA

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
1"	25	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	630	12.35	12.35	87.65
1/2"	12.5	1332	26.12	38.47	61.53
3/8"	9.5	1240	24.31	62.78	37.22
Nº4	4.75	1890	37.06	99.84	0.16
FONDO		8	0.16	100	
		5100	100		

JJJJJJJJ



OBSERVACION:

La presente granulometría cumple con los parámetros.



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO





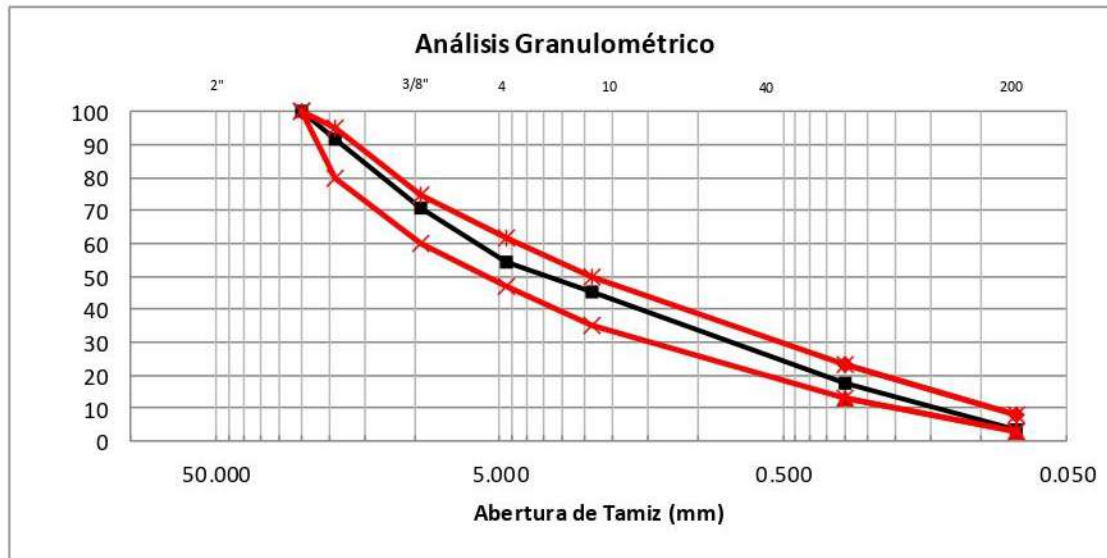
## COMBINACION DE AGREGADOS (00% DE ADICION)

(ASTM D 422)

GRAVA %	ARENA %	NEOMATICO%
42	58	0

Tamiz	Abertura (mm)	% PASANTE 01	% PASANTE 02	% PASANTE 03	PASANTE FINAL 01	PASANTE FINAL 02	PASANTE FINAL 03	PASANTE GLOBAL	Espe cificaciones
		100.0	100.0	100.0	42.0	58.0	0.0	100.0	MDF -2
		100.0	100.0	100.0	42.0	58.0	0.0	100.0	
		100.0	100.0	100.0	42.0	58.0	0.0	100.0	
		100.0	100.0	100.0	42.0	58.0	0.0	100.0	
N°1"	25.000	100.0	100.0	100.0	42.0	58.0	0.0	100.0	100 100
N° 3/4"	19.000	80.0	100.0	100.0	33.6	58.0	0.0	91.6	80 95
N° 3/8"	9.500	30.0	100.0	100.0	12.6	58.0	0.0	70.6	60 75
N° 4	4.750	3.0	92.0	98.0	1.3	53.4	0.0	54.6	47 62
N° 8	2.360	1.0	77.0	55.0	0.4	44.7	0.0	45.1	35 50
N° 50	0.300	0.0	30.0	1.0	0.0	17.4	0.0	17.4	13 23
N° 200	0.075	0.0	6.2	0.0	0.0	3.6	0.0	3.6	3 8
<N° 200	0.000								

Análisis Granulométrico



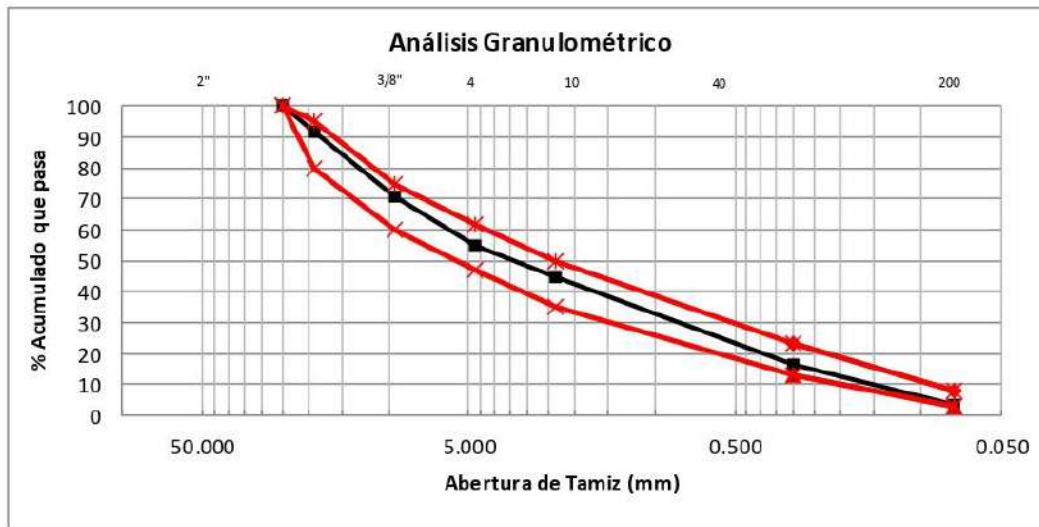
GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
 WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL, CIP, N° 157855  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**COMBINACION DE AGREGADOS (2.5% DE ADICION)**

(ASTM D 422)

