

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comportamiento de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, avenida 13 de Enero, SJL, Lima.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Castillo Rivera, Dhara Valentina (orcid.org/0000-0002-5803-5420)
Huado Espinoza, Benjamin Manuel (orcid.org/0000-0002-1715-1441)

ASESOR:

Mgtr. Escalante Contreras, Jorge (orcid.org/0000-0002-3390-6998)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

La presente tesis, se la dedico a mi madre, Yesenia Rivera, quien, con sacrificio, responsabilidad y paciencia, me ayudo desde el día uno, me sostuvo de la mano, se trasnocho y lloro a mi lado, con el fin de convertirme en una profesional. Gracias mama por confiar en mi cuando nadie más lo hacía, por creer en mi potencial y, sobre todo, gracias por estar a mi lado siempre.

También le dedico esta tesis a mi padre, Edduvi Castillo, por ser la figura que me inspiro a elegir esta hermosa carrera desde que yo tenía 6 años, gracias por no cortarme las alas, sino más bien, motivarme a alcanzar mi objetivo.

De igual forma, le dedico parte de mi tesis a Gustavo Sebastián, quien llevo a nuestras vidas a aportar amor, paciencia y felicidad, este triunfo también es por ti y para ti guchito, gracias por recordarme todos los días lo orgulloso que te sientes al tenerme como hija.

Por último, y no menos importante, le dedico mi tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil, a mis 3 hermanas, Claire, Guianella y Xiomara, a quienes amo con todas mis fuerzas, por ser ellas mi motivación para crecer día a día. Hermanas, deseo de todo corazón que ustedes lleguen a lograr muchos más que yo.

Catillo Rivera Dhara Valentina

A Dios el creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando he estado a punto de rendirme; por ello, con toda la humildad y honestidad de mi corazón que puede emanar, dedico este trabajo. De igual forma, dedico esta tesis a mi madre, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos. A mi hermano que siempre ha estado junto a mí y brindándome su apoyo, muchas veces poniéndose en el papel de padre.

Benjamín Manuel Huado Espinoza

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, les agradezco a mi familia, quienes siempre me brindaron su apoyo de manera incondicional para poder cumplir mis objetivos personales y académicos. Gracias a ellos y a su amor me impulse a seguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. También son los que me han brindado el soporte económico para poder estudiar y cumplir con mis trabajos académicos.

Además, quiero agradecer a todos los docentes que conocí y me compartieron sus conocimientos desde el I ciclo de la carrera, conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí, culminando mi carrera. Sin ustedes, los conceptos serían solo palabras y las palabras ya sabemos quién se las lleva, el viento.

También quiero agradecer a mi compañero de Tesis, Benjamín Huado, por el apoyo incondicional que me ha brindado desde el primer día que iniciamos nuestro proyecto. Que la vida le sonría bonito, los éxitos profesionales lleguen y nuestra amistad perdure siempre.

Castillo Rivera Dhara Valentina

A mi madre, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos. De igual forma agradezco a mi hermano, que con sus consejos me ha ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

Benjamín Manuel Huado Espinoza

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, ESCALANTE CONTRERAS JORGE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y

ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Comportamiento de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima", cuyos autores son CASTILLO RIVERA DHARA VALENTINA, HUADO ESPINOZA BENJAMIN MANUEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, 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, 18 de noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ESCALANTE CONTRERAS JORGE DNI: 28286636 ORCID: 0000-0002-3390-6998	Firmado electrónicamente por: JOESCALANTEC el 21-12-2023 11:40:21

Código documento Trilce: TRI - 0655750

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTORES

Nosotros, CASTILLO RIVERA DHARA VALENTINA, HUADO ESPINOZA BENJAMIN

MANUEL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Comportamiento de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
BENJAMIN MANUEL HUADO ESPINOZA DNI: 77507852 ORCID: 0000-0002-1715-1441	Firmado electrónicamente por: BHUADOES el 18-11-2023 12:02:25
DHARA VALENTINA CASTILLO RIVERA DNI: 70110594 ORCID: 0000-0002-5803-5420	Firmado electrónicamente por: DCASTILLORI el 18-11-2023 19:43:52

Código documento Trilce: TRI - 0655751

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA	34
3.1. Tipo y diseño de investigación	34
3.2. Variables y operacionalización.....	35
3.3. Población, muestra y muestreo.....	35
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	39
3.5. Procedimientos	39
3.6. Método de análisis de datos	40
3.7. Aspectos éticos.....	41
IV. RESULTADOS.....	42
V. DISCUSIÓN	62
VI. CONCLUSIONES.....	65
VII. RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS 1	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de mezclas.....	13
Tabla 2. Composición Típica del Concreto Asfáltico	18
Tabla 3. Composición del Cemento Asfáltico	20
Tabla 4. Rangos de calificación del PCI.....	26
Tabla 5. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.....	27
Tabla 6. Muestra de dimensión de propiedades de los agregados	37
Tabla 7. Muestra de dimensión de propiedades de la mezcla de asfáltica	37
Tabla 8. Diseño Marshall con 4.7% de cemento asfáltico	42
Tabla 9. Diseño Marshall con 5.2% de cemento asfáltico	43
Tabla 10. Diseño Marshall con 5.7% de cemento asfáltico	45
Tabla 11. Diseño Marshall con 6.2% de cemento asfáltico	46
Tabla 12. Cálculo del peso específico máximo	47
Tabla 13. Resumen de las características del cemento asfáltico	52
Tabla 14. Características del cemento asfáltico óptimo	52
Tabla 15. Resumen del Metrado de las fallas del pavimento flexible	57
Tabla 16. Porcentaje total según tipo de falla.....	60
Tabla 17. Índice de condición para identificar el estado en que se encuentra el pavimento.....	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Tabla 1. Tipos de mezclas.....	13
Tabla 2. Composición Típica del Concreto Asfáltico	18
Tabla 3. Composición del Cemento Asfáltico.....	20
Tabla 4. Rangos de calificación del PCI.....	26
Tabla 5. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.....	27
Tabla 6. Muestra de dimensión de propiedades de los agregados	37
Tabla 7. Muestra de dimensión de propiedades de la mezcla de asfáltica	37
Tabla 8. Diseño Marshall con 4.7% de cemento asfaltico	42
Tabla 9. Diseño Marshall con 5.2% de cemento asfaltico	43
Tabla 10. Diseño Marshall con 5.7% de cemento asfaltico	45
Tabla 11. Diseño Marshall con 6.2% de cemento asfaltico	46
Tabla 12. Cálculo del peso específico máximo	47
Tabla 13. Resumen de las características del cemento asfaltico.....	52
Tabla 14. Características del cemento asfaltico optimo	52
Tabla 15. Resumen del Metrado de las fallas del pavimento flexible	57
Tabla 16. Porcentaje total según tipo de falla.....	60
Tabla 17. Índice de condición para identificar el estado en que se encuentra el pavimento.....	61

RESUMEN

En Lima, la densidad de población y las condiciones climáticas exacerbaban el problema de los pavimentos ineficientes y la gestión inadecuada del drenaje de aguas pluviales. Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú (SENAMHI), Lima sufre fuertes lluvias en invierno, que a menudo provocan inundaciones en las calles de la ciudad. Las inundaciones en las calles de Lima afectan la circulación de los residentes y provocan pérdidas patrimoniales, según datos del Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI). Este problema local ha llevado a la necesidad de aprender soluciones efectivas, como utilizar caucho reciclado para pavimentar zanjas de drenaje para combatir las inundaciones en la capital de Perú; por ello, el propósito fue determinar la influencia del caucho reciclado en las propiedades del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho, 2023. La metodología empleada fue de tipo de investigación es aplicada, enfoque de investigación es cuantitativo, diseño de Investigación es experimental y para la investigación se considerarán como población a toda la vía de Avenida 13 de enero de San Juan de Lurigancho, Lima. Se concluye que el caucho reciclado influye considerablemente en las propiedades del cemento asfáltico para pavimento flexible. La resistencia de la muestra estará ligada a la estabilidad, con ello, se logra apreciar que la resistencia con mayor valor es con la incorporación de 2.5% de caucho reciclado.

Palabras clave: Caucho reciclado, pavimento flexible, carpeta asfáltica.

ABSTRACT

In Lima, population density and weather conditions exacerbate the problem of inefficient pavements and inadequate stormwater drainage management. According to the National Service of Meteorology and Hydrology of Peru (SENAMHI), Lima experiences heavy rains in winter, which often cause flooding in the city's streets. Flooding in the streets of Lima affects the circulation of residents and causes property losses, according to data from the National Institute of Statistics and Information (INEI). This local problem has led to the need to learn effective solutions, such as using recycled rubber to pave drainage ditches to combat flooding in the capital of Peru; Therefore, the purpose was to determine the influence of recycled rubber in the design of flexible pavement draining the asphalt layer, San Juan de Lurigancho, 2023. The methodology used was applied research type, research approach is quantitative, design of the investigation is quasi-experimental and for the investigation the entire street of Avenida 13 de Enero in San Juan de Lurigancho, Lima will be considered as the population. It is concluded that recycled rubber considerably influences the properties of asphalt cement for flexible pavement. The resistance of the sample will be linked to the stability; thus, it can be seen that the resistance with the highest value is with the incorporation of 2.5% of recycled rubber.

Keywords: Recycled rubber, flexible pavement, asphalt layer.

I. INTRODUCCIÓN

A **nivel internacional**, la falta de pavimentos drenantes eficientes se ha convertido en un problema común en muchas ciudades y regiones. Esto se refleja en estadísticas que muestran un aumento en las inundaciones urbanas debido a la incapacidad de las carreteras para gestionar el drenaje pluvial de manera adecuada. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), aproximadamente el 90% de las inundaciones urbanas se deben a la falta de infraestructura de drenaje adecuada, lo que resulta en pérdidas económicas significativas y problemas de movilidad en las ciudades.

Según el Banco Mundial, muchas ciudades en todo el mundo enfrentan inundaciones urbanas recurrentes debido a la incapacidad de los pavimentos tradicionales para gestionar el drenaje pluvial eficientemente. Estas inundaciones resultan en pérdidas económicas significativas y desplazamientos de población.

Los pavimentos flexibles, diseñados para soportar cargas dinámicas y constantes, enfrentan una serie de desafíos en cuanto a su durabilidad y desempeño a lo largo del tiempo. La falta de resistencias a las deformaciones plásticas y la fatiga en las mezclas asfálticas tradicionales conlleva a una reducción en la vida útil de los pavimentos, requiriendo frecuentes reparaciones y rehabilitaciones (Santos, y otros, 2022 p. 16-17).

Esto no solo genera inconvenientes para los usuarios de las vías, sino que también impone una carga financiera significativa en los presupuestos de mantenimiento y construcción de infraestructuras viales en distintos países (Meftah, y otros, 2021 p. 23-24).

La necesidad de abordar esta problemática a nivel internacional es evidente, ya que el estado deteriorado de los pavimentos flexibles afecta la eficiencia y seguridad del transporte en todas partes. La inversión en infraestructura vial es

importante para desarrollar el aspecto social y económico de las naciones, y los pavimentos flexibles desgastados representan un obstáculo en este proceso. La búsqueda de soluciones que mejoren la durabilidad, resistencia y sostenibilidad de los pavimentos es fundamental para garantizar una red vial eficiente y segura en todo el mundo (Solomon, y otros, 2019 p. 28-29).

A **nivel nacional**, el problema de la falta de pavimentos drenantes también se manifiesta con impacto. Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, se reportan anualmente daños en las carreteras debido a las lluvias, lo que representa un costo significativo para los mantenimientos y reparaciones de las infraestructuras viales. Además, las inundaciones en las vías urbanas afectan negativamente a la población, ya que generan retrasos en el tráfico, daños a la propiedad y riesgos para la seguridad pública

Además, en cuanto al deterioro temprano de los pavimentos flexibles en diversas carreteras y vías urbanas. La combinación de altos volúmenes de tráfico, variaciones climáticas y la calidad deficiente de las mezclas asfálticas tradicionales ha contribuido a la aparición prematura de fisuras, baches y desprendimientos en el pavimento. Esta situación no solo compromete la seguridad vial de los usuarios, sino que también genera un impacto económico negativo debido a el costo recurrente de mantenimientos y reparaciones de las infraestructuras viales (Larrea, 2023 p. 65-66).

Por otro lado, la falta de pavimentos flexibles drenantes se traduce en problemas de movilidad y daños a las infraestructuras viales. Datos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú revelan que las lluvias intensas en la temporada de invierno generan daños significativos en las carreteras, lo que resulta en costos de reparación considerables. El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) ha registrado inundaciones sobre las vías urbanas en Lima, la capital del país, que afectan a la población y provocan retrasos en el tráfico, además de daños materiales.

La búsqueda de alternativas tecnológicas y de diseño que se acomoden a una condicione climática y al alto volumen de tráfico en el Perú es esencial para asegurar la eficiencia, seguridad y sostenibilidad de la red vial del país. El enfoque

en soluciones que puedan resistir los desafíos climáticos y las cargas vehiculares contribuirá a un sistema de transporte más confiable y eficiente, beneficiando tanto a los usuarios como a la economía nacional (Quispe, 2022 p. 74-75).

A nivel local, Lima, la problemática de este tipo de pavimento ineficientes y la gestión inadecuada del drenaje pluvial se agrava debido a las densidades de población y la condición climática diversa. Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), Lima experimenta lluvias intensas durante la temporada de invierno, lo que a menudo resulta en inundaciones en las vías urbanas. Datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) exhiben que las inundaciones en las calles de Lima afectan la movilidad de los ciudadanos y causan daños materiales. Esta problemática local se traduce en una necesidad de aprender de soluciones efectivas, como la implementación de pavimentos drenantes con caucho reciclado, para abordar los desafíos de inundaciones en la capital peruana (Quispe, 2022 p. 45-46).

La problemática general viene a ser ¿Cómo influye el caucho reciclado en las propiedades del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho, 2023?, y como problemas específicos son (a) ¿Cómo influye el caucho reciclado en la resistencia del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho?, (b) ¿Cómo influye el caucho reciclado en la estabilidad y flujo del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho?, (c) ¿Cómo influye el caucho reciclado en la densidad del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho? Y (d) ¿Cómo influye el caucho reciclado en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho?

Se tiene la **Justificación teórica**; Esta investigación se justifica teóricamente al contribuir al avance de los conocimientos en los campos de la ingeniería vial y las construcciones de pavimentos. La implementación de pavimentos flexibles drenantes con la aplicación de caucho reciclado representa un enfoque innovador y sostenible para abordar los problemas de drenaje y durabilidad de las carreteras.

Al investigar los efectos de esta tecnología, se aporta a la literatura científica con información valiosa sobre las propiedades y el desempeño de los pavimentos flexibles drenantes, lo que puede ser de utilidad para futuros proyectos viales. También Se tiene **Justificación metodológica** se respalda en las necesidades de contar con un enfoque sistemático y científico para evaluar la aplicación de caucho reciclado en pavimentos flexibles drenantes. Este estudio empleará una metodología rigurosa que incluye pruebas de laboratorio, análisis de datos y evaluaciones de los desempeños in situ. Los resultados de esta investigación se basarán en evidencia empírica confiable y contribuirán a la validación de esta tecnología como una solución efectiva para los desafíos de drenaje y durabilidad en carreteras. También cuenta con **Justificación ambiental**, la justificación ambiental de este estudio radica en la promoción de prácticas sostenibles en la construcción de infraestructura vial. La incorporación de caucho reciclado en los pavimentos no solo reduce la dependencia de recursos naturales, sino que también contribuye a la gestión de neumáticos desechados, evitando su acumulación en vertederos y su impacto ambiental negativo. Al investigar y promover esta tecnología, se fomentan la preservación del medio ambiente y las adopciones de prácticas más respetuosas con la naturaleza. También cuenta con **Justificación social**, desde una perspectiva social, esta investigación busca un incremento en la condición positiva de vida de los usuarios. Los pavimentos flexibles drenantes con caucho reciclado ofrecen beneficios tangibles, como reducción de inundaciones urbanas, menor deterioro de las vías y una infraestructura vial más segura y duradera. Al implementar esta tecnología, se contribuye al bienestar de la población al brindar una red de carreteras más confiable y segura, También cuenta con **Justificación económica**: la justificación económica se basa en la eficiencia de la inversión en pavimentos flexibles drenantes con caucho reciclado. Si esta tecnología demuestra ser efectiva en la gestión del drenaje y el alargamiento de la durabilidad de las carreteras, con ello pueden lograr un ahorro sustancial sobre costos de mantenimientos y reparación. Esto beneficia tanto a las entidades gubernamentales encargadas de la infraestructura vial como a la economía en general al reducir los gastos innecesarios y mejorar la eficiencia de los proyectos viales.

El objetivo general fue Determinar la influencia del caucho reciclado en las propiedades del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho, 2023., Tenemos como objetivos específicos a) Determinar la influencia del caucho reciclado en la resistencia del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho, b) Determinar la influencia del caucho reciclado en la estabilidad y flujo del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho, c) Determinar la influencia del caucho reciclado en la densidad del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho. Y d) Determinar la influencia del caucho reciclado en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.

La hipótesis general fue El caucho reciclado influye notablemente en las propiedades del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho, 2023. Y como específicas a) El caucho reciclado influye significativamente en la resistencia del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho, b) El caucho reciclado influye significativamente en la estabilidad y flujo del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho , c) El caucho reciclado influye significativamente en la densidad del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho , y d) El caucho reciclado influye significativamente en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.