Tamiz	Abertura (mm)	% PASANTE 01	% PASANTE 02	% PASANTE 03	GRAVA %	ARENA %	NEOMATICO%	PASANTE GLOBAL	Especificaciones
					42	55.5	2.5		
		100.0	100.0	100.0	42.0	55.5	2.5	100.0	MDF -2
		100.0	100.0	100.0	42.0	55.5	2.5	100.0	
		100.0	100.0	100.0	42.0	55.5	2.5	100.0	
		100.0	100.0	100.0	42.0	55.5	2.5	100.0	
Nº 1"	25.000	100.0	100.0	100.0	42.0	55.5	2.5	100.0	100 100
Nº 3/4"	19.000	80.0	100.0	100.0	33.6	55.5	2.5	91.6	80 95
Nº 3/8"	9.500	30.0	100.0	100.0	12.6	55.5	2.5	70.6	60 75
Nº 4	4.750	3.0	92.0	98.0	1.3	51.1	2.5	54.8	47 62
Nº 8	2.360	1.0	77.0	55.0	0.4	42.7	1.4	44.5	35 50
Nº 50	0.300	0.0	30.0	1.0	0.0	16.7	0.0	16.7	13 23
Nº 200	0.075	0.0	6.2	0.0	0.0	3.4	0.0	3.4	3 8
<Nº 200	0.000								



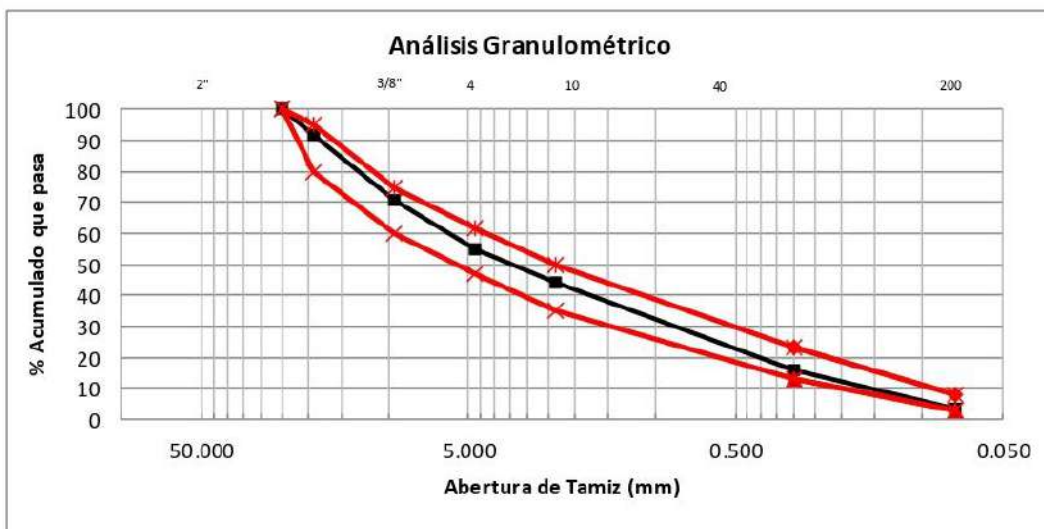
GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
 WILBERT C. PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## COMBINACION DE AGREGADOS (5% DE ADICION)

(ASTM D 422)

Tamiz	Abertura (mm)	% PASANTE 01	% PASANTE 02	% PASANTE 03	GRAVA %	ARENA %	NEOMATICO%	PASANTE GLOBAL	Especificaciones	
					42	53	5			
		100.0	100.0	100.0	42.0	53.0	5.0	100.0	MDF -2	
		100.0	100.0	100.0	42.0	53.0	5.0	100.0		
		100.0	100.0	100.0	42.0	53.0	5.0	100.0		
		100.0	100.0	100.0	42.0	53.0	5.0	100.0		
N° 1"	25.000	100.0	100.0	100.0	42.0	53.0	5.0	100.0	100	100
N° 3/4"	19.000	80.0	100.0	100.0	33.6	53.0	5.0	91.6	80	95
N° 3/8"	9.500	30.0	100.0	100.0	12.6	53.0	5.0	70.6	60	75
N° 4	4.750	3.0	92.0	98.0	1.3	48.8	4.9	54.9	47	62
N° 8	2.360	1.0	77.0	55.0	0.4	40.8	2.8	44.0	35	50
N° 50	0.300	0.0	30.0	1.0	0.0	15.9	0.1	16.0	13	23
N° 200	0.075	0.0	6.2	0.0	0.0	3.3	0.0	3.3	3	8
<N° 200	0.000									



  
 GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
 WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 157865  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

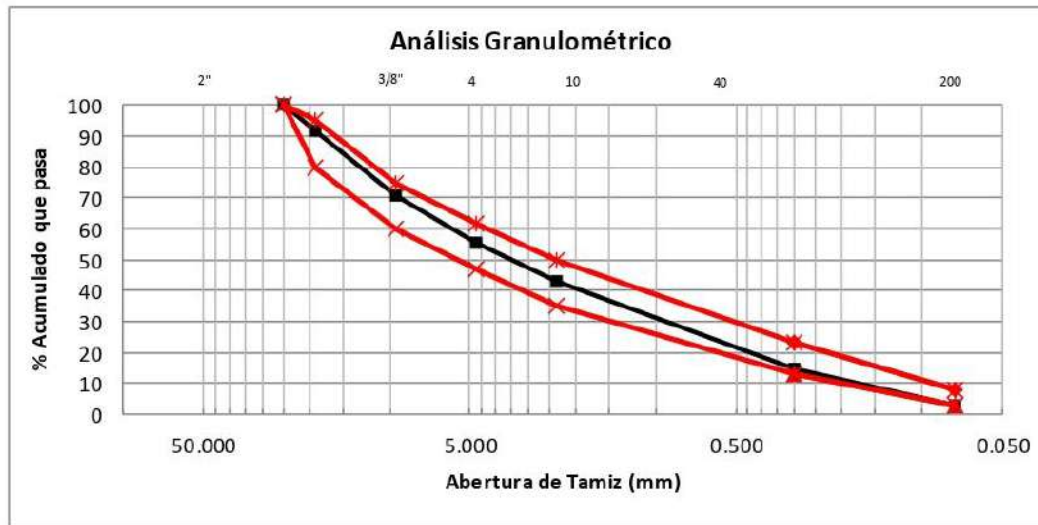


## COMBINACION DE AGREGADOS (10% DE ADICION)

(ASTM D 422)

GRAVA %	ARENA %	NEOMATICO%
42	48	10

Tamiz	Abertura (mm)	% PASANTE 01	% PASANTE 02	% PASANTE 03	PASANTE FINAL 01	PASANTE FINAL 02	PASANTE FINAL 03	PASANTE GLOBAL	Espe cificaciones
		100.0	100.0	100.0	42.0	48.0	10.0	100.0	MDF -2
		100.0	100.0	100.0	42.0	48.0	10.0	100.0	
		100.0	100.0	100.0	42.0	48.0	10.0	100.0	
		100.0	100.0	100.0	42.0	48.0	10.0	100.0	
N° 1"	25.000	100.0	100.0	100.0	42.0	48.0	10.0	100.0	100 100
N° 3/4"	19.000	80.0	100.0	100.0	33.6	48.0	10.0	91.6	80 95
N° 3/8"	9.500	30.0	100.0	100.0	12.6	48.0	10.0	70.6	60 75
N° 4	4.750	3.0	92.0	98.0	1.3	44.2	9.8	55.2	47 62
N° 8	2.360	1.0	77.0	55.0	0.4	37.0	5.5	42.9	35 50
N° 50	0.300	0.0	30.0	1.0	0.0	14.4	0.1	14.5	13 23
N° 200	0.075	0.0	6.2	0.0	0.0	3.0	0.0	3.0	3 8
<N° 200	0.000								



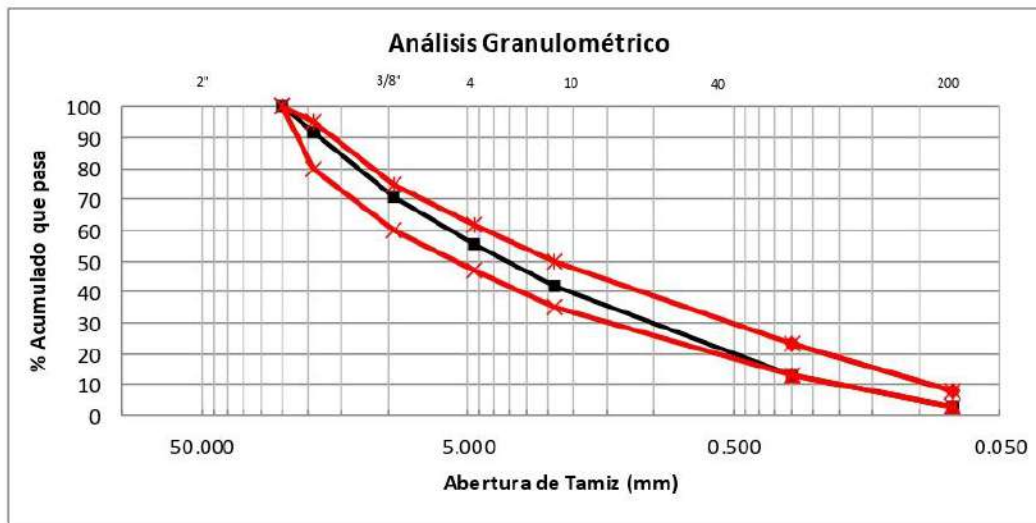
  
 GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
 WILBER A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**COMBINACION DE AGREGADOS (15% DE ADICION)**

(ASTM D 422)

Tamiz	Abertura (mm)	% PASANTE 01	% PASANTE 02	% PASANTE 03	GRAVA %	ARENA %	NEOMATICO %	PASANTE GLOBAL	Especificaciones
					42	43	15		
		100.0	100.0	100.0	42.0	43.0	15.0	100.0	MDF -2
		100.0	100.0	100.0	42.0	43.0	15.0	100.0	
		100.0	100.0	100.0	42.0	43.0	15.0	100.0	
		100.0	100.0	100.0	42.0	43.0	15.0	100.0	
Nº 1"	25.000	100.0	100.0	100.0	42.0	43.0	15.0	100.0	100 100
Nº 3/4"	19.000	80.0	100.0	100.0	33.6	43.0	15.0	91.6	80 95
Nº 3/8"	9.500	30.0	100.0	100.0	12.6	43.0	15.0	70.6	60 75
Nº 4	4.750	3.0	92.0	98.0	1.3	39.6	14.7	55.5	47 62
Nº 8	2.360	1.0	77.0	55.0	0.4	33.1	8.3	41.8	35 50
Nº 50	0.300	0.0	30.0	1.0	0.0	12.9	0.2	13.1	13 23
Nº 200	0.075	0.0	6.2	0.0	0.0	2.7	0.0	2.7	3 8
<Nº 200	0.000								



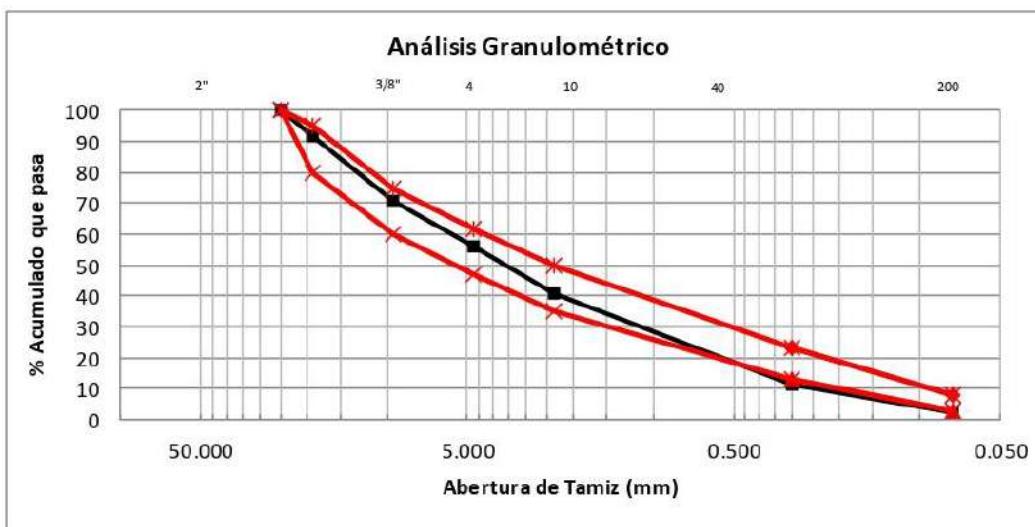
GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
 WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## COMBINACION DE AGREGADOS (20% DE ADICION)