II.MARCO TEÓRICO

Por otro lado, tenemos como **antecedentes internacionales** a Según Cardoza Zambrano et. al. (2019) El objetivo fundamental de esta indagación se constituyó en recopilar información acerca del reciclaje de granos de cauchos y su aplicación en la mezcla asfálticas en Colombia, donde se está implementando con notables desarrollo en términos de beneficio ambiental y económico. La metodología de investigación se respaldó en un enfoque descriptivo y documental, que implicó el análisis de documentos en los cuales se llevaron a cabo pruebas con estos materiales, y se evaluaron los resultados obtenidos. Esta investigación resalta la relevancia de la utilización de esta tecnología innovadora como un recurso que puede abordar los problemas mecánicos comúnmente encontrados en el pavimento flexible. Además, contribuye a la reducción de los impactos ambientales asociados a las gestiones inadecuadas de todo tipo de neumático desechados al finalizar su vida útil. La fabricación de un pavimento flexible que emplea una mezcla asfáltica con granos de cauchos reciclados se presenta como una opción costosa en su creación inicial. Sin embargo, este tipo de pavimento demuestra un rendimiento sobresaliente, ya que es más compacto, duradero y ofrece una tracción superior, especialmente en situaciones de carga pesada. En términos de la gestión del pavimento, esta elección puede traducirse en una minimización con gran significancia en el costo de mantenimientos de las infraestructuras viales, que suelen ser una preocupación común. Además, la reutilización de neumáticos desechados, que son una fuente importante de residuos, contribuye positivamente al medio ambiente. Las implementaciones de un pavimento con granos de cauchos reciclados tienden a ser grandes potenciales para desarrollarse hacia futuro, especialmente si se logran establecer costos económicos más eficientes, lo que podría aumentar la producción y posicionarlo como un enfoque líder a nivel mundial.

Según Arcos y Montalvan (2022) El objetivo de esta indagación fue dar validez a la eficacia del material local para la creación de una mezcla modificada que logren los límites granulométricos requeridos en la norma INVIAS 2012, específicamente para lograr los porcentajes de vacío necesarios en las mezclas drenantes. Se llevarán a cabo 2 tipos de mezcla: una sin la incorporación de neumáticos y otra con un 1% de neumáticos. Estas mezclas se compactarán utilizando dos niveles de compactación, con 25 y 50 golpes. El rango de porcentaje de asfalto a emplear variará desde un 3.5% hasta un 5%, en incrementos de 0.5%, con tres réplicas por cada porcentaje de asfalto, lo que resultará en un total de 48 briquetas. Se logró obtener la granulometría requerida por la norma para la mezcla porosa. Sin embargo, en relación a la capa superficial, los diseños propuestos no cumplieron con los requisitos de porcentaje de vacíos necesarios para una mezcla drenante. Se implementó una nueva dosificación, que incluyó un 5% de neumáticos y 25 golpes de compactación, lo que permitió cumplir con los porcentajes de vacío necesario para las mezclas drenantes, alcanzando un 20.5%. No obstante, la característica de estabilidad y flujo no satisficieron los estándares mínimos establecidos en la norma NEVI 2012.

Tenemos como **antecedentes nacionales** a Según Salcedo y Santi (2022) El propósito de la investigación en cuestión es determinar el porcentaje óptimo de cauchos reciclados que puede ser incorporado en la mezcla asfálticas en la creación de los pavimentos flexibles. La carretera en cuestión ha sido categorizada como una vía de primera categoría debido a su tráfico medio diario anual, que oscila entre 2,001.00 y 4,000.00 vehículos al día. Esta carretera presenta una calzada de al menos 3.60 metros de ancho con un espesor en la mezcla asfáltica de 11 cm, resultado de las incorporaciones de cauchos reciclados. Los cauchos reciclados incorporados en la muestra tienen partículas que varían en tamaño, abarcando desde 0.84 mm hasta 0.074 mm, lo que la clasifica como una muestra fina. Para llevar a cabo esta investigación, se realizaron análisis de laboratorio que demostraron que al agregar un 6% de cauchos reciclados a las mezclas asfálticas, logra incrementos significativos en la estabilidad de la misma, aumentando la estabilidad a 2900 lb. Se realizaron un total de 04 pruebas de ensayos Marshall,

incluyendo la muestra estándar y la muestra adicionada de 4%, 6% y 8% de cauchos reciclados. En lo que respecta al diseño de pavimento flexible, se determinó que la mezcla más efectiva consiste en un 6.0% de Cementos Asfálticos, un 35% de piedras chancadas de ½", un 35% de arenas chancadas, un 24% de arenas naturales y un 6% de cauchos reciclados. Esta composición ofrece una mayor estabilidad en comparación con la muestra estándar, que alcanza una estabilidad de 2700 lb, sin embargo, la compuesta por cauchos reciclados logra una estabilidad de 2900 lb.

Según Ocaña y Rosales (2021) Su indagación se clasifica en la categoría de investigación aplicada, puesto que esta se enfocó en la aplicación de caucho reciclado para incrementar las características de la capa asfáltica utilizada en la pavimentación de la calle Jr. Grau. El objetivo principal era abordar un problema real y buscar una solución efectiva. El enfoque de investigación se clasificó como Cuasi Experimental - Descriptivo, ya que se fundamentó en diferentes categorías, conceptos y variables, permitiendo un análisis técnico detallado del pavimento. El Jr. Grau abarca una longitud de 2+430 km y tiene una calzada de doble vía con un ancho de 6.80 metros. Las coordenadas de ubicación de esta vía son X: 233266.9150 e Y: 8825307.054. Para llevar a cabo la investigación, se seleccionaron aleatoriamente como muestra 25 metros del pavimento en el Jr. Grau - Cochabamba. Como técnicas de recopilación de datos incluyeron la inspección visual en el campo, y las herramientas utilizadas consistieron en fichas técnicas de ensayos realizados en laboratorios. Como resultado de la investigación, se llegó a la conclusión de que la aplicación de cauchos reciclados mejoró aproximadamente el 20% de las propiedades de la capa asfáltica, lo que respaldó las hipótesis planteadas en el estudio.

Para abordar el tema de manera más completa, se considerarán los siguientes **artículos de investigación**, los cuales han sido elaborados por: Según Hoyos et. al. (2021) Cada año, se genera una considerable cantidad de neumáticos desechados, lo que plantea un grave problema medioambiental. Por este motivo,

en la actualidad, dado que los gránulos de caucho (CR) ofrecen cualidades cruciales como la durabilidad y la resistencia, la práctica de integrarlos en las mezclas asfálticas se ha convertido en algo habitual. Con el fin de comprender los procedimientos y enfoques asociados con el uso de RC, determinar los porcentajes ideales y evaluar las mejoras que este material ofrece a las mezclas de asfalto, se ha llevado a cabo un examen exhaustivo de muchas publicaciones como parte de esta extensa investigación bibliográfica. Se ha demostrado que el intervalo óptimo para los porcentajes de CR en la mezcla asfálticas se sitúa desde el 1% al 20% del peso total de las mezclas. Esta mejora de las resistencias a las tracciones indirectas, las resistencias a las humedades, las resistencias a las roderas, la resistencia a la permeabilidad y la resistencia a los envejecimientos son sólo algunas de las ventajas de las que disfrutaban las mezclas cuando se incluye el CR. Asimismo, se ha observado que el uso de CR contribuye a extender la vida útil de las mezclas en condiciones de fatiga y a reducir los niveles de ruido. Para comprender mejor el uso del CR en las mezclas asfálticas, los efectos de la humedad en su rendimiento, su resistencia a las roderas, a la fatiga y a las mínimas temperaturas, se realizó una revisión de cincuenta artículos científicos que abarcaban los años 2006 a 2020 utilizando la base de datos Scopus.

Según Mora y Valero (2023) elaboraron un trabajo de indagación "Tecnologías innovadoras para un pavimento flexible, sostenible y ecoeficiente", ha dado lugar a esta publicación. Con el fin de desarrollar un pavimento flexible que sea resistente y duradero, así como para ayudar a reducir el estrés en las zonas urbanas causado por la reducción de la calidad del servicio y los efectos de la lluvia en la vida útil de las vías urbanas, se realizaron experimentos con la combinación de mezclas asfálticas y cauchos reciclados. El objetivo es utilizar la prueba de laboratorio Marshall para analizar las cualidades tanto mecánicas como físicas de las mezclas asfálticas tradicional añadiendo caucho reciclado. El objetivo es crear un producto medioambiental tecnológicamente innovador que sea, como mínimo, utilizable en el tráfico urbano suave. La técnica experimental elegida se basa en un enfoque tecnológico, teórico y científico. La variable "caucho reciclado" se modificó para iniciar el proceso inductivo, lo que permitió una evaluación cuantitativa del impacto

en las variables de vacío, flujo y estabilidad. Este análisis y las discusiones de todo el resultado muestran la comparación de la combinación convencional, la incorporación de 1% de cauchos reciclados aumenta la estabilidad de las mezclas. Sin embargo, en lo que respecta a los parámetros de flujo y vacío, no se cumplen los rangos establecidos por las normativas; no obstante, los porcentajes de vacío existentes en las mezclas no convencionales le otorga propiedades porosas que la hacen adecuada como impermeabilizante, lo cual es significativo en términos de la durabilidad requerida para los pavimentos flexibles en entornos urbanos. Este estudio resulta de utilidad, ya que no solo contribuye a resolver el problema identificado, sino que también fomenta la evaluación de todo el impacto ambiental relacionado a la construcción de vías urbanas.

También contamos con **Antecedentes en otros idiomas** a Alfayez et al. (2020) en su indagación cuya finalidad fue proporcionar una revisión sistemática y crítica de las investigaciones y prácticas relacionadas con el empleo de cauchos reciclados de neumáticos en el pavimento asfáltico, centrándose en las propiedades de ingeniería, el rendimiento y la evaluación de la durabilidad. La metodología adoptada fue de tipo descriptiva y no experimental en el que pavimentos asfálticos puede ofrecer ventajas significativas. Estos beneficios incluyen la reducción de la deformación permanente de los pavimentos flexibles, mayores resistencias a los desgastes y las fatigas, así como la disminución del costo de sus construcciones y mantenimientos de pavimentos. Concluyen que las incorporaciones de cauchos reciclado de neumáticos en pavimentos asfálticos serán estrategias prometedoras para incrementar los rendimientos y la sostenibilidad sobre las carreteras. Sin embargo, también señala que se requiere una mayor investigación y coordinación en esta área para aprovechar al máximo estas ventajas. El estudio enfatiza la importancia de seguir investigando y abordar las áreas de conocimiento que requieren un mayor desarrollo en el futuro.

Hamzani et al. (2021) cuya finalidad fue realizar la evaluación del impacto del uso de polvo de caucho de neumáticos desechados (WTR) como material aditivo y la

zeolita natural como sustituto del cemento en el pavimento semiflexible (PSF). Metodología experimental. Las muestras de asfalto poroso se llenaron con mortero de cemento, en el que se reemplazó el contenido de cemento por zeolita natural en proporciones del 0%, 5%, 15% y 25% (en peso). Los resultados evidenciaron que las mejores cualidades del PSF se obtuvieron al 5% de polvo de neumáticos y un contenido de zeolita del 15%. Estos valores proporcionaron un rendimiento óptimo en condiciones de resistencias a las compresiones, resistencias a las flexiones, contracción por secado, permeabilidad y durabilidad del PSF. Como conclusión, el empleo de polvos de cauchos de neumático desechados (WTR) como aditivos y la zeolita natural como sustituto del cemento en el pavimento semiflexible (PSF) puede mejorar significativamente sus propiedades. Esto lleva a un PSF más resistente y duradero, lo que a su vez puede reducir el mantenimiento y los costos de construcción.

Tenemos como bases teóricas a En los enfoques conceptuales, el pavimento según (Giodani, y otros, 2016 p. 74-75) El término 'pavimento' hace referencia a la estructura presente en las vías de comunicación terrestre, que puede consistir en 01 o varios tipos de capa de material, ya sean desarrollados o naturales, dispuestas hacia los terrenos preparado. Su principal propósito es permitir los tránsitos de semiflexible todo tipo de vehículo de forma segura, cómodas y eficientes. Entre las características deseables de un pavimento se encuentran: seguridad para los usuarios, comodidad en la conducción, costos operativos óptimos, una superficie uniforme, resistencia a la repetición de cargas, durabilidad frente a las condiciones ambientales, impermeabilidad, adecuado color y textura, así como la capacidad de no transmitir a las capas inferiores esfuerzos que excedan su resistencia.

El pavimento flexible se configura como una estructura que incluye varias capas granulares, como una capa superior de rodadura formada por una carpeta que emplea un tipo material bituminoso, como aglomerante, agregado y posiblemente algún aditivo, así como una capa de subbase y base, En su mayor parte, esta capa de rodadura consiste en asfalto y puede adoptar diversas formas, tales como

morteros asfálticos, tratamientos superficiales bicapas, micro pavimentos, macadanes asfálticos, mezcla asfálticas en frío y mezcla asfálticas en caliente.

El ICG (2018 p. 37-38) indica que estas capas de rodaduras representan la composición superficial de los pavimentos, que podrían ser de naturaleza bituminosa (flexibles), de cemento Portland (rígidos) o inclusive de adoquín. Su deber principal radica en soportar directamente la carga del tránsito vehicular. La base, por su parte, ocupa una posición inmediatamente inferior a las capas de rodaduras y su rol fundamental es el de diversificar, sostener y transmitir toda carga generada a causa del tránsito. Estas capas pueden estar compuesta por materiales granulares drenante (teniendo de $CBR \geq 80\%$) o tratada con elemento asfálticos, cales o cementos. La subbase, otra capa fundamental, está diseñada con unos espesores específicos para brindar soporte tanto a la base como a la capa de rodadura. Así mismo, cumple la función de proporcionar drenaje y controlar el fenómeno de capilaridad por parte del agua. Dependiendo de las cualidades de los pavimentos, sus diseños y dimensionamientos, este estrato podría ser prescindible. Su composición puede ser granular (teniendo de $CBR \geq 40\%$) o también tratadas con asfaltos, cales o cemento.

Para (Giodani, y otros, 2016 p. 78-79), Las mezclas asfálticas son descritas como la composición que reúne agregado mineral, la mezcla se compone de áridos unidos por ligantes asfálticos y combinados manera que formen una capa uniforme de asfalto cubra los áridos. Las proporciones entre estos elementos definen las propiedades físicas de las mezclas y, en últimas instancias, sus rendimientos cuando se utiliza como parte de los pavimentos.

(Minaya, 2008 p. 45-46) menciona que las tres clasificaciones principales de la mezcla asfáltica en caliente será: de granulometrías incompleta (o combinaciones de granulometrías incompletas), de granulometría abierta (o combinaciones porosas o abiertas) y de granulometría densa. La siguiente tabla ilustra los distintos tipos de mezclas según su característica granulométrica.

Tabla 1. *Tipos de mezclas*

Gradación densa	Open-Garde	Gap-grade
Convencional, tamaño máximo nominal usualmente de 12.5 a 19mm (0.5 a 0.75 Pulg.)	Poros fricción curse	Gap-grade convencional
Large-stone, Tamaño máximo nominal usualmente de 25 a 37.5mm (1 a 1.5 Pulg)	Base permeable tratada con asfalto	Stone Matic Asphalt (SMA)
Arena asfalto, tamaño máximo nominal menos que 9.5 mm (0.375 Pulg.)		

Fuente: Diseño Moderno de Pavimentos, Minaya, 2008.

En el libro "Diseño moderno de pavimentos" de Minaya (2008), categorizan las mezclas asfálticas según el nivel de vacíos retenidos después de la compactación. Estas categorías incluyen mezclas densas con bajos niveles de aire atrapado, como las mezclas normales, Superpave y SMA; mezclas semicerradas, donde los vacíos de aire oscilan entre el 6% y el 12%; combinaciones abiertas, caracterizadas por tener vacíos de aire superiores al 12%; y combinaciones porosas, que presentan un contenido de aire superior al 20%.

Para (Garnica, y otros, 2018 p. 76-78) la mezcla asfáltica tiene algunas cualidades fundamentales a contar como consideración; La estabilidad se relaciona con la habilidad de las mezclas asfálticas para soportar deformaciones y desplazamientos generados por la carga generadas por el tráfico de vehículos. los pavimentos se consideran estables cuando mantiene su forma original, mientras que se

consideran inestables en el instante que presenta cualquier deformación permanente, ondulaciones o diversas señales de movimiento en las mezclas.

La durabilidad es referida a la suficiencia de las mezclas asfálticas al soportar todo efecto adverso del aire, agua, variaciones de temperaturas y tráfico vehicular que podrían llevar a los envejecimientos de los asfaltos, desintegración de los agregados y desprendimientos de las capas de asfaltos del incorporado. Las mezclas asfálticas de calidad deberán mantener su integridad en todo su tiempo de vida de diseño, sin experimentar un envejecimiento excesivo. La durabilidad está influenciada por factores como el grosor de la película de asfalto y la cantidad de vacío de aire presentes en las mezclas (Garnica, y otros, 2018 p. 79-80).

La resistencia a la fatiga es relacionada a las facultades de la mezcla asfáltica para soportar toda carga repetida generadas por el tráfico vehicular. La aparición de grietas por fatiga está estrechamente vinculada con la cantidad y rigidez del asfalto presente en la mezcla. Por otro lado, altos contenidos de asfalto pueden llevar a que la mezcla tienda a deformarse elásticamente en lugar de fracturarse bajo cargas repetidas. No obstante, es fundamental resaltar que las resistencias a la fatiga también están influenciadas por las relaciones entre los espesores de la capa estructural y las cargas que soporta (Garnica, y otros, 2018 p. 82-83).