(ASTM D 422)

Tamiz	Abertura (mm)	% PASANTE 01	% PASANTE 02	% PASANTE 03	GRAVA %	ARENA %	NEOMATICO%	PASANTE GLOBAL	Especificaciones
					42	38	20		
		100.0	100.0	100.0	42.0	38.0	20.0	100.0	MDF -2
		100.0	100.0	100.0	42.0	38.0	20.0	100.0	
		100.0	100.0	100.0	42.0	38.0	20.0	100.0	
		100.0	100.0	100.0	42.0	38.0	20.0	100.0	
Nº 1"	25.000	100.0	100.0	100.0	42.0	38.0	20.0	100.0	100 100
Nº 3/4"	19.000	80.0	100.0	100.0	33.6	38.0	20.0	91.6	80 95
Nº 3/8"	9.500	30.0	100.0	100.0	12.6	38.0	20.0	70.6	60 75
Nº 4	4.750	3.0	92.0	98.0	1.3	35.0	19.6	55.8	47 62
Nº 8	2.360	1.0	77.0	55.0	0.4	29.3	11.0	40.7	35 50
Nº 50	0.300	0.0	30.0	1.0	0.0	11.4	0.2	11.6	13 23
Nº 200	0.075	0.0	6.2	0.0	0.0	2.4	0.0	2.4	3 8
<Nº 200	0.000								



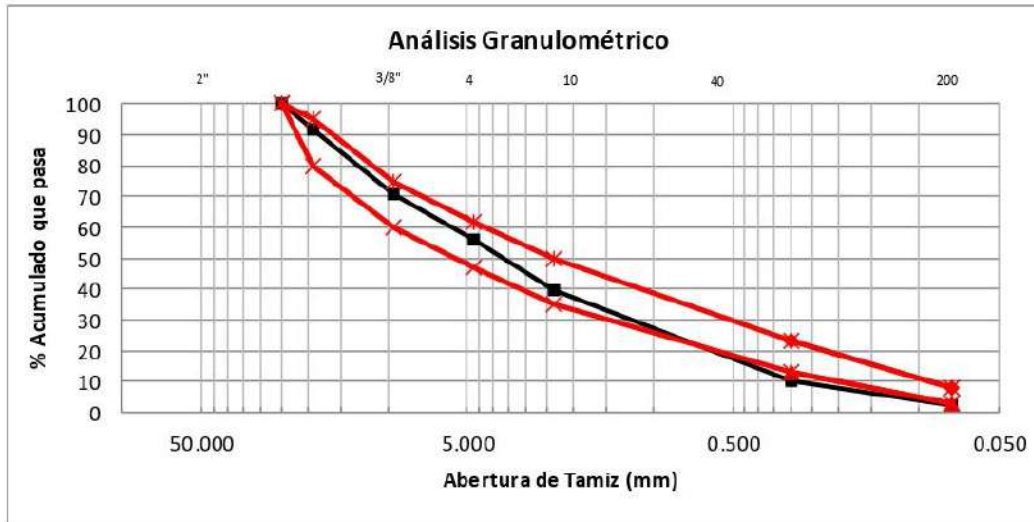
  
 GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
 WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**COMBINACION DE AGREGADOS (25% DE ADICION)**

(ASTM D 422)

Tamiz	Abertura (mm)	% PASANTE 01	% PASANTE 02	% PASANTE 03	GRAVA %	ARENA %	NEOMATICO%	PASANTE GLOBAL	Especificaciones
					42	33	25		
		100.0	100.0	100.0	42.0	33.0	25.0	100.0	MDF -2
		100.0	100.0	100.0	42.0	33.0	25.0	100.0	
		100.0	100.0	100.0	42.0	33.0	25.0	100.0	
		100.0	100.0	100.0	42.0	33.0	25.0	100.0	
N° 1"	25.000	100.0	100.0	100.0	42.0	33.0	25.0	100.0	100 100
N° 3/4"	19.000	80.0	100.0	100.0	33.6	33.0	25.0	91.6	80 95
N° 3/8"	9.500	30.0	100.0	100.0	12.6	33.0	25.0	70.6	60 75
N° 4	4.750	3.0	92.0	98.0	1.3	30.4	24.5	56.1	47 62
N° 8	2.360	1.0	77.0	55.0	0.4	25.4	13.8	39.6	35 50
N° 50	0.300	0.0	30.0	1.0	0.0	9.9	0.3	10.2	13 23
N° 200	0.075	0.0	6.2	0.0	0.0	2.0	0.0	2.0	3 6
<N° 200	0.000								



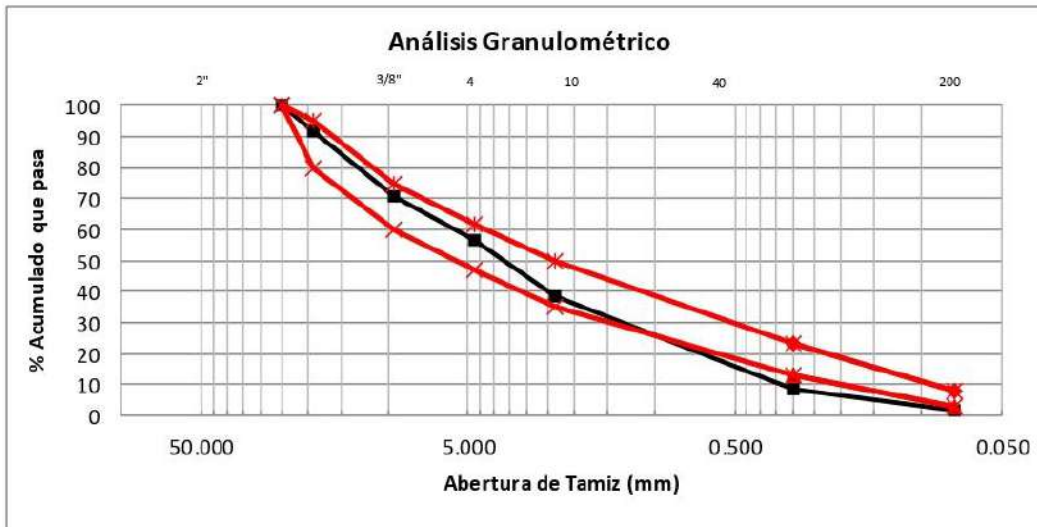
  
 GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
 WILBERT K. PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**COMBINACION DE AGREGADOS (30% DE ADICION)**

(ASTM D 422)

Tamiz	Abertura (mm)	% PASANTE 01	% PASANTE 02	% PASANTE 03	GRAVA %	ARENA %	NEOMATICO%	PASANTE GLOBAL	Especificaciones
					42	28	30		
		100.0	100.0	100.0	42.0	28.0	30.0	100.0	MDF-2
		100.0	100.0	100.0	42.0	28.0	30.0	100.0	
		100.0	100.0	100.0	42.0	28.0	30.0	100.0	
		100.0	100.0	100.0	42.0	28.0	30.0	100.0	
N°1"	25.000	100.0	100.0	100.0	42.0	28.0	30.0	100.0	100 100
N° 3/4"	19.000	80.0	100.0	100.0	33.6	28.0	30.0	91.6	80 95
N° 3/8"	9.500	30.0	100.0	100.0	12.6	28.0	30.0	70.6	60 75
N° 4	4.750	3.0	92.0	98.0	1.3	25.8	29.4	56.4	47 62
N° 8	2.360	1.0	77.0	55.0	0.4	21.6	16.5	38.5	35 50
N° 50	0.300	0.0	30.0	1.0	0.0	8.4	0.3	8.7	13 23
N° 200	0.075	0.0	6.2	0.0	0.0	1.7	0.0	1.7	3 8
<N° 200	0.000								



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
 WILBERT X. PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO





**GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.**

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

# DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157895  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

TESISTAS : SHEYLA FIORELACLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : INCORPORACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO CON REDUCCIÓN DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACIÓN DE ASFALTO EN FRÍO, 2022”  
CANTERA : NINAJA  
FECHA : NOVIEMBRE 2022 UBICACIÓN: ILO-MOQUEGUA

ESTABILIDAD (40 BRIQUETAS)								
METODO MARSHALL / EG-2013 (>555 kg )								
# DE MUESTRAS	% DE ADICIONES DE GRANO DE NFU							
	0%	2.5%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	789	823	855.9	907.3	943.6	962.4	972.1	979.8
2	768	796	827.8	877.5	912.6	930.9	940.2	947.7
3	812	866	900.6	954.7	992.9	1012.7	1022.9	1031
4	795	800	832	881.9	917.2	935.5	944.9	952.5
5	802	803	835.1	885.2	920.6	939	948.4	956
PROMEDIO	793.2	817.6	850.3	901.3	937.4	956.1	965.7	973.4

FLUJO (40 BRIQUETAS)								
METODO MARSHALL / EG-2013 (8mm a 16mm)								
# DE MUESTRAS	% DE ADICIONES DE GRANO DE NFU							
	0%	2.5%	5%	10%	15%	20%	25%	30
1	9.5	10.2	10.9	11.6	12.5	13.3	14.3	15.3
2	9.8	10.5	11.2	12	12.8	13.7	14.7	15.7
3	7.8	8.3	8.9	9.6	10.2	10.9	11.7	12.5
4	9	9.6	10.3	11	11.8	12.6	13.5	14.5
5	8.8	9.4	10.1	10.8	11.5	12.3	13.2	14.1
PROMEDIO	9	9.6	10.3	11	11.8	12.6	13.5	14.4

PORCENTAJE DE VACIOS (40 BRIQUETAS)								
METODO MARSHALL / EG-2013 (3% a 5%)								
# DE MUESTRAS	% DE ADICIONES DE GRANO DE NFU							
	0%	2.5%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	2.9	3.3	3.8	4.3	4	4.3	4.8	5.03
2	3	3.2	3.8	3.9	4.2	4.32	4.2	5.6
3	3.3	3.5	3.9	4	4.3	4.65	4.8	5
4	3.2	3.6	3.8	4.2	4.5	4.9	5.6	5.1
5	3	3.7	3.94	3.4	4.6	4.8	5.2	5.5
PROMEDIO	3.08	3.46	3.848	3.96	4.32	4.59	4.92	5.246

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ESTABILIDAD, FLUJO Y % DE VACIOS.