La resistencia al daño por humedad, también conocida como impermeabilidad, es referida a la facultad de las mezclas asfálticas para soportar la infiltración de agua y aire a su interior o a través de ella. Esta resistencia está influenciada por las características químicas de los agregados minerales y por la contención de espacios vacío en las mezclas compactadas. Factores ejemplo, la oxidación de los asfaltos, su capacidad de adherencias y el sistema de drenajes de los pavimentos están directamente relacionados con la resistencia al daño por humedad (Garnica, y otros, 2018 p. 90-91).

La flexibilidad en una mezcla asfáltica se refiere a su capacidad para adaptarse y conformarse a el asentamiento y movimiento gradual de la base y la subrasante sin experimentar agrietamiento o fisuración. Aunque la flexibilidad es esencial para prevenir daños por asentamientos, a veces puede generar conflictos con los requerimientos de estabilidad de las mezclas asfálticas (Garnica, y otros, 2018 p. 93-94).

(Minaya, 2008 p. 85-86) En el texto de Minaya (2008, pp. 85-86), se señala que la capa de asfalto continuamente enfrenta cargas cíclicas mediante su resistencia a la flexión, siempre y cuando no experimente oxidación. La oxidación puede ocurrir con la tracción, dando lugar a la falla conocida como "piel de cocodrilo". Además, se destaca que las resistencias al deslizamiento juegan un papel crucial en la reducción del deslizamiento de los neumáticos, especialmente durante las épocas lluviosas. Cabe mencionar que la forma más redondeada del agregado está asociada a una menor capacidad de resistir a los deslizamientos.

Cuando los materiales son porosos, absorben asfalto y agua en diversos tipos de grado. Se determinan 3 metodologías para las mediciones de la gravedad específica del agregado, los cuales son las gravedades específicas, Bulk, gravedades específicas aparentes y gravedades específicas efectivas; estos vienen de todo tipo de concepto del volumen de los agregados, (Minaya, 2008 p. 89-90).

Según (Minaya, 2008 p. 90-91) la gravedad Específica Bulk, G_{sb} es relacionada a los pesos permeables de los materiales a temperaturas concretas con los volúmenes del agregado, sin tomar en cuenta el vacío.

$$G_{sb} = \frac{W_s}{(V_s + V_{pp})\gamma_w}$$

Figura 1. Ecuación de la gravedad específica Bulk

Fuente: Minaya, 2018

Donde:

- G_{sb} : Gravedad específica bulk del agregado.

- W_s : Peso seco.
- V_s : Volumen de vacíos impermeabilizados.
- V_{pp} : Volumen de vacíos permeabilizados.
- γ_w : Peso específico del agua.

Según (Minaya, 2008) la gravedad Específica Aparente, G_{sa} , es relacionada los pesos del aire de los materiales impermeabilizados con los volúmenes de los materiales que incluyen todo vacío impermeabilizado.

$$G_{sb} = \frac{W_s}{(V_s + V_{pp})\gamma_w}$$

Figura 2. Ecuación de la gravedad específica aparente

Fuente: Minaya, 2018

Donde:

- G_{sa} : gravedad específica aparente

Según (Minaya, 2008 p. 121-122), las gravedades Específicas Efectivas, G_{se} . Es relacionada los pesos en el aire de los elementos permeabilizados con volúmenes de vacío impermeabilizados y permeabilizados que no permitan absorción de los asfaltos.

$$G_{se} = \frac{W_s}{(V_s + V_{pp} - \gamma_{ap})\gamma_w}$$

Figura 3. Ecuación de la gravedad específica efectiva

Fuente: Minaya, 2018

Donde:

- G_{se} : gravedad específica efectiva

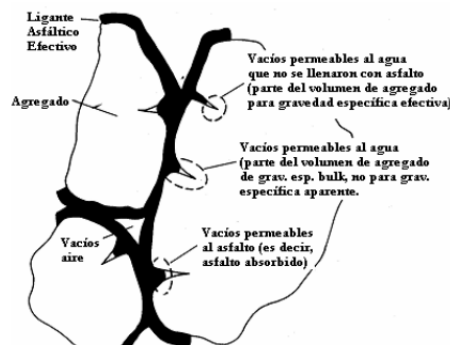


Figura 4. Propiedades Peso-Volumen en Mezclas Asfálticas Compactadas

Fuente: (Minaya, 2008 p. 121-122)

(Minaya, 2008 p. 92-93) define algunos términos, el Vacío en los Agregados Minerales (VMA) es definida como los espacios vacíos presentes entre los agregados en una combinación compacta, considerando tanto los vacíos de aire como los contenidos de asfaltos efectivos. El Contenido de Asfalto Efectivo (Pbe) representan la cantidad de asfaltos en las mezclas, descontando los asfaltos que son absorbidos por todo el agregado. Los Vacíos de Aire (Va) son los mínimos espacios de capilaridad de aire presentes entre las partículas de agregados recubiertas en las combinaciones compactas, expresados tal como porcentajes de los volúmenes totales de las combinaciones. Además, El Vacío Lleno con Asfaltos (VFA) se refieren a las porciones del espacio de vacíos entre las partículas de los agregados (VMA) que está ocupada por todos los asfaltos efectivos.

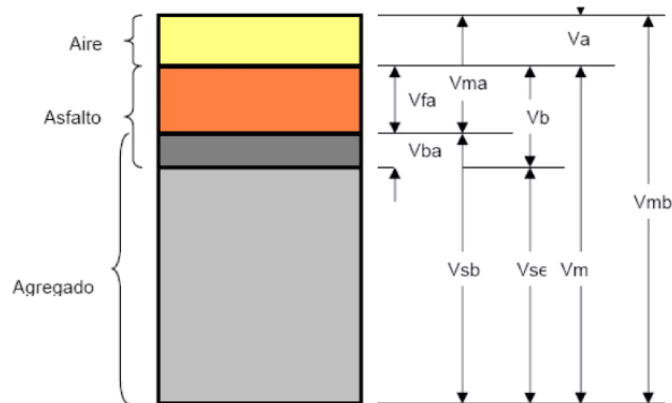


Figura 5. Esquema de una Muestra HMA Compactada

Fuente: (Minaya, 2008 p. 92-93)

Donde:

- V_{ma} : Vol. De vacíos del agregado.
- V_{mb} : Vol. Bulk de la combinación completa.
- V_{mm} : Vol. De vacíos de la combinación pavimentada.
- V_{fa} : Vol. De vacíos repletos de asfalto
- V_a : Vol. De vacíos con aire.
- V_b : Vol. Asfáltico.
- V_{ba} : Vol. Asfáltico que fue absorbido.
- V_{sb} : Vol. Del agregado mineral (gravedad específica bulk).

- Vse: Vol. Del agregado mineral (gravedad específica efectiva).

(Giodani, y otros, 2016 p. 115-116) menciona que una mezcla para pavimentos se tipifica en relaciones a los tamaños máximos, Según el libro 'Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design and Construction' de la NAPA Research and Education Foundation, se señala que muchos de los tipos mezcla asfálticas en caliente requieren de una granulometría densa para los agregados.

Tabla 2. Composición Típica del Concreto Asfáltico

Tamiz	Tamaño máximo nominal del agregado				
	(1 1/2'')	(1'')	(3/4'')	(1/2'')	(3/8'')
	Porcentaje acumulado que pasa (por peso)				
50mm (2'')	100				
37.50 mm (1/2'')	90-100	100			
25.0 mm (1'')		90-100	100		
19.0 mm (3/4'')	56-80		90-100	100	
12.5 mm (1/2'')		56-80		90-100	100
9.5 mm (3/8'')			56-80		90-100
4.75 mm (Nro. 4)	23-53	29-59	35-65	44-74	55-85
2.36 mm (Nro. 8)	15-41	19-45	23-49	25-58	32-67
0.30 mm (Nro. 50)	4-16	5-17	5-19	5-21	Julio - 23
0.15 mm (Nro. 100)					
0.075 mm (Nro. 200)	0-5	1-7	2-8	2-10	2-10
Cemento asfáltico, % en peso de la mezcla total ***	3-8	3-9	4-10	4-11	5-12
	4 y 67	5 y 7	67 y 68	7	8
	4 y 68	57	6 y 8	78	

Fuente: Diseño Moderno de Pavimentos, (Giodani, y otros, 2016 p. 120-121)

Al incorporar una mezcla asfáltica como capas de rodadura en los pavimentos, se expone a diversas influencias que impactan su durabilidad a lo largo del tiempo. Estos factores están principalmente relacionados con la carga generadas por los tránsitos de vehículos y la condición de tipo ambientales, y contribuyen de manera variable al deterioro de la mezcla. Los principales tipos de deterioro que afectan a las mezclas asfálticas son todo tipo de deformación permanente, los agrietamientos

por fatiga y los agrietamientos por bajas temperaturas. Por consecuente, se detallan estos tipos de deterioro (Giodani, y otros, 2016 p. 120-121).

En respaldo en el resultado de encuestas y toda prueba de campo realizadas en los Estados Unidos por la Asociación Estadounidense de Oficiales de Tráfico en Carreteras (AASHTO), algunos investigadores creen que la deformación permanente son las formaciones de surcos o depresión longitudinal sobre la banda de rodadura de la carretera. el caso. Esto ocurre por compactación, movimiento lateral o una combinación de ambos en 01 o más de todas las capas que constituyen los pavimentos. Estas deformaciones son provocadas por las cargas del vehículo (Giodani, y otros, 2016 p. 120-121).

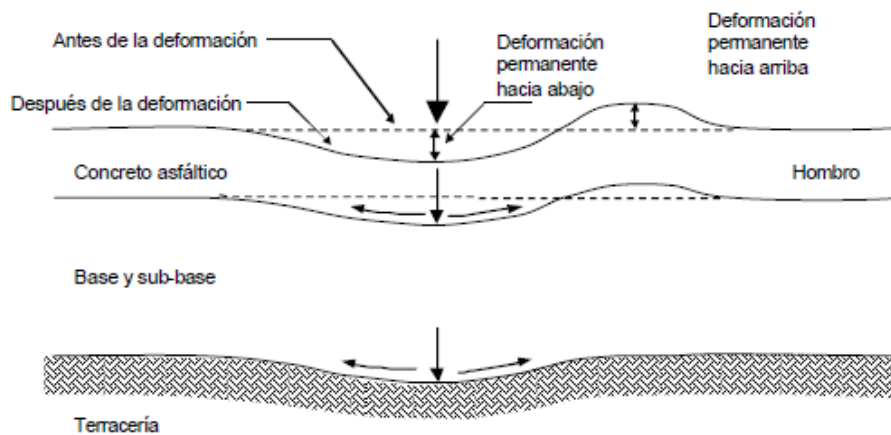


Figura 6. Mecanismo típico de deformación permanente en la trayectoria de la rueda externa.

Fuente: (Minaya, 2008 p. 111-113)

Deformación plástica: Se refiere a una depresión formada cerca del centro donde se aplica una carga, con colinas o crestas a cada lado. Este tipo de deformación longitudinal es característico de una porosidad insuficiente (menos del 4%) durante el desgaste. En estas situaciones, la sobre compactación podrían realizar que los asfaltos se asienten entre el agregado e impedir que estos sean bloqueen correctamente (Minaya, 2008 p. 111-113).

Deformación por consolidación: En este caso, se observa una depresión cerca de los puntos de aplicaciones de las cargas, pero sin la presencia de montículos laterales. Este tipo de deformaciones longitudinales es resultado del exceso de

vacío de aire en la capa de rodadura (mayores al 8%) después de la compactación. Esta situación conduce a una consolidación a través de la longitud de toda la huella dejadas por los neumáticos de todo vehículo, en especial a lo largo del primer verano de servicio (Minaya, 2008 p. 115-117).

Deformación mecánica: En esta situación, se producen hundimientos en la base, subbase o terracerías del pavimento, y a menudo está acompañado por una alteración sobre los patrones de agrietamientos. Esta forma de deterioro puede manifestarse cuando las estructuras de los pavimentos fueron no diseñadas adecuadamente en relación con las magnitudes de carga que estas deberán resistir (FHWA, 1997).

Tabla 3. Composición del Cemento Asfáltico

Asfalto	Temperatura (C)	Flotación (s)	Viscosidad (Poises)
Convencional	60	198	1241.5
	70	147	712.12
	80	102	245.02
Asfalto -PVC	60	387	3203.32
	70	269	1978.48
	80	173	982
Asfalto - LN	60	403	3364
	70	288	2175.7
	80	190	1158.67
Asfalto - CM	60	200	1262.26
	70	140	639.46
	80	80	16.66

Fuente: Experiencias sobre el estudio de materiales alternativos para modificar asfaltos, Rondón et al., (2019)

Rondón et al., (2019 p. 45-46) Si una mezcla asfáltica se incorpora a la superficie de una carretera como aglomerante, queda expuesta a diverso tipo de influencia que afectarán su a lo largo de su vida de servicio. Esta actividad está relacionada fundamentalmente sobre los tráficos vehiculares y todo el medio ambiente y afectan el procesamiento de las mezclas en diversos grados. Los principales defectos en

toda mezcla asfálticas serían las deformaciones permanentes, las grietas por fatiga y las grietas por frío.

Deformación Permanente Según pruebas en carretera y estudios de la AASHTO sobre fenómenos de deformación permanente, algunos investigadores coinciden en que la deformación permanente se podrán dar definiciones como canales longitudinales o depresiones que ocurre dentro de un área. Las carreteras se forman sobre los factores de toda la carga de tráfico. Se forman una o más capas dentro del perfil debido a la presión, el movimiento lateral o ambos.

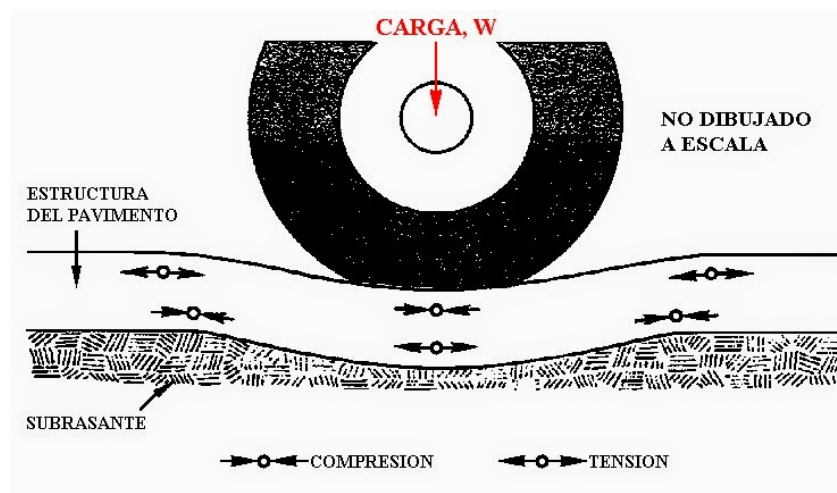


Figura 7. Deformación del pavimento producido por esfuerzos de tensión y compresión.

Fuente: Asphalt Institute's Thickness Design Manual, 2018 Rondón et al., (2019 p. 49-50).

Deformación plástica. Es una zanja barrera del ateneo de la tasa aplicada con pequeños pilotes ora proyecciones a cada bandada de la zanja. Este fulano de deformación longitudinal suele deberse a una espaciosidad pobre de poros (a salvo del 4%) en el adhesivo. En estas condiciones, la sobre compactación puede llevar a cabo que el firme llene los espacios de ademán entre los agregados, impidiendo que se unan entre sí Rondón et al., (2019 p. 49-50).

Deformación por consolidación. Al igual que el anterior, se trata de un hueco cercano al punto de aplicación de las cargas, pero sin la producción de toda protuberancia a los 2 extremos de los huecos. Estos tipos de deformación longitudinales son causados por el espacio excesivo (más del 8%) en la carpeta después de la compresión.

Deformación mecánica. Este es el resultado del movimiento de los cimientos, el suelo o el suelo con cambios en la estructura de la grieta. Este factor de falla ocurrirá cuando las estructuras de los pavimentos no estén diseñadas para las cargas que soporta, Rondón et al. (2019 p. 51-52).

Para Muñoz et al. (2021 p. 67-68) el caucho reciclado no sólo se puede utilizar en la construcción de carreteras y edificios, sino también como componente del pavimento y del hormigón. El uso de residuos de cauchos en estos tipos de aplicación implica mejoras técnicas en estos productos, como unas mayores resistencias a los impactos y a la fatiga, además de los importantes beneficios ambientales y económicos mencionados anteriormente, aunque también aumenta el módulo elástico. Por las razones anteriores, el uso de caucho reciclado en hormigón y pavimento plantea problemas económicos, medioambientales y técnicos y es un tema candente.

El caucho en su forma natural es un elemento del látex, que es un producto de diversos materiales vegetales y una combinación de proteínas, grasas, azúcares e hidrocarburos en forma vegetal, (Martín González, 2015). El proceso de reciclaje de neumáticos es puramente mecánico, lo que da como resultado componentes de alta calidad sin contaminación y el material se puede reutilizar fácilmente en nuevas aplicaciones y procesos. La trituración es un sistema mecánico que utiliza diversos métodos para hacer que los neumáticos sean rentables y reciclables antes de reciclarlos, (Martín González, 2015 p. 89-90).



Figura 8. Tratamiento de neumáticos

Fuente: Soluciones Arquitectónicas (2016 p. 45-46)

Sobre las referencias a sus características físico químico de los cauchos por guía de la ficha técnica de OMV Soluciones Arquitectónicas (2016) Los tamaños de la partícula varía de 2,5 mm a 20 mm, el color varía diversificada mente dependiendo del PH (20 °C), la temperatura de autoignición se eleva a 285 °C.

El Manual de Carreteras del Perú (DG-2013)

Es un conjunto de normas técnicas y especificaciones elaborado por el (MTC) que proporciona directrices y estándares para el diseño, construcciones, operación y mantenimientos de las infraestructuras viales en el país. Este manual abarca diversos aspectos relacionados con la planificación, diseño geométrico, pavimentos, drenaje, seguridad vial, entre otros, con el propósito de asegurar la calidad, seguridad y eficiencia de las carreteras y vías de comunicación terrestre en el territorio peruano. Su objetivo principal es establecer criterios técnicos uniformes que contribuyan al desarrollo sostenible de la red vial, promoviendo la adecuada conectividad y movilidad de las personas y bienes en el país (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006 p. 14-15).

Peso Específico (MTC E 206)

El ensayo de Peso Específico se realizará mediante las determinaciones de las densidades y el volumen de un agregado mediante el uso de una balanza y un recipiente con agua. Esta prueba es crucial para evaluar la densidad y compacidad de los agregados utilizados en las mezclas asfálticas. Su resultado influirá directamente en la dosificación y características de las mezclas, garantizando un

desempeño óptimo y duradero del pavimento y se basa en la normativa NTP 400.022: Peso Específico y absorción del agregado Fino y estas normas establecen un mínimo de tres muestras para realizar el ensayo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006 p. 603-605).

Absorción (MTC E 205)

Los ensayos de Absorción se ejecutan en establecer las cantidades de agua absorbida por los agregados. Esto es relevante para evaluar la susceptibilidad de los agregados a retener agua, lo cual puede afectar la durabilidad y resistencia del pavimento. El resultado de este ensayo influirá en la formulación de las mezclas y su resistencia al deterioro por humedad y se basa en la normativa NTP 400.022: Peso Específico y absorción del agregado Fino y estas normas establecen un mínimo de tres muestras para realizar el ensayo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006 p. 315-316).

Granulometría (MTC E 204)

El ensayo de Granulometría se lleva a cabo para analizar las distribuciones del tamaño del agregado. Esto es esencial para asegurar que las mezclas asfálticas tengan la gradación adecuada y cumplan con los requisitos de diseño determinar mediante una colección de tamices teniendo cada uno tipo aberturas cuadradas y las distribuciones de partículas de agregado grueso y finos en una muestra secas de pesos determinados. Se basa en la norma NTP 400.012: Análisis granulométrico de todo agregado finos, gruesos y global Estas normas establecen que Agregado fino: Las cantidades de muestras de agregados finos, después de los secados, debe ser de 300 g mínimo y agregados gruesos desde 1 kg hasta 300 kg dependiendo del tamaño máximo nominal para realizar el ensayo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006 p. 303-304).

Resistencia (MTC E 513)

El ensayo de Resistencia se realiza para evaluar las capacidades de un agregado para soportar carga y deformaciones bajo condiciones de carga cíclica y mensurar las resistencias a las compresiones de mezcla bituminosa compactada para uso con espécimen de lote, mezclado, pesado y fabricado en laboratorios, como también mezclado y fabricado en plantas. Este ensayo es vital para comprender

cómo los agregados contribuirán a las resistencias generales de las mezclas asfáltica. Este resultado influirá para la formulación de mezclas que proporcionen unas mayores vidas útiles a todo pavimento (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006 p. 407-408).

Estabilidad y Flujo (MTC E 504)

Los ensayos de Estabilidades y Flujos se efectúan para evaluar la suficiencia de las mezclas de tipo asfáltica el lograr soportar cargas y toda deformación sin colapsar. Este ensayo proporciona información esencial sobre las calidades y las capacidades de carga de las mezclas. Los resultados influirán directamente en la optimización de la proporción de los componentes de las mezclas. Se basa en las siguientes referencias normativas ASTM-D6926: “Standard Practice for Preparation of Bituminous Specimens Using Marshall Apparatus”. Y ATM D 6927: “Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures” estas normas establecen que deberán tomar al menos tres muestras para realizar el ensayo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006 p. 583-584).

Ahuellamiento (MTC E 520)

El ensayo de Ahuellamiento se realiza para determinar las susceptibilidades de unas mezclas asfálticas a las deformaciones permanentes bajo carga. Este ensayo es relevante para prevenir problemas de deformación en el pavimento. Los resultados influirán en la formulación y diseño de mezclas que sean resistentes a deformaciones. Se basa en la referencia normativa I.N.V. E – 740 – 07 estas normas requieren un mínimo de tres muestras para realizar el ensayo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006 p. 658-659).

Porcentaje de Vacíos (MTC E 505)

El ensayo del Porcentajes de Vacío evalúa las cantidades de espacio no ocupado por los 2 tipos de agregado y asfaltos en las mezclas asfálticas. Este ensayo es esencial para analizar la densidad y compacidad de las mezclas, lo que afectará su resistencia y durabilidad. Los resultados influirán en la dosificación y diseño de mezclas para garantizar un pavimento de calidad. Se basa en la siguiente normativa

ASTM 3203: “Standard Test Method for Percent Air Voids in Compacted Dense and Open Bituminous Paving Mixtures”. Y estas normas establecen que se deben tomar al menos tres muestras para realizar el ensayo La muestra para estos ensayos son de mezcla compactada en laboratorios y el núcleo de mezcla compactada resultante de campo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006 p. 594-595).

Metodología PCI

El PCI (Índice de Condición del Pavimento) es un tipo de metodología empleada para calificar y evaluar objetivamente los pavimentos rígidos y flexibles, el método se considera una herramienta sencilla para la evaluación e interpretación debido a los parámetros y/o características de los daños presentados en la vía, todo ello, tomando como base la guía para una mejor identificación. La evaluación se da mediante la calificación del PCI, donde nuestro valor oscila entre los siguientes rangos, (Vasquez Varela, 2002).

Tabla 4. Rangos de calificación del PCI

Rangos de calificación del PCI

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy malo
10 - 0	Fallado

Nota: Elaboración propia

Para el PCI se establece las cantidades, severidad y clase a cada tipo de falla, con ello dar veredicto del estado actual del pavimento relacionado a las fallas presentadas.

La carretera se desglosa en parte o unidad de muestreo, varía en relación al tipo de vía y capa superficial; los tramos de asfalto con ancho < 7.30 metros el área de

muestra se deberá encontrar de 137 m² y 323 m², y los tramos de concreto con longitud menor a 7.60 metros el área de muestra debe encontrarse entre 12 losas a 28 losas.

Tabla 5. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Nota: Metodología PCI. Vásquez 2002.

Figura 9. Índice de PCI

Índice de PCI

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	
INSPECCIONADA POR			FECHA		
<input type="text"/>			<input type="text"/>		
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
		33	Bombeo		
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA
					o o o o o
					10
					o o o o o
					9
					o o o o o
					8
					o o o o o
					...
					o o o o o
					1 2 3 4

Nota: Metodología PCI. Vásquez 2002.

En algunas evaluaciones de redes viales de gran extensión demanda recursos y tiempo, por ello se necesita aplicar muestreos. En el desarrollo evaluativo se necesita la inspección de cada unidad, pero el mínimo de muestras se produce con una estimación del PCI de más o menos de 5 con un valor confiable del 95%.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$

Donde:

- n: Mínimo de unid. de muestreos
- N: Total de unidades de muestreo
- e: error: e = 5%
- σ : Desviación estándar

En el proceso de inspección, al inicio se asume un σ de 10 para pavimentación de asfalto y 15 para vía de concreto. Las unidades que fueron elegidas deben ser iguales en espaciado en su extensión, donde el primero deba elegirse aleatoriamente, como se evidencia:

$$i = \frac{N}{n}$$

Donde:

- N: Total de unidades
- n: Mínimo de unidades
- i: Intervalo de muestreo

Se realizará los cálculos de los valores deducidos (m) y se determinará el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando lo siguiente:

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDVi)$$

Donde:

mi: Número máximo admisible de “valores deducidos”

HDVi: El mayor valor deducido individual

Con la inspección de las fallas, se deberán analizar las calidades transitables para la determinación de las severidades de las fallas, tanto corrugadas como cruces férreas. Se considera el nivel de severidad de la vía de la siguiente manera:

L: (Low: Bajo): Las vibraciones de los vehículos se sienten, pero no se considera una disminución de velocidades, pero si se siente pequeñas incomodidades por hundimientos o abultamientos.

M: (Medium: Medio): Son significantes las vibraciones vehiculares, se aplica poca disminución de velocidades para la seguridad y comodidad, se siente incomodidades regulares.

H: (High: Alto): Son excesivas las vibraciones y necesariamente la velocidad debe reducirse ya que provocan incomodidades e inseguridades, debido a los hundimientos y abultamientos. Este tipo de severidad genera daño o peligro a los vehículos.

El recorrido en la pavimentación en un vehículo normal a una velocidad estable determina la calidad de la transitabilidad.

Según Sáez (2019) los daños de los pavimentos se clasifican de muchas maneras, por ello, es de gran importancia las causas y origen de cada una de ellas, con el objetivo de proponer soluciones optimas a la problemática. Los daños pueden clasificarse en parches, deformaciones, superficiales y más.

Piel de cocodrilo: Son grietas por fatiga en la superficie asfáltica (m^2).

Exudación: Es el exceso de mezcla asfáltica (m^2).

Agrietamientos en bloques: Son grietas rectangulares (m^2).

Abultamiento y hundimiento: Son bultos superficiales (m)

Corrugación: Son cima y depresiones regulares (m²).

Depresión: Es el asentamiento en la subrasante (m²).

Grietas de borde: Son grietas espaciadas de 0.30 a 0.60 (m).

Desnivel carril/berma: Ocasiona por la erosión en las bermas (m).

Grieta longitudinal y transversal: Grietas en partes de la extensión de la carretera.

Parcheo y acometidas: Zonas parchadas (m²).

Pulimentos de agregados: Causado por el tránsito repetido (m²).

Huecos: Son hundimientos en la superficie vial (m²).

Cruce de vía férrea: Depresiones o hundimiento causado por rieles (m²).

Ahuellamiento: Depresiones superficiales (m²).

Desplazamiento: Corrida longitudinal por el tránsito (m²).

Grietas parabólicas: Producidas por los frenos de las ruedas (m²).

Hinchamiento: Pandeo verticalmente en la superficie (m²).

Desprendimiento de agregados: Material desprendido (m²).

Pavimentos Flexibles con Aplicación de Caucho Reciclado (PCI)

Introducción:

El comportamiento de pavimentos flexibles es un área crítica en la ingeniería civil, ya que estos están expuestos a diversos factores que afectan su durabilidad y resistencia. La aplicación de caucho reciclado en la carpeta asfáltica ha surgido como alternativas sostenibles para incrementar las cualidades del pavimento y abordar los problemas asociados al desgaste. La finalidad fue evaluar el Pavimento Flexible para posteriores aplicaciones del Aplicación de Caucho Reciclado (PCI) en la Avenida 13 de enero, SJL, Lima.

Fundamentos de Pavimentos Flexibles:

Son estructuras compuestas por capas superpuestas de material asfáltico y agregados. Su flexibilidad permite absorber deformaciones, distribuir las cargas y resistir esfuerzos cíclicos. Sin embargo, el desgaste causado por el tráfico vehicular y las condiciones climáticas puede llevar a la degradación del pavimento, resultando en grietas, baches y pérdida de funcionalidad.

Descripción del Problema: Desgaste del Pavimento:

El desgaste del pavimento es un fenómeno común que afecta las integridades estructurales y funcionales de los pavimentos flexibles. Factores como la carga vehicular, la variabilidad climática y la falta de resistencia al desgaste son críticos. Las manifestaciones incluyen grietas, baches y deterioro de la superficie, afectando la seguridad y el confort del usuario.

Propuesta de Solución: Aplicación de Caucho Reciclado:

La aplicación de cauchos reciclados en toda la superficie de la carpeta asfáltica se presenta como un tipo soluciones innovadoras y sostenible. Este caucho reciclado, proveniente de neumáticos usados, se mezcla con el asfalto para incrementar las cualidades tanto mecánica y térmica del pavimento. Esto no solo busca reducir la generación de desechos, sino también mejorar la durabilidad y resistencia del pavimento flexible.

Variable Independiente: Aplicación de Caucho Reciclado:

La variable independiente en este estudio es la aplicación de cauchos reciclados en la carpeta asfáltica. Las dimensiones incluyen los porcentajes de cauchos reciclados en las mezclas, el método de aplicación (caliente o frío) y el espesor de la capa asfáltica.

Variable Dependiente: Comportamiento del Pavimento Flexible Drenante:

La variable dependiente es el comportamiento de los pavimentos flexibles drenante con las aplicaciones de caucho reciclado. Las dimensiones a evaluar incluyen la resistencia al desgaste, la capacidad de drenaje y la vida de servicio del pavimento.

Importancia de las Dimensiones e Indicadores:

El porcentaje de cauchos reciclados influirá en las cualidades tanto mecánica y la sostenibilidad de los pavimentos.

El método de aplicación afectará la integración del caucho reciclado en las mezclas asfálticas.

El espesor de la capa asfáltica influirá en la resistencia estructural del pavimento.

Evaluación del Comportamiento:

La resistencia al desgaste se medirá mediante ensayos específicos para evaluar las suficiencias de los pavimentos de resistir la acción de toda la carga repetida.

La capacidad en drenaje se evaluará mediante pruebas de infiltración y velocidad de evacuación de agua.

La vida útil del pavimento se determinará mediante inspecciones periódicas y análisis de condición.

Metodología del Estudio: Pavimentos Flexibles para una posterior aplicación de Caucho Reciclado (PCI)

Caracterización del Sitio:

Se desarrollará el análisis detallado de la Avenida 13 de enero, SJL, Lima, incluyendo datos topográficos, tráfico vehicular, y condiciones climáticas. Esto proporcionará la base para entender el entorno en el que se aplicará el PCI.

Selección de Materiales:

Se seleccionarán cuidadosamente los materiales necesarios, incluyendo el caucho reciclado y los constituyentes de las mezclas asfálticas. Se considerarán diferentes porcentajes de caucho reciclado para evaluar su impacto en las propiedades del pavimento.

Diseño Experimental:

Se diseñará un experimento que incluya diferentes secciones de la Avenida 13 de enero, cada una con una proporción específica de cauchos reciclados en las

mezclas asfálticas. Se establecerán variables de control, como el método de aplicación y el espesor de la capa asfáltica.

Aplicación del PCI:

La aplicación del PCI se llevará a cabo siguiendo el diseño experimental. Se registrarán datos específicos durante el proceso, incluyendo las preparaciones de toda la superficie, la mezcla de los componentes y la aplicación en sí misma. Se garantizará la uniformidad en la aplicación.

Monitoreo y Evaluación:

Después de la aplicación, se realizará un monitoreo continuo para evaluar el comportamiento del pavimento. Esto incluirá inspecciones visuales, mediciones de espesor, análisis de calidad del pavimento y pruebas específicas para evaluar las resistencias a los desgastes y las capacidades de drenaje.

Evaluación de Sostenibilidad:

Se realizará una evaluación de sostenibilidad que considere el impacto ambiental y económico de la aplicación de cauchos reciclados en los pavimentos. Consecuente se compararán estos resultados con pavimentos convencionales para determinar la viabilidad a largo plazo del PCI.

III.METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación es aplicada, la forma en que son aplicadas las teorías previamente definidas en otras investigaciones para poner en práctica en un caso específico, asimismo se dice que son teorías que justifican a la investigación con sus variables. Este tipo de investigaciones se caracterizan por tratar temas sociales para poder, para este caso en específico se tratará sobre como optar por mejoras en las propiedades mecánicas del concreto con el uso de materiales orgánicos con el fin de incrementar significativamente las condiciones de calidad en una infraestructura (Hernandez, y otros, 2018 . 121-122).

Enfoque de investigación es cuantitativo, mencionado por Hernández y Mendoza, asegura que el enfoque cuantitativo en una investigación muestra valores cuantificables los cuales son usados para las recolecciones de informaciones y los procesamientos de datos, estos se miden en escala numérica (Hernandez, y otros, 2018 p. 115-116).

Diseño de Investigación es experimental, correspondiente a este apartado se dice que es una investigación donde las variables son manipuladas intencionalmente por el investigador para llegar a sus metas, las cuales se les aplica una prueba con el fin de mostrar su reacción del objeto de estudio para poder demostrar sus objetivos planteados. Por ello en esta investigación se busca demostrar la aplicación de La incorporación de caucho y verificar su desempeño del pavimento flexible (Hernandez, y otros, 2018 p. 124-125).

3.2. Variables y operacionalización

Variables de estudio

Variable Independiente; Caucho Reciclado

Definición conceptual: El caucho reciclado elaborado a partir de restos de residuos industriales y materiales reciclados se utiliza a menudo para las suelas de los zapatos. En la producción también se utilizan camiones reciclados. (Coyla, 2022 p. 78-79).