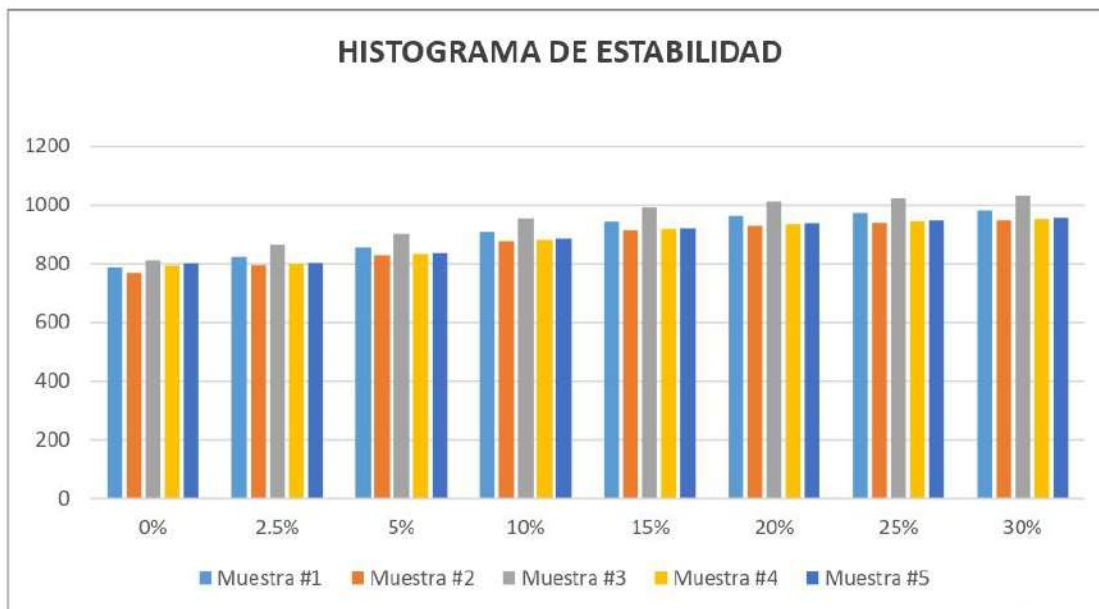
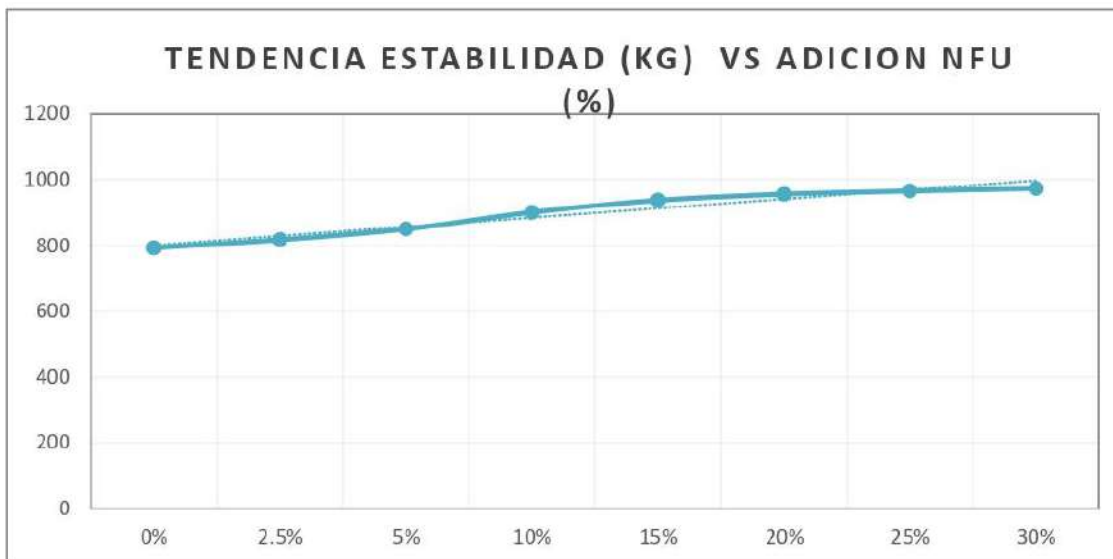


GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

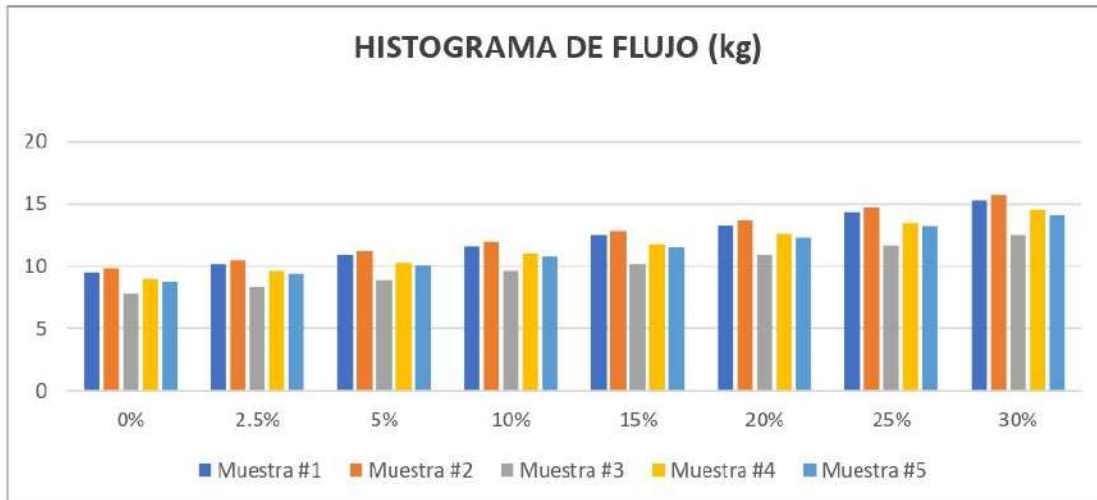
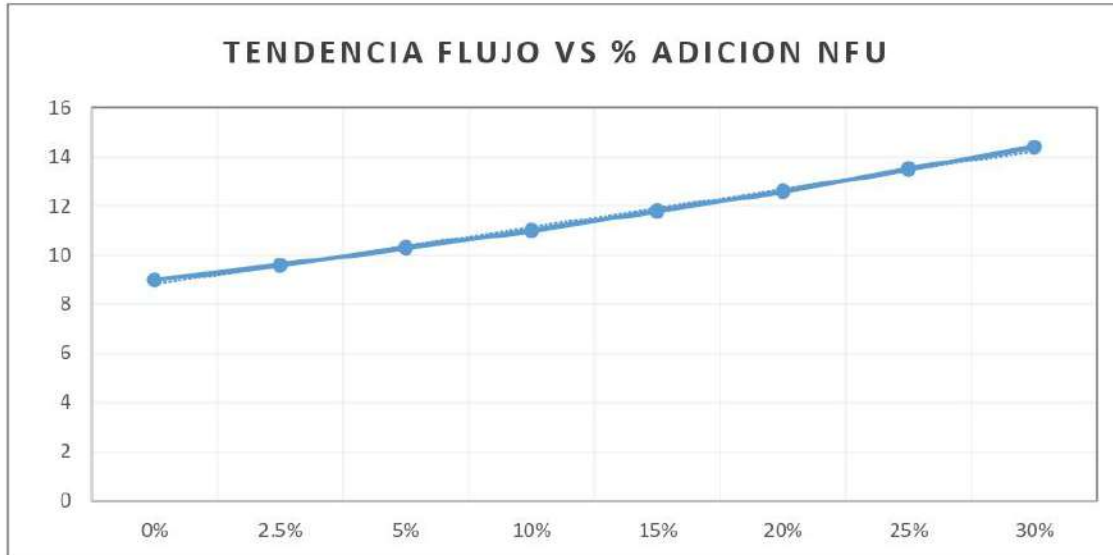
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157865  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