Definición operacional:

Además, según Peláez et al. (2017) las ventajas medioambientales y económicas mencionadas anteriormente, el uso de residuos de caucho en este tipo de aplicaciones también da lugar a avances tecnológicos en estos bienes, como la mejora del módulo elástico y la resistencia a la compresión,

Variable Dependiente; Pavimento flexible drenante (carpeta asfáltica)

Definición conceptual:

Las mezclas de asfalto protegen rápida y eficazmente las aceras y ayudan a restaurar la nivelación de la superficie de la carretera. De esta forma se evita el desgaste, que aumenta el consumo del vehículo y las emisiones de CO₂, (Rodríguez, 2021 p. 84-85).

Definición operacional:

Las propiedades importantes que una mezcla debe satisfacer para funcionar correctamente y minimizar el daño incluyen propiedades como la resistencia mecánica y el comportamiento durante la deformación plástica. La tensión impuesta a la mezcla determina las propiedades estructurales y funcionales de la mezcla, (Asfalto y Pavimentacion, 2018 p. 36-37).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Una población es referida a los conjuntos completos de todo elemento, individuo, objeto o unidad de estudio que comparten una cualidad semejante y que serán medios de interés para el análisis. Esta característica común puede

ser demográfica, geográfica, social, biológica o cualquier otro aspecto que permita agrupar a estos elementos de manera significativa (Hernandez, y otros, 2018 p. 62-63).

La población es referida al conjunto de casos que comparten características y/o especificaciones definidas, abarcando todo el ámbito que es objeto de estudio en la investigación (Baena, 2017 p. 74-75).

En el contexto de la investigación y estadísticas, una población es referida a los conjuntos completos de elementos individuales, objetos, personas, animales o unidades de estudio que comparten características en común y que son de importancia para los análisis. La población es el conjunto total que se busca estudiar o describir con el fin de obtener conclusiones generales sobre las propiedades, comportamientos o características de dicho conjunto (Alfaro, 2017 p. 35-36).

Por ello, para la investigación se considerarán como población a toda la vía de Avenida 13 de enero de San Juan de Lurigancho, Lima.

Muestra

El procedimiento de muestreo para ensayos en pavimentos flexibles se inicia con la identificación de áreas representativas en el pavimento, dividiéndolo en secciones que abarquen distintas condiciones. Luego, se seleccionan ubicaciones precisas dentro de cada sección y se extraen muestras utilizando herramientas adecuadas para garantizar la representatividad. Cada muestra se etiqueta con información esencial y se registra detalladamente. Las muestras son transportadas cuidadosamente a un lugar de almacenamiento temporal con condiciones adecuadas. Este proceso, alineado con la normativa del MTC, asegura la integridad y precisión de las muestras, fundamentales para la confiabilidad de los ensayos subsiguientes en los laboratorios. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006 p. 12-13).

Su combinación promete un impacto positivo en la integridad y desempeño de los pavimentos, lo cual justifica su aplicación en la Avenida 13 de enero de San Juan de Lurigancho, Lima.

Para desarrollar este estudio, se utilizarán sesenta testigos de pavimento flexible que contengan caucho reciclado, de acuerdo con las directrices especificadas en la tabla correspondiente a cada ensayo que haya que realizar. Utilizando una técnica de muestreo no probabilístico, esta investigación examinará.

Tabla 6. Muestra de dimensión de propiedades de los agregados

DISEÑO PAVIMENTO FLEXIBLE DRENANTE CON ADICIÓN DE CAUCHO							
DIMENSIÓN	PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS						
ENSAYO	NORMA	SUGIERE	PAVIMENTO FLEXIBLE DRENANTE PATRON	Dosificación con 2.5% de caucho	Dosificación con 4.5% de caucho	Dosificación con 6.5% de caucho	PARCIAL
PESO ESPECIFICO	MTC E 206	2	1	1	1	1	4
ABSORCIÓN	MTC E 205	2	1	1	1	1	4
GRANULOMETRIA	MTC E 204	2	1	1	1	1	4
							12

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Muestra de dimensión de propiedades de la mezcla de asfáltica

DISEÑO PAVIMENTO FLEXIBLE DRENANTE CON ADICIÓN DE CAUCHO							
DIMENSIÓN	PAVIMENTO FLEXIBLE DRENANTE						
ENSAYO	NORMA		PAVIMENTO FLEXIBLE DRENANTE PATRON	Dosificación con 2.5% de caucho	Dosificación con 4.5% de caucho	Dosificación con 6.5% de caucho	PARCIAL
RESISTENCIA	MTC E 513	3	3	3	3	3	12

ESTABILIDAD Y FLUJO	MTC E 504	3	3	3	3	3	12
AHUELLAMIENTO	MTC E 520	3	3	3	3	3	12
PORCENTAJE DE VACIOS	MTC E 505	3	3	3	3	3	12
							48

Fuente: elaboración propia

Unidad de análisis: La unidad de análisis en este estudio fueron las mezclas asfálticas en caliente, esto significa que se investigó y examinó detalladamente esta entidad con el objetivo de comprender su comportamiento y características (Baena, 2017 p. 55-56).

Muestreo

El muestreo utilizado en esta investigación es de tipo no probabilístico, se seleccionan deliberadamente ciertas muestras o elementos que cumplen con los criterios específicos y las características deseadas para el estudio. Al tratarse de una investigación avocada en los análisis de las influencias de estos materiales particulares en el concreto, el muestreo no probabilístico permite obtener una muestra representativa de los efectos y resultados específicos relacionados con dichos materiales, lo que contribuirá a una mejor comprensión de su comportamiento y su potencial aplicación en edificaciones en la región mencionada. Además, esta elección del tipo de muestreo facilita el control y la gestión de las variables de interés, asegurando que la muestra esté compuesta por elementos que sean relevantes y referentes para los objetivos del estudio, lo que resultará en conclusiones más precisas y enfocadas en la evaluación (Hernandez, y otros, 2018 p. 110-111).

La selección de los porcentajes de dosificación para las incorporaciones de cauchos reciclados en la mezcla asfálticas está respaldada por un enfoque que busca alcanzar un equilibrio óptimo entre mejoras en las propiedades y la factibilidad técnica. Los porcentajes de dosificación, específicamente 2.5%, 4.5% y 6.5%, han sido determinados en función a investigaciones antecesoras y sus análisis de laboratorios Mashaan y otros (2022 p. 12-13).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de investigación

Comprende en saber del cómo se va a recolectar los datos los cuales serán empleados en la investigación propiamente dicho la técnica, para este caso se empleó técnicas de pruebas de laboratorio, así como el análisis para interpretar los resultados (Hernandez, y otros, 2018 p. 89-90). También se usó como técnica a la observación directa ya que por ser una investigación experimental se desarrolla mediante lo que se puede medir, observar y comprender.

Instrumentos de recolección de datos

Correspondiente a los instrumentos que se emplearan en esta indagación está comprendida en fichas de observación para recolectar información acerca de las pruebas realizadas, así como normas técnicas peruanas, toda esta información fue almacenada por el programa de Microsoft Excel. Las fichas de observación, ofrece al estudioso tomar apuntes de toda situación particular que el estudioso logra apreciar a lo largo de toda la indagación estudio (Hernandez, y otros, 2018 p. 95-96).

3.5. Procedimientos

Recolección de Materiales: Se recolectarán todos los materiales requeridos para el desarrollo de las mezclas asfálticas con modificación, incluyendo cauchos reciclados. Estos materiales deberán cumplir con las normativas técnicas correspondientes.

La adición de caucho reciclado, con agitación constante para asegurar una distribución uniforme. Se determinarán las dosificaciones óptimas de estos componentes en función de las cualidades diseñadas deseadas.

Elaboración de las Mezclas Asfálticas: Se procederá a la elaboración de las mezclas asfálticas utilizando caucho reciclado previamente preparado. Se dosificarán los agregados pétreos, asfalto y otros aditivos según el diseño propuesto. Las mezclas serán calentadas y mezcladas en una planta asfáltica para obtener una homogeneidad adecuada.

Ensayos de Laboratorio: Se llevarán a cabo diversas pruebas de laboratorio para analizar la propiedad tanto física y mecánica de la mezcla asfáltica modificada. Los ensayos a realizar incluirán:

Peso Específico y Absorción: Se medirán los pesos específicos y las absorciones de cada agregado utilizados en la mezcla.

Granulometría: Se analizará toda la distribución de tamaños de partículas de todo agregado pétreos.

Resistencia Marshall: Se realizarán ensayos de compresión en probetas Marshall para evaluar las resistencias de las mezclas asfálticas.

Estabilidad y Flujo: Se medirá la estabilidad y flujo de las mezclas mediante el ensayo Marshall.

Ahuellamiento: Se evaluará la deformación permanente de las mezclas sometidas a cargas repetidas mediante el ensayo de compactación giratoria.

Porcentajes de Vacío: Se calculará los porcentajes de vacío en las mezclas para analizar la densidad y compactación.

Análisis de Resultados: Los datos logrados de cada ensayo serán procesados y analizados. Se compararán los datos logrados de las mezclas asfálticas modificadas con las mezclas convencionales con el fin de identificar mejoras o cambios significativos en las propiedades. Estos resultados se mostrarán en gráficos y tablas para su visualización.

Interpretación de Resultados: Se interpretarán los resultados de los ensayos para determinar cómo las incorporaciones de cauchos reciclados. Se analizarán las cualidades físicas y mecánicas para extraer conclusiones sobre la mejora en la durabilidad, resistencia y comportamiento de todas las mezclas.

3.6. Método de análisis de datos

El método empleado sobre esta investigación se fundamenta por lo inductivo ya que pretende demostrar sus resultados mediante la observación de hechos y fenómenos a partir del cual es la implementación de caucho reciclado para ver

cómo actúa frente a las propiedades mecánicas del pavimento flexible, así mismo se dice que busca generar nuevo conocimiento frente al contexto de las propiedades mecánicas del concreto.

3.7. Aspectos éticos

Para Hernández y Mendoza, La ética se enfoca en los estudios y las reflexiones en relación a la moral profesional (Hernandez, y otros, 2018 p. 135-136). El investigador tiene como premisa la transparencia en sus resultados, así como en toda la investigación sin alterar premeditadamente tergiversando la información, para ello se garantiza mediante una persona evaluadora.

IV.RESULTADOS

Para nuestro objetivo General que se planteó: Determinar la influencia del caucho reciclado en el diseño y las propiedades del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho, 2023.

Para el desarrollo de los resultados se realizaron el diseño de mezcla asfáltica según la metodología del diseño Marshall, lo cual se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 8. Diseño Marshall con 4.7% de cemento asfaltico

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D6927)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"		No 4	No 8	No 50		No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	91.5		54.7	44.5	13.7		4.8
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	90 - 100		44 - 74	28 - 58	5 - 21		2 - 10
BRIQUET A N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFICO
1	% C.A. en Pesos de las Mezclas					4.7			
2	% Grava > N°4 en Pesos de las Mezclas					43.20			
3	% Arena < N°4 en Pesos de las Mezclas					51.62			
4	% Cemento portland en Pesos de las Mezclas					0.48			
5	P. E. Aparentes del C.A.(Aparente) gr/cc					1.023			
6	P. E. de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2.746			
7	P. E. de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.652			
8	P. E. del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			

9	P. E. de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					
10	P. E. de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					
11	Alturas promedias de las briquetas cm					
12	Pesos de las briquetas al aire (gr)	1198. 0	1205. 8	1202. 9		
13	Pesos de las briquetas al agua por 60' (gr)	1202. 4	1210. 3	1207. 2		
14	Pesos de las briquetas desplazadas (gr)	692.3	695.2	694.4		
15	Volúmenes de las briquetas por desplazamientos (cc) = (13-14)	510.1	515.1	512.8		
16	P. E. Bulk de la Briqueta = (12/15)	2.349	2.341	2.346	2.345	
17	P. E. Máximos - Rice (ASTM D 2041)		2.521			
18	% de Vacíos = (17-16) x100/17 (ASTM D 3203)	6.8	7.1	6.9	7.0	3 - 5
19	P. E. Bulk Agregados Totales		2.696			
20	P. E. Efectivos Agregados totales		2.717			
21	Asfaltos Absorbidos por los Agregados		0.30			
22	% de Asfaltos Efectivos		4.42			
23	Relaciones Polvos/Asfaltos		1.08			0.6 - 1.3
24	V.M.A.	17.0	17.2	17.1	17.1	14
25	% Vacíos llenos con C.A.	59.7	58.6	59.3	59.2	
26	Flujos 0,01"(0,25mm)	12	12	12	12.0	8 - 14
27	Estabilidades sin corregir (Kg)	1003	1070	1043		
28	Factores de estabilidades	1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidades Corregidas 27 * 28	1003	1070	1043	1039	MIN 815
30	Estabilidades / Flujos	3343	3567	3477	3462	1700 - 4000

Fuente: elaboración propia

Tabla 9. Diseño Marshall con 5.2% de cemento asfáltico

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D6927)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"		No 4	No 8	No 50		No 200
% PASA MATERIAL	100. 0	100	91.5		54.7	44.5	13.7		4.8
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	90 - 100		44 - 74	28 - 58	5 - 21		2 - 10
BRIQUET A N°					1	2	3	PROMEDI O	ESPECIF .

1	% C.A. en Peso de la Mezcla		5.2			
2	% Grava > N°4 en pesos de las Mezclas		42.97			
3	% Arena < N°4 en pesos de las Mezclas		51.35			
4	% Cemento portland en pesos de las Mezclas		0.47			
5	P. E. Aparentes del C.A.(Aparente) gr/cc		1.023			
6	P. E. de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc		2.746			
7	P. E. de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc		2.652			
8	P. E. del Cemento Portland (Aparente) gr/cc		3.110			
9	P. E. de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					
10	P. E. de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					
11	Altura promedio de la briqueta cm					
12	Pesos de las briquetas al aire (gr)	1201.3	1202.0	1200.0		
13	Pesos de las briquetas al agua por 60' (gr)	1204.5	1204.9	1203.0		
14	Pesos de las briquetas desplazadas (gr)	695.6	696.1	696.2		
15	Volúmenes de las briquetas por desplazamientos (cc) = (13-14)	508.9	508.8	506.8		
16	P. E. Bulk de la Briquetas = (12/15)	2.361	2.362	2.368	2.364	
17	P. E. Máximo - Rice (ASTM D 2041)		2.496			
18	% de Vacíos = (17-16) x100/17 (ASTM D 3203)	5.4	5.3	5.1	5.3	3 - 5
19	P. E. Bulk Agregado Total		2.696			
20	P. E. Efectivo Agregado total		2.710			
21	Asfaltos Absorbidos por los Agregados		0.20			
22	% de Asfalto Efectivo		5.01			
23	Relaciones Polvo/Asfalto		0.95			0.6 - 1.3
24	V.M.A.	17.0	16.9	16.7	16.9	14
25	% Vacíos llenos con C.A.	68.1	68.4	69.3	68.6	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)	13.0	13.0	12.0	12.7	8 - 14
27	Estabilidades sin corregir (Kg)	1200	1157	1189		
28	Factores de estabilidades	1.00	1.00	1.04		
29	Estabilidades Corregidas 27 * 28	1200	1157	1237	1198	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo	3694	3559	4123	3792	1700 - 4000

Tabla 10. Diseño Marshall con 5.7% de cemento asfáltico

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D6927)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"		No 4	No 8	No 50		No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	91.5		54.7	44.5	13.7		4.8
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	90 - 100		44 - 74	28 - 58	5 - 21		2 - 10
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.7			
2	% Grava > N°4 en pesos de las Mezclas					42.75			
3	% Arena < N°4 en pesos de las Mezclas					51.08			
4	% Cemento portland en pesos de las Mezclas					0.47			
5	P. E. Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.023			
6	P. E. de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2.746			
7	P. E. de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.652			
8	P. E. del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	P. E. de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	P. E. de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Alturas promedias de las briquetas cm								
12	Pesos de las briquetas al aire (gr)				1203.1	1200.5	1198.7		
13	Pesos de las briquetas al agua por 60' (gr)				1205.3	1202.6	1201.0		
14	Pesos de las briquetas desplazadas (gr)				697.9	697.4	698.4		
15	Volúmenes de las briquetas por desplazamientos (cc) = (13-14)				507.4	505.2	502.6		
16	P. E. Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.371	2.376	2.385	2.377	
17	P. E. Máximo - Rice (ASTM D 2041)					2.481			
18	% de Vacíos = (17-16) x100/17 (ASTM D 3203)				4.4	4.2	3.9	4.2	3 - 5
19	P. E. Bulk Agregado Total					2.696			
20	P. E. Efectivos Agregados total					2.715			
21	Asfaltos Absorbidos por los Agregados					0.26			
22	% de Asfalto Efectivo					5.45			
23	Relaciones Polvos/Asfaltos V.M.A.					0.88			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				17.1	16.9	16.6	16.8	14
25	% Vacíos llenos con C.A.				74.1	75.0	76.7	75.3	
26	Flujos 0,01"(0,25 mm)				13.0	14.0	14.0	13.7	8 - 14

27	Estabilidad sin corregir (Kg)	1130	1116	1125		
28	Factores de estabilidades	1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidades Corregidas 27 * 28	1175	1161	1170	1169	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo	3616	3316	3343	3425	1700 - 4000

Fuente: elaboración propia

Tabla 11. Diseño Marshall con 6.2% de cemento asfáltico

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D6927)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"		No 4	No 8	No 50		No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	91.5		54.7	44.5	13.7		4.8
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	90 - 100		44 - 74	28 - 58	5 - 21		2 - 10
BRIQUET A N°					1	2	3	PROMEDI O	ESPECIF .
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					6.2			
2	% Grava > N°4 en pesos de las Mezclas					42.52			
3	% Arena < N°4 en pesos de las Mezclas					50.81			
4	% Cemento Portland en pesos de la Mezclas					0.47			
5	P. E. Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.023			
6	P. E. de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.746			
7	P. E. de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.652			
8	P. E. del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	P. E. de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	P. E. de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Pesos de las briquetas al aire (gr)				1204.1	1203.3	1200.1		
13	Pesos de las briquetas al agua por 60' (gr)				1205.4	1204.6	1200.3		
14	Pesos de las briquetas desplazadas (gr)				696.7	698.3	696.2		
15	Volúmenes de las briquetas por desplazamientos (cc) = (13-14)				508.7	506.3	505.1		
16	P. E. Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.367	2.377	2.376	2.373	
17	P. E. Máximo - Rice (ASTM D 2041)					2.460			
18	% de Vacíos = (17-16) x100/17 (ASTM D 3203)				3.8	3.4	3.4	3.5	3 - 5

19	P. E. Bulk Agregado Total		2.696			
20	P. E. Efectivos Agregados totales		2.712			
21	Asfaltos Absorbidos por los Agregados		0.23			
22	% de Asfalto Efectivo		5.98			
23	Relación Polvo/Asfalto		0.80			0.6 - 1.3
24	V.M.A.	17.6	17.3	17.3	17.4	14
25	% Vacíos llenos con C.A.	78.5	80.3	80.2	79.7	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)	15.0	14.0	14.0	14.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)	1113	1077	1110		
28	Factores de estabilidades	1.00	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28	1113	1120	1154	1129	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo	2968	3200	3298	3156	1700 - 4000

Fuente: elaboración propia

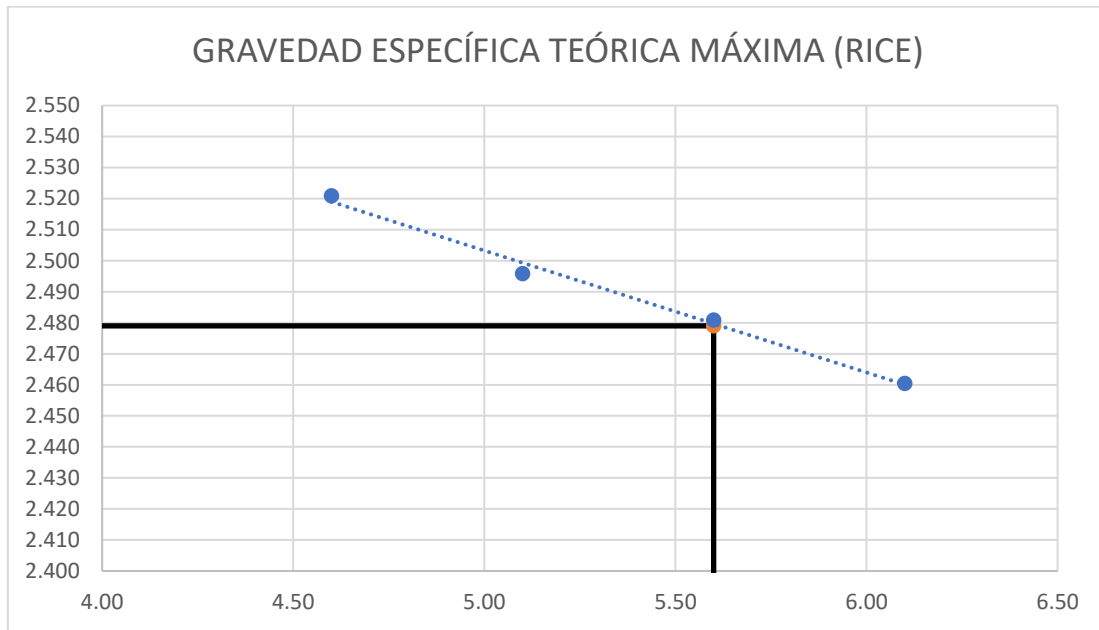
Así mismo, se obtuvo mediante el ensayo de gravedad específica teórica máxima:

Tabla 12. Cálculo del peso específico máximo

MUESTRA Nº	01	02	03	04
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0	6047.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8193.0	8193.0	8193.0	8193.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7715.0	7713.0	7709.5	7706.5
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8920.0	8911.0	8909.0	8903.5
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1205.0	1198.0	1199.5	1197.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	478.0	480.0	483.5	486.5
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.521	2.496	2.481	2.460
CONTENIDO % C.A.	4.60	5.10	5.60	6.10

Fuente: elaboración propia

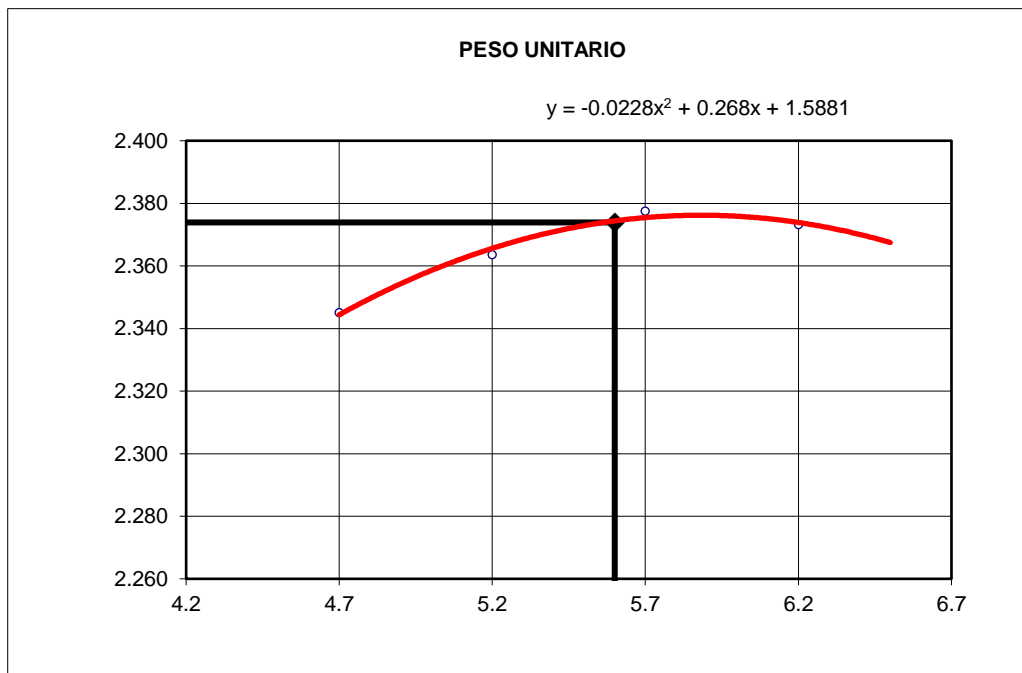
Figura 10. Gravedad específica



Fuente: elaboración propia

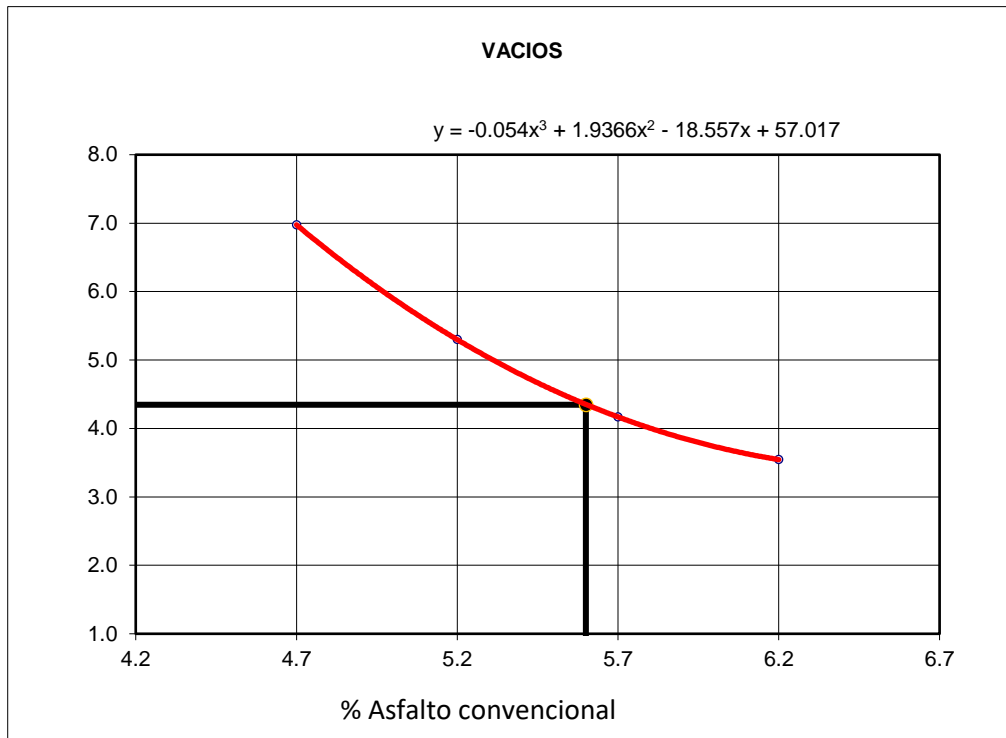
Considerando la figura previa, se logra apreciar que el peso específico máximo-óptimo fue 2.479 kg/cm³ con un porcentaje de cemento asfáltico óptimo de 5.60%. Por consiguiente, se obtuvo las siguientes características:

Figura 11. Peso Unitario



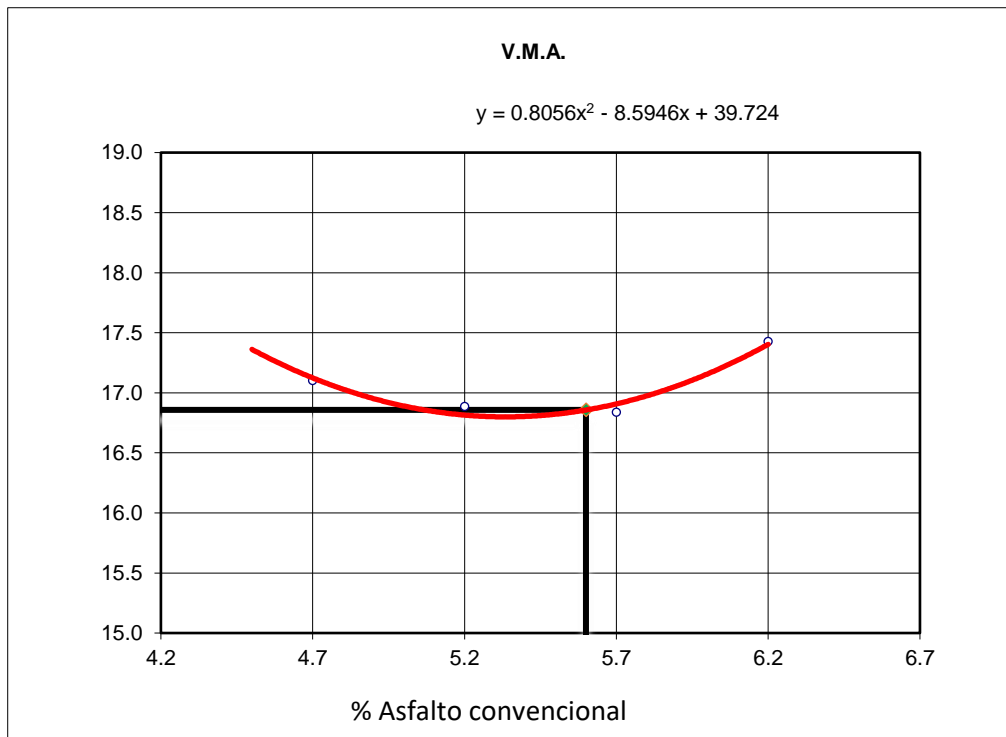
Fuente: elaboración propia

Figura 12. Porcentaje de vacíos



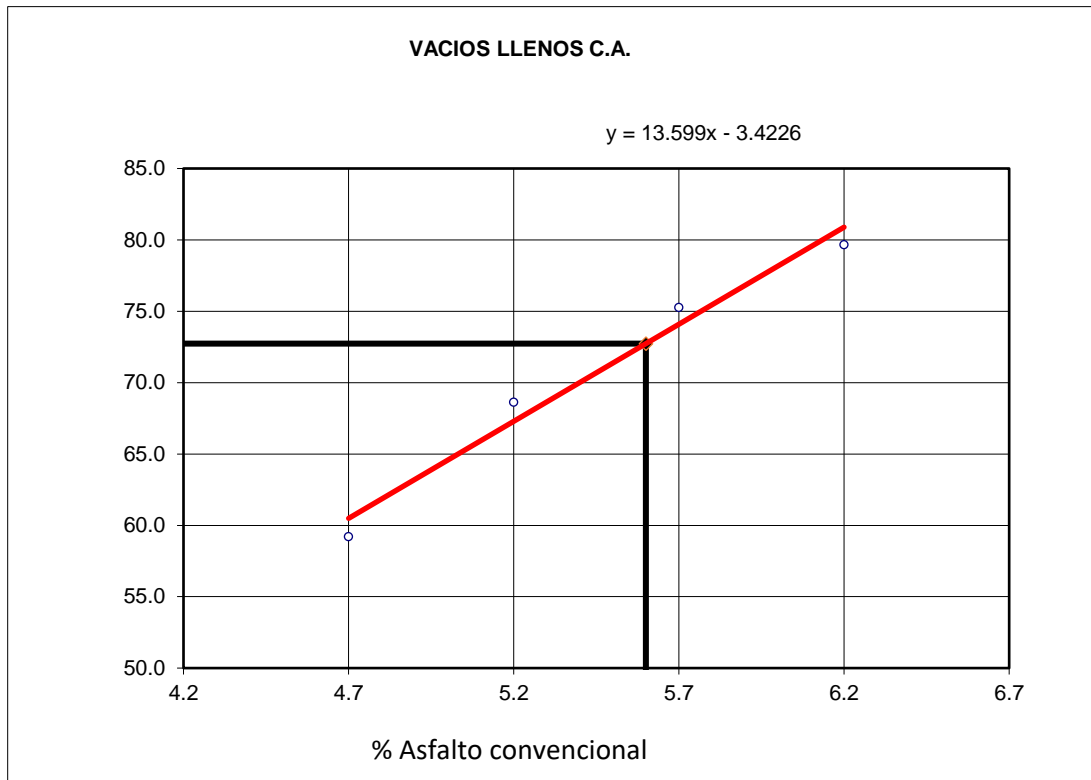
Fuente: elaboración propia

Figura 13. V.M.A.