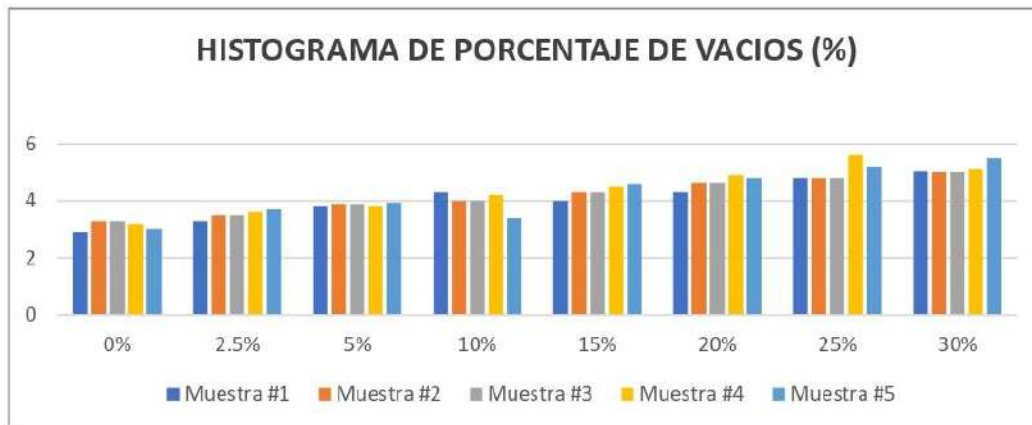
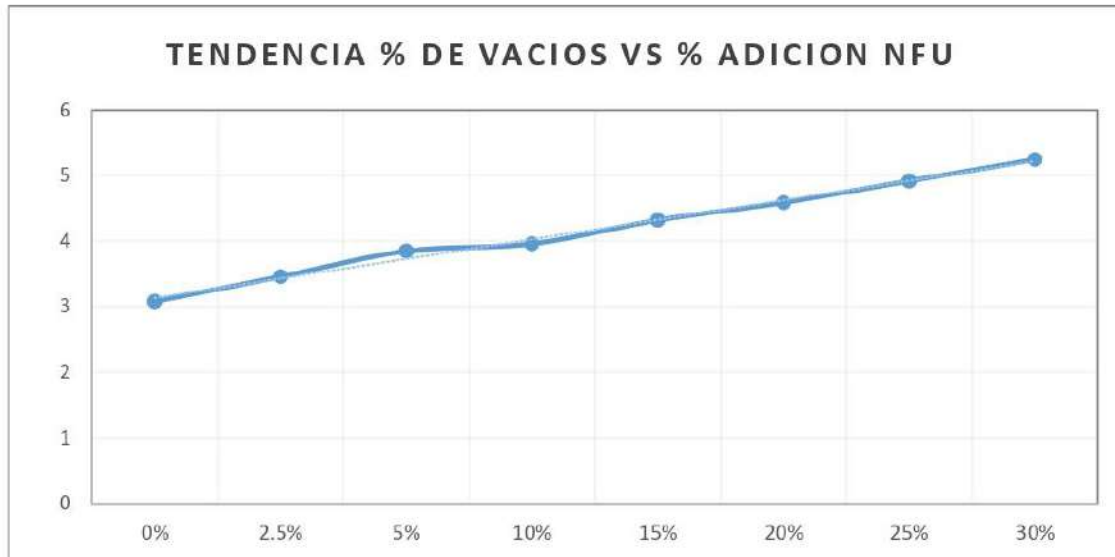
## A) ANÁLISIS ESTADÍSTICO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT X. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157866  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, N° 157866  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT X. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157885  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#01 : ENSAYO LOTTMAN (00%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	92	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBER A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#02 : ENSAYO LOTTMAN (00%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIJO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	86	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT K. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157885  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## M#03 : ENSAYO LOTTMAN (00%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	93	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157955  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO





## M#04 : ENSAYO LOTTMAN (00%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA

TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIJO, 2022"

FECHA : NOVIEMBRE 2022

UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	94	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## M#05: ENSAYO LOTTMAN (00%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIJO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	92	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## M#06 : ENSAYO LOTTMAN (2.5%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIJO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	95.7	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERTA PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 167955  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## M#07 : ENSAYO LOTTMAN (2.5%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPELOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	87	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#08 : ENSAYO LOTTMAN (2.5%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIJO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	96.7	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157856  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#09 : ENSAYO LOTTMAN (2.5%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	97.8	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT X. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP, N° 157888  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## M#10: ENSAYO LOTTMAN (2.5%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	95.7	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157865  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#11: ENSAYO LOTTMAN (5%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	99.5	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT K. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO