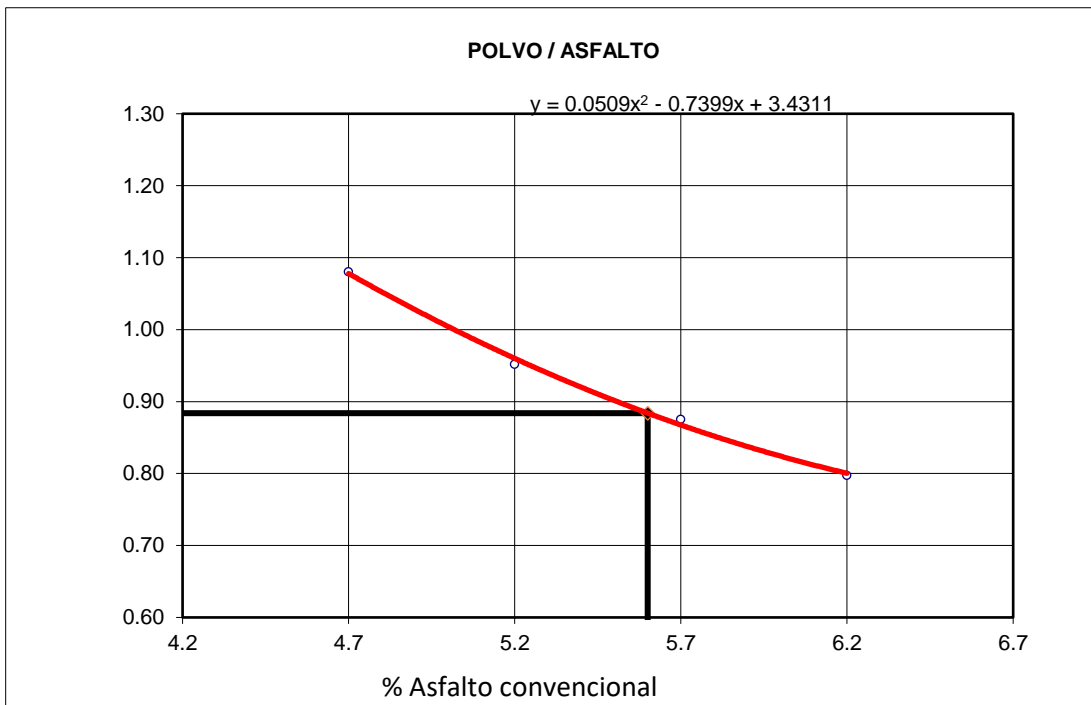
Fuente: elaboración propia

Figura 14. Vacíos llenos de cemento asfáltico



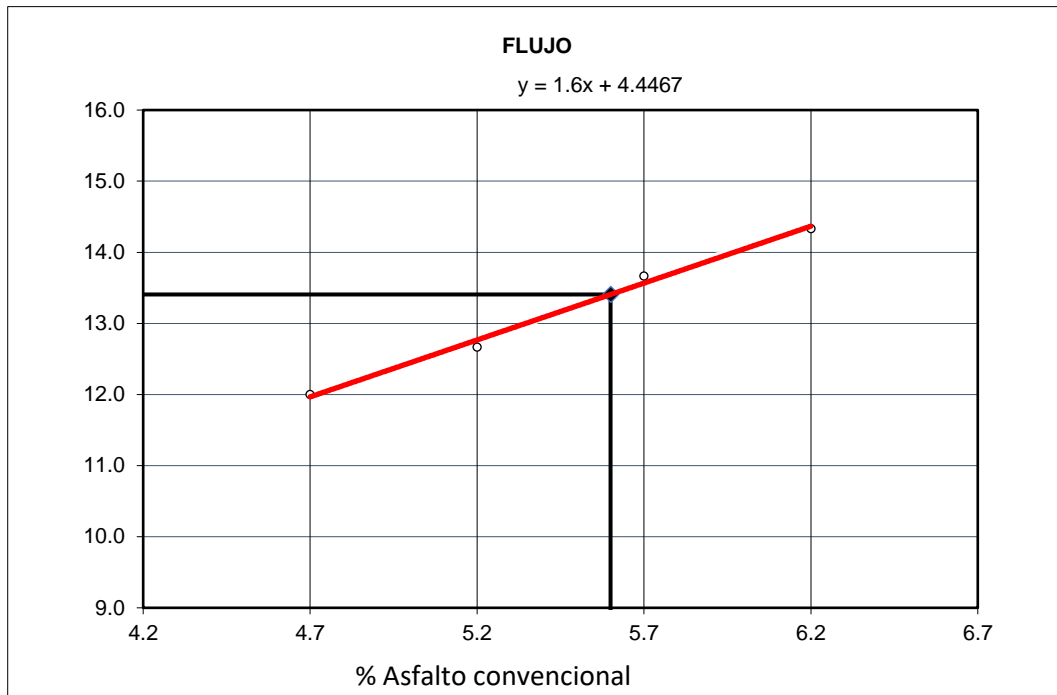
Fuente: elaboración propia

Figura 15. Polvo asfáltico



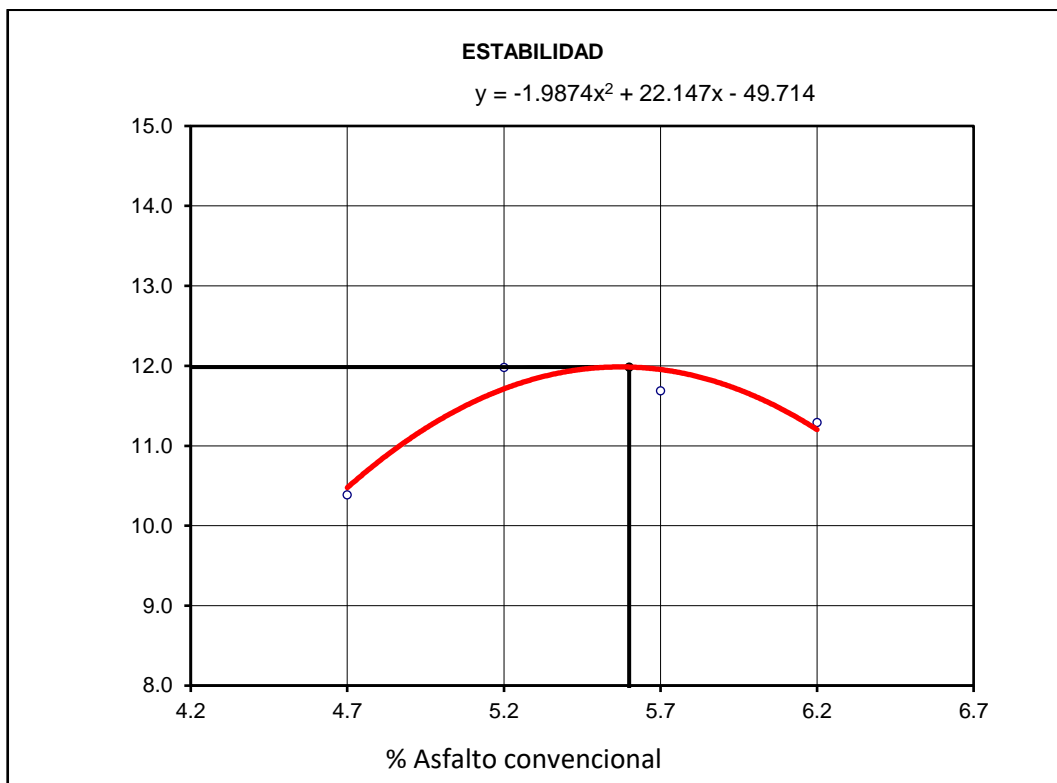
Fuente: elaboración propia

Figura 16. Flujo



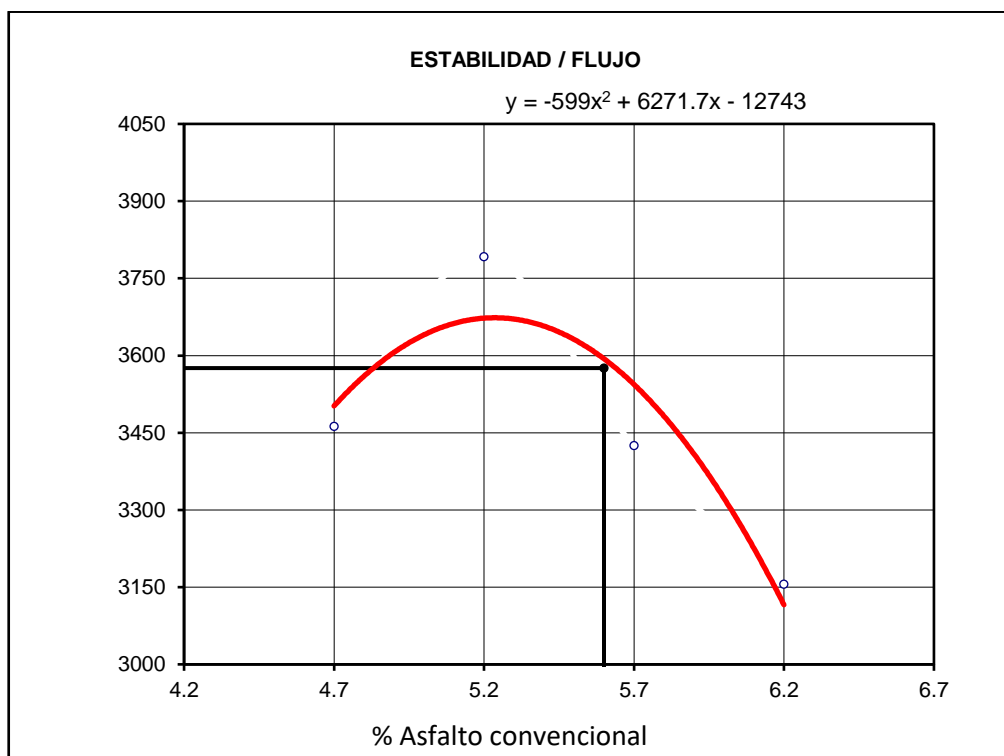
Fuente: elaboración propia

Figura 17. Estabilidad



Fuente: elaboración propia

Figura 18. Estabilidad/flujo



Fuente: elaboración propia

Tabla 13. Resumen de las características del cemento asfáltico

RESUMEN				
% C.A.	4.7	5.2	5.7	6.2
P.U. BRIQUETA	2.345	2.364	2.377	2.373
VACIOS	7.0	5.3	4.2	3.5
V.M.A.	17.1	16.9	16.8	17.4
V.LL. A	59.2	68.6	75.3	79.7
POLVO / ASF.	1.08	0.95	0.88	0.80
FLUJO	12.0	12.7	13.7	14.3
ESTABILIDAD	10.4	12.0	11.7	11.3
ESTAB. / FLUJO	3462	3792	3425	3156

Fuente: elaboración propia

Sin embargo, considerando el cemento asfáltico óptimo se obtuvo los siguientes valores:

Tabla 14. Características del cemento asfáltico óptimo

GOLPES	75
% C. A.	5.60
P. UNITARIO	2.374
VACIOS	4.3
V.M.A.	16.9
V. LL.C.A.	72.7
POLVO / ASFALTO	0.88
FLUJO	13.4
ESTABILIDAD	12.0
ESTABILIDAD/ FLUJO	3575.6
RESISTENCIA A LA COMPRESION	4.1
RESISTENCIA RETERNAIDA	80.1

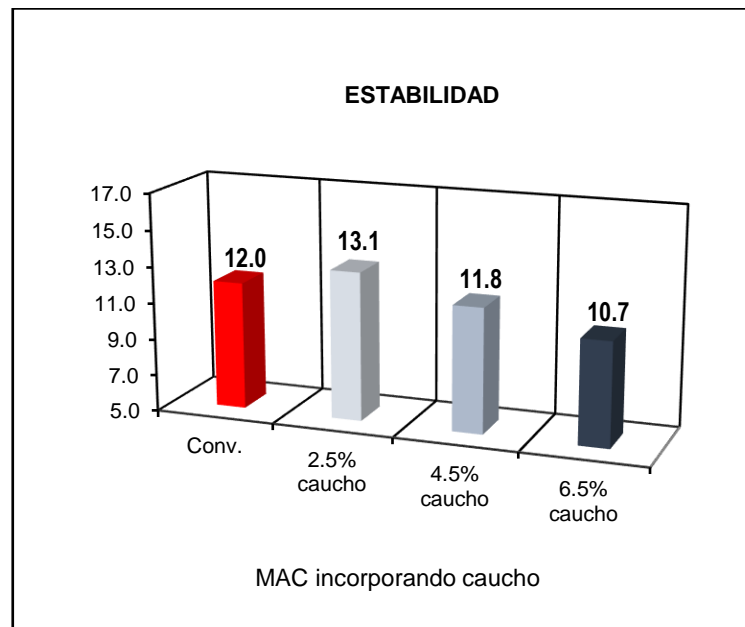
Fuente: elaboración propia

Donde se muestra un peso unitario de 2.374 kg/m³, porcentaje de vacíos de 4.3%, volumen del mineral agregado con 16.9 kg/cm³, polvo/asfalto de 0.88, flujo de 13.4 mm, estabilidad de 12 KN y la relación 3575.6 kg/cm.

Tenemos como objetivos específicos:

- a) Determinar la influencia del caucho reciclado en la resistencia del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.

Figura 19. Resistencia

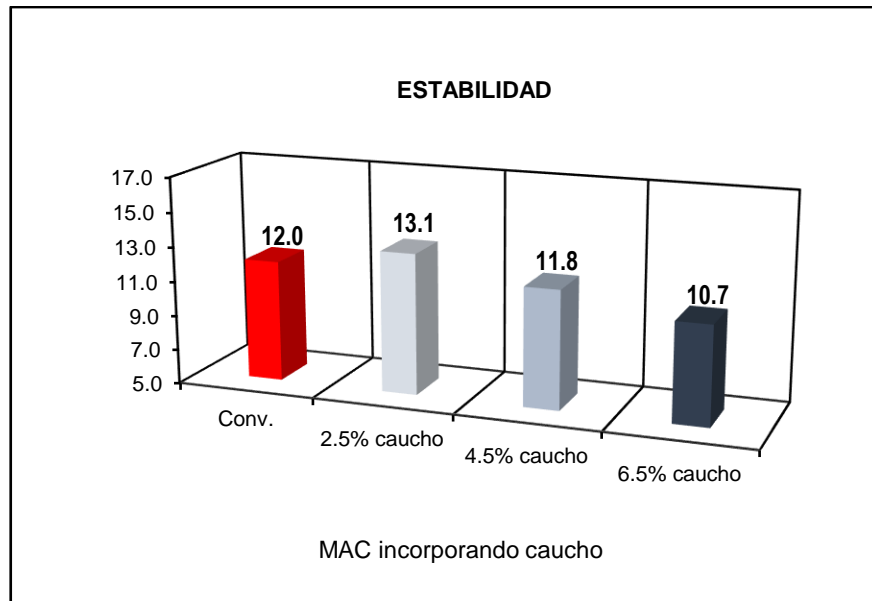


Fuente: elaboración propia

La resistencia de la muestra estará ligada a la estabilidad, con ello, se logra apreciar que la resistencia con mayor valor es con las incorporaciones de 2.5% de cauchos reciclados.

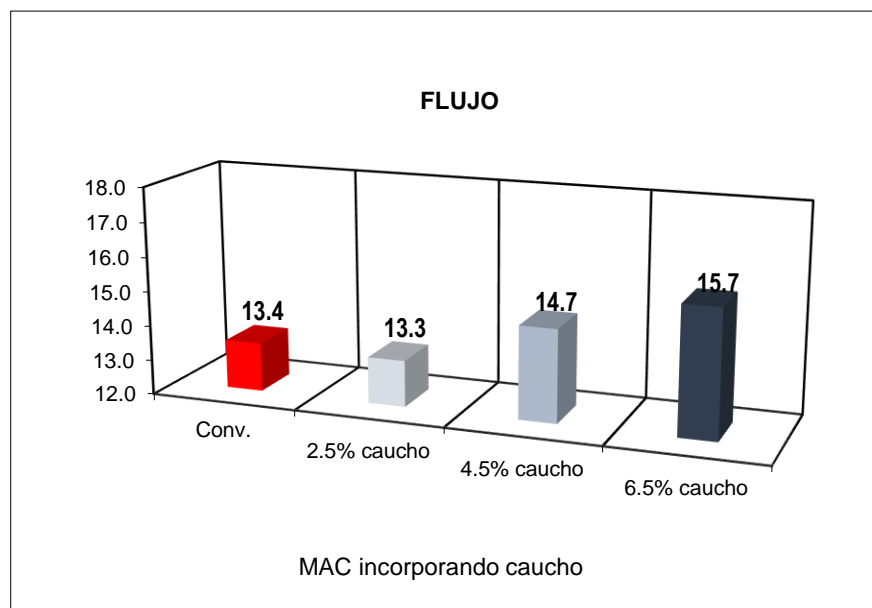
b) Determinar la influencia del caucho reciclado en la estabilidad y flujo del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.

Figura 20. Estabilidad



Fuente: elaboración propia

Figura 21. Flujo

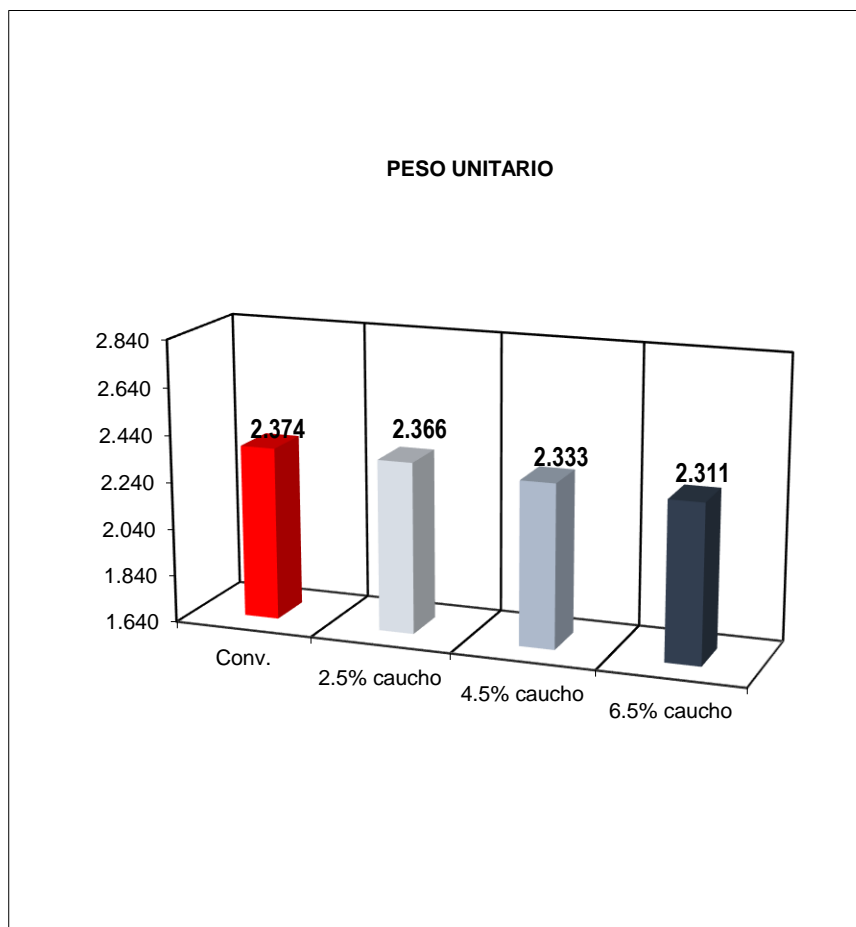


Fuente: elaboración propia

De ambas figuras, apreciamos que la estabilidad mayor resulta de 13.1 kN con la incorporación de 2.5% de caucho reciclado, mientras el menor valor con la incorporación de 6.5% con 10.7 kN. En cuanto al flujo sucede lo contrario, el menor valor se obtuvo con la adición de 2.5% con 13.3 y mayor valor con la adición de 6.5% con resultado 15.7.

- c) Determinar la influencia del caucho reciclado en la densidad del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.