## M#12: ENSAYO LOTTMAN (5%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA

TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"

FECHA : NOVIEMBRE 2022

UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	95	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERTA PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## M#13: ENSAYO LOTTMAN (5%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	100.6	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#14: ENSAYO LOTTMAN (5%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	101.7	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## M#15: ENSAYO LOTTMAN (5%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	99.5	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
  
WILBERT K. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#16: ENSAYO LOTTMAN (10%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA

TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"

FECHA : NOVIEMBRE 2022

UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	105.5	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
.....  
WILBERT X. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157898  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#17: ENSAYO LOTTMAN (10%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	100.7	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## M#18: ENSAYO LOTTMAN (10%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	110.7	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
.....  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157805  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#19: ENSAYO LOTTMAN (10%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	107.8	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO





## M#20: ENSAYO LOTTMAN (10%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	105.5	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBER PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## M#21: ENSAYO LOTTMAN (15%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIJO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPEJOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	108.6	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERTA PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#22: ENSAYO LOTTMAN (15%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPEJOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	103.7	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERTA PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP, N° 157885  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#23: ENSAYO LOTTMAN (15%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIJO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPEJOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	113.7	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157885  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#24: ENSAYO LOTTMAN (15%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIJO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	111	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157955  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## M#25: ENSAYO LOTTMAN (15%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIJO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	108.6	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#26: ENSAYO LOTTMAN (20%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	105	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT X. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## M#27: ENSAYO LOTTMAN (20%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	103	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO





**M#28: ENSAYO LOTTMAN (20%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIJO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	110.1	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## M#29: ENSAYO LOTTMAN (20%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	107.7	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855  
OFICINA DE CALIDAD Y LABORATORIO

}



**M#30: ENSAYO LOTTMAN (20%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	105.4	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT X. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#31: ENSAYO LOTTMAN (25%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIJO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	98	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT X. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP, N° 157866  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## M#32: ENSAYO LOTTMAN (25%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA

TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIJO, 2022"

FECHA : NOVIEMBRE 2022

UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	92.7	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## M#33: ENSAYO LOTTMAN (25%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIJO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPEJOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	99.1	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERTA PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#34: ENSAYO LOTTMAN (25%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	96.9	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
.....  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#35: ENSAYO LOTTMAN (25%)**

ASTM D412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	94.8	>80	SI



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157955  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO





**M#36: ENSAYO LOTTMAN (30%)**

ASTM D412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIJO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPEJOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	73.0	>80	NO



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157955  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#37: ENSAYO LOTTMAN (30%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	67	>80	NO



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERTA PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP, N° 157393  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## M#38: ENSAYO LOTTMAN (30%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	79.3	>80	NO



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



## M#39: ENSAYO LOTTMAN (30%)

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPEJOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	72	>80	NO



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**M#40: ENSAYO LOTTMAN (30%)**

ASTM D 412

TESISTAS : SHEYLA FIORELA CLEMENTE RIVERA, LUZ MARINA MAQUERA VILCA  
TEMA : "INCORPORACION DE NEUMATICOS FUERA DE USO CON REDUCCION DE PORCENTAJES DE ARENA GRUESA PARA ELABORACION DE ASFALTO EN FRIJO, 2022"  
FECHA : NOVIEMBRE 2022  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

DESCRIPCION DEL ENSAYO	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR (cm.)	CARGA (kg.)	PARAMETRO (kg)	CUMPLIENTO
MEZCLA ASFALTICA CON EMULSION	10	5	75.9	>80	NO



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT X. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

## PANEL FOTOGRÁFICO



Muestreo de Grava y Arena Gruesa en la cantera "Ninaja"



Grava



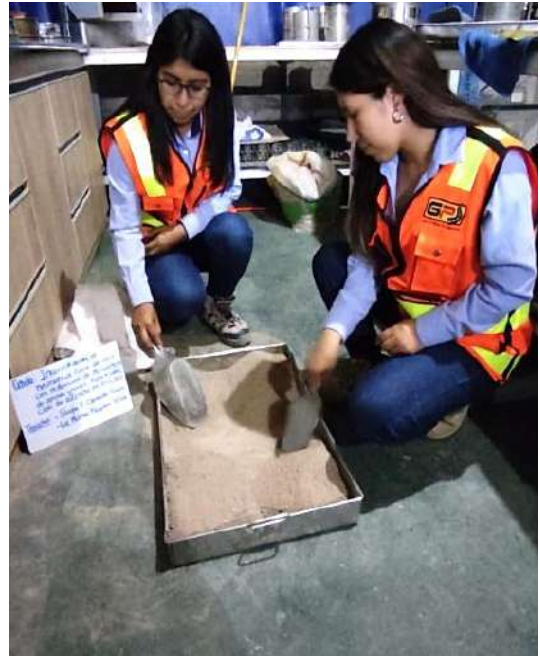
Arena Gruesa



Grano de Neumáticos fuera de uso



Cuarteo del agregado grueso



Cuarteo de la arena gruesa



Ensayo Granulométrico del agregado fino



Ensayo Granulométrico del agregado grueso



Varillado del agregado



Ensayo de limite Atterberg



Ensayo de peso específico para el agregado fino



Lavado asfáltico en centrifuga.





Cuarteo de mezcla asfáltica.



Compactación de pastillas



Prensa con cabezal Lottman



Prensa Marshall



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ASCOY FLORES KEVIN ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Incorporación de neumáticos fuera de uso con reducción de porcentajes de arena gruesa para elaboración de asfalto en frío, 2022.", cuyos autores son MAQUERA VILCA LUZ MARINA, CLEMENTE RIVERA SHEYLA FIORELA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 24 de Enero del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ASCOY FLORES KEVIN ARTURO <b>DNI:</b> 46781063 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2452-4805	Firmado electrónicamente por: KASCOY el 24-01- 2023 22:03:09

Código documento Trilce: TRI - 0527621