Figura 22. Densidad

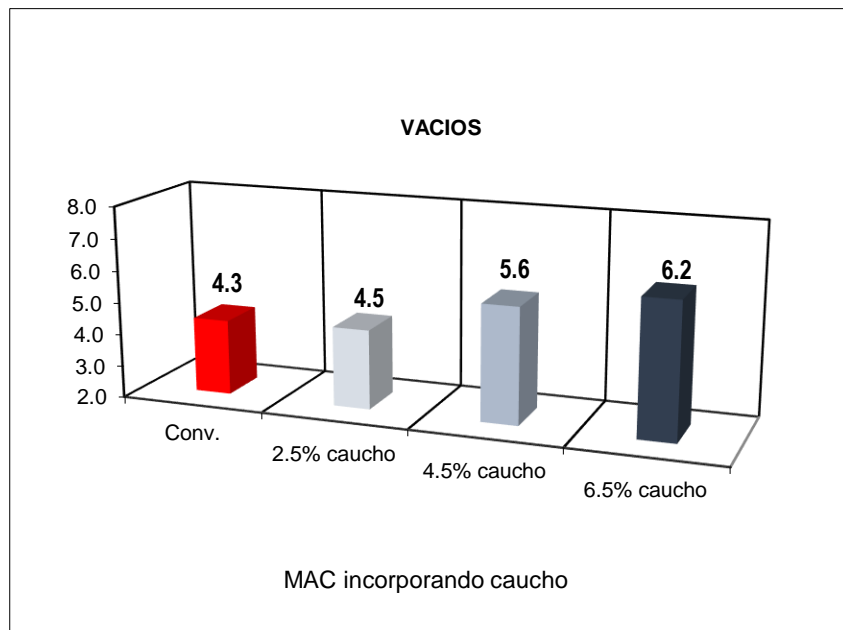


Fuente: elaboración propia

Se aprecia que la densidad de la muestra del cemento asfáltico se obtiene un mayor valor sin la incorporación de caucho granular, pero menor valor con las incorporaciones de 6.5% de cauchos reciclados con valor 2.311 kg/m³.

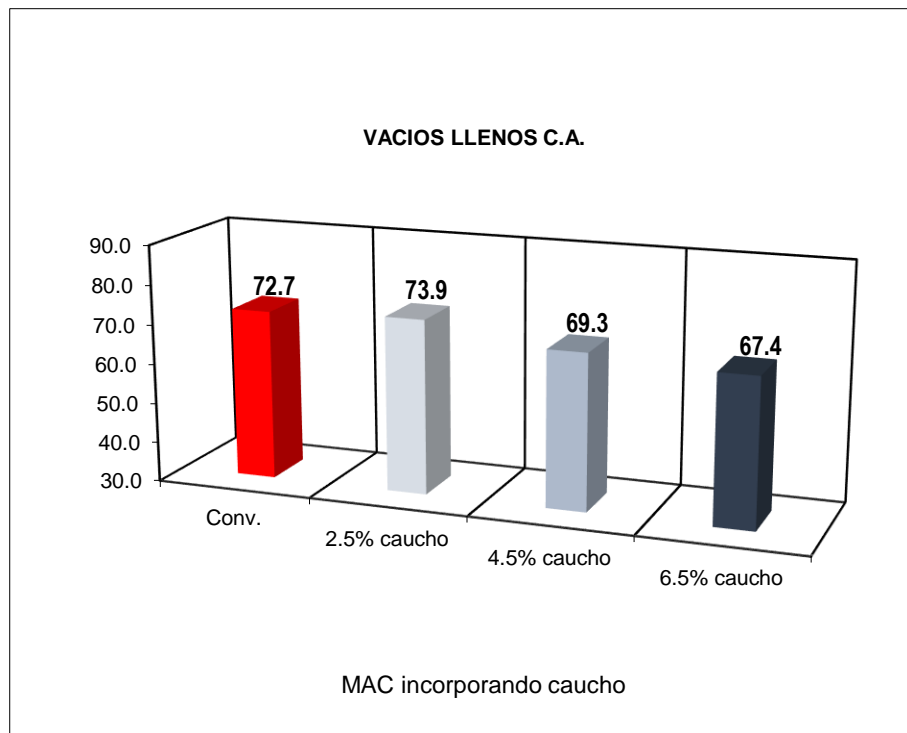
- d) Determinar la influencia del caucho reciclado en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.

Figura 23. Vacíos



Fuente: elaboración propia

Figura 24. Vacíos llenos de cemento asfáltico



Fuente: elaboración propia

Se evidencia que el porcentaje de vacíos menor se considera sin las incorporaciones de cauchos reciclados, mientras los vacíos llenos de cemento asfáltico de menor valor resulta con la incorporación del 6.5% con valor de 67.4%.

RESUMEN DEL METRADO DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. 13 DE ENERO, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Se presenta el resumen del Metrado de las fallas flexibles del pavimento de la avenida 13 de enero, San Juan De Lurigancho, obtenidas de las 12 unidades de medida (UM):

Tabla 15. Resumen del Metrado de las fallas del pavimento flexible

Ítems	Tipos de fallas	Unidades	Niveles de severidades	Metrados	Porcentaje %
1	Piel de cocodrilo	m^2	L	77.1	6.4
		m^2	M	36.45	3.0
		m^2	H	66.64	5.5
7	Grietas de bordes		H	60.8	5.0
10	Grietas de tipo longitudinal y transversal	m^2	L	113.6	9.4
		m^2	M	154.02	12.7
		m^2	H	386	31.9
13	Baches	m^2	L	174.2	14.4
			H		
				139.9	11.6
Total				1208.71	100.0

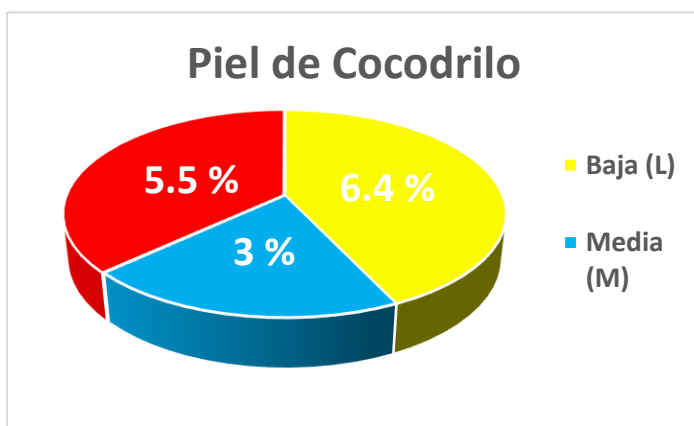
Fuente: Elaboración propia

Interpretación

La tabla N° 15 evidencia un resumen de metrados en el cual se observan que de las 19 fallas que propone el método PCI para pavimentos flexibles; el pavimento presentó 4 tipos de fallas cada una de ellas con diferente severidad. La falla con mayor extensión es la “10” Grietas de tipo longitudinal y transversal en sus tres

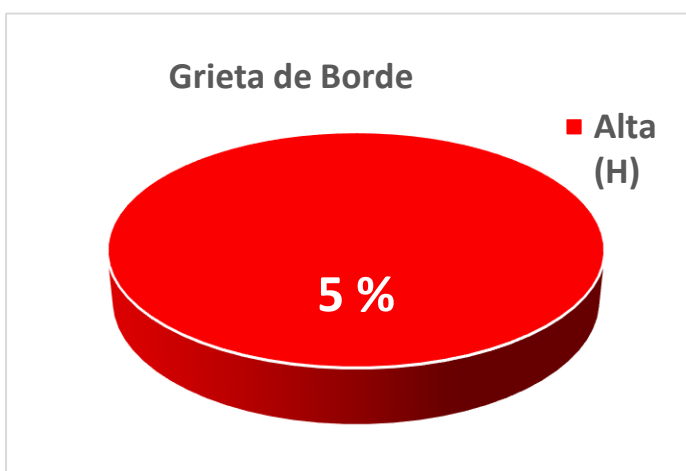
severidades, teniéndose a la severidad alta (H) con 386 m^2 que representa el 31.9%, la severidad media (M) con 154.02 m^2 que representa el 12.7% y la severidad baja (L) con 113.6 m^2 que representa el 9.4%. En segundo lugar, se tiene a la “13” Baches en sus dos severidades, teniéndose a la severidad baja (L) con 174.2 m^2 que representa el 14.4% y la severidad alta (H) con 139.9 m^2 que representa el 11.6%. En tercer lugar, se tiene el “1” Piel de Cocodrilo en sus tres severidades, teniéndose a la severidad baja (L) con 77.1 m^2 que representa el 6.4%, la severidad alta (H) con 66.64 m^2 que representa el 5.5% y la severidad media (M) con 36.45 m^2 que representa el 3%. Por último, se tiene al “7” Grieta de borde en su única severidad, teniéndose a la severidad alta (H) con 60.8 m^2 que representa el 5%.

Figura 25. Piel de cocodrilo



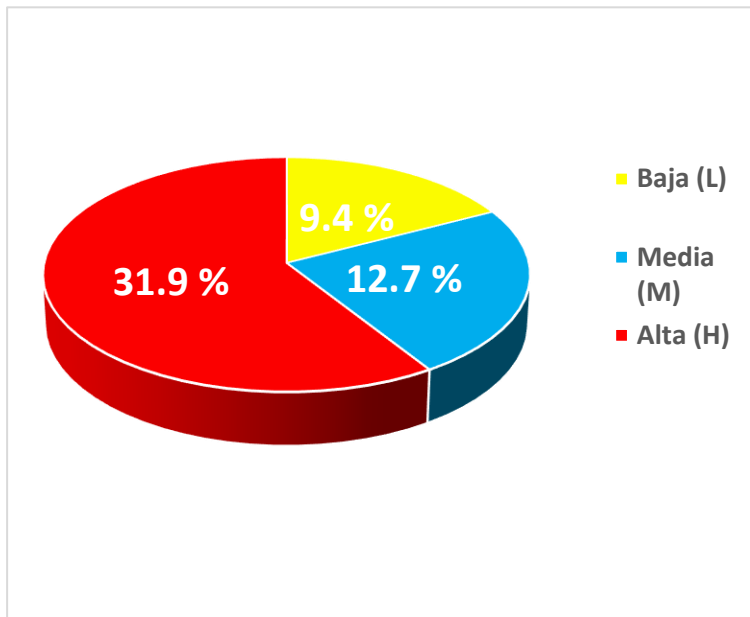
El grafico N.º 25: Piel de cocodrilo, muestra el porcentaje de falla según su severidad, teniéndose en el nivel Baja (L) el 6.4%, Alta (H) el 5.5% y Media (M) el 3%.

Figura 26. Grieta de Borde



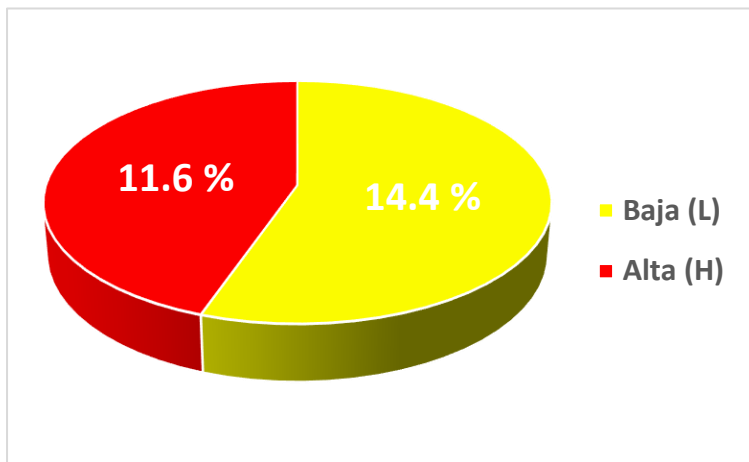
El grafico N.º 26: Grieta de borde, muestra el porcentaje de falla según su severidad, teniéndose solamente al nivel Alta (H) el 5%

Figura 27. Grietas longitudinales y transversales



El grafico N.º 27: Grietas de tipo longitudinal y transversal, muestra el porcentaje de falla según su severidad, teniéndose en el nivel Alta (H) el 31.9%, Media (M) el 12.7% y Baja (L) el 9.4%.

Figura 28. Baches

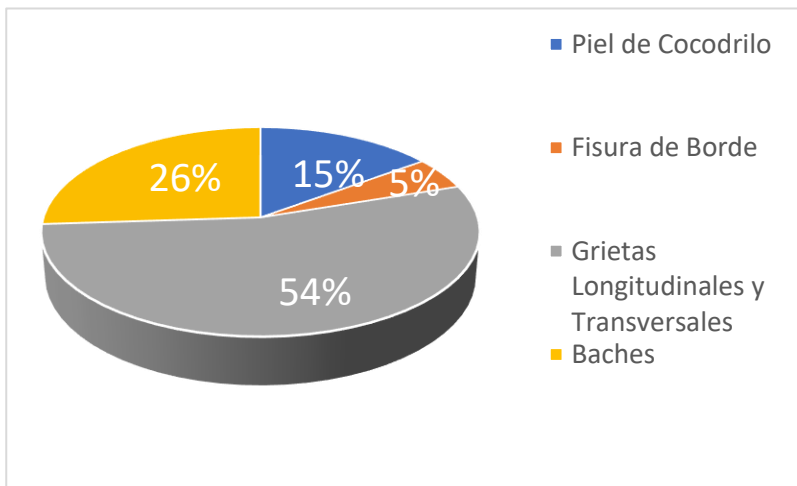


El grafico N.º 28: Baches, muestra el porcentaje de falla según su severidad, teniéndose en el nivel Baja (L) el 14.4% y Alta (H) el 11.6%.

Tabla 16. Porcentaje total según tipo de falla

Tipo de Falla	Porcentaje Total %
Piel de Cocodrilo	14,9
Fisura de Borde	5
Grietas Longitudinales y Transversales	54
Baches	26
Total	100

Figura 29. Tipo de falla



El gráfico N.º 28: Tipo de fallas, muestra el porcentaje total de 4 distintos tipos de fallas encontradas en el pavimento flexible, el porcentaje más alto de grietas de tipo longitudinal y transversal con 54%, seguido con baches con 26%, piel de cocodrilo con 15% y por último fisura de borde con 5%.

Tabla 17. Índice de condición para identificar el estado en que se encuentra el pavimento

AV. 13 de enero, San Juan de Lurigancho, Lima 2023					
UM	Progresiva inicial	Progresiva final	VDT. Max VDC	PCI	Condición
UM 01	0+000.00	0+103.00	99	1	Fallado
UM 02	0+103.00	0+206.00	96	4	Fallado
UM 03	0+206.00	0+309.00	100	0	Fallado
UM 04	0+309.00	0+412.00	85	15	Muy Pobre
UM 05	0+412.00	0+515.00	97	3	Fallado
UM 06	0.515.00	0+618.00	96	4	Fallado
UM 07	0.+618.00	0+721.00	100	0	Fallado
UM 08	0+721.00	0+824.00	84	16	Muy Pobre
UM 09	0+824.00	0+927.00	95	5	Fallado
UM 10	0+927.00	1+031.00	100	0	Fallado
UM 11	1+031.00	1+134.00	96	4	Fallado
UM 12	1+134.00	1+240.00	88	12	Muy Pobre

Interpretación

La tabla N.º 17 muestra las 12 unidades de medida (UM) de muestra; la UM 01 tiene un PCI de 1 el mismo que representa un pavimento en condición FALLADO; la UM 02 tiene un PCI de 4 el mismo que representa un pavimento en condición FALLADO; la UM 03 tiene un PCI de 0 el mismo que representa un pavimento en condición FALLADO; la UM 04 tiene un PCI de 15 el mismo que representa un pavimento en condición MUY POBRE; la UM 05 tiene un PCI de 3 el mismo que representa un pavimento en condición FALLADO; la UM 06 tiene un PCI de 4 el mismo que representa un pavimento en condición FALLADO; la UM 07 tiene un PCI de 0 el mismo que representa un pavimento en condición FALLADO; la UM 08 tiene un PCI de 16 el mismo que representa un pavimento en condición MUY POBRE; la UM 09 tiene un PCI de 5 el mismo que representa un pavimento en condición FALLADO; la UM 10 tiene un PCI de 0 el mismo que representa un pavimento en condición FALLADO; la UM 11 tiene un PCI de 4 el mismo que representa un pavimento en condición FALLADO y por último la UM 12 tiene un PCI de 12 el mismo que representa un pavimento en condición MUY POBRE.

V.DISCUSIÓN

Según Arcos y Montalvan (2022) llevaron a cabo dos tipos de mezcla: una sin la incorporación de neumáticos y otra con un 1% de neumáticos. Estas mezclas se compactarán utilizando dos niveles de compactación, con 25 y 50 golpes. El rango de porcentaje de asfalto a emplear variará desde un 3.5% hasta un 5%, en incrementos de 0.5%, con tres réplicas por cada porcentaje de asfalto, lo que resultará en un total de 48 briquetas. Se logró obtener la granulometría requerida por la norma para la mezcla porosa. Sin embargo, en relación a la capa superficial, los diseños propuestos no cumplieron con los requisitos de porcentaje de vacíos necesarios para una mezcla drenante. Se implementó una nueva dosificación, que incluyó un 5% de neumáticos y 25 golpes de compactación, lo que permitió cumplir con los porcentajes de vacío necesarios para mezclas drenantes, alcanzando un 20.5%. No obstante, las características de estabilidad y flujo no satisficieron los estándares mínimos establecidos en la norma NEVI 2012. En la presente investigación se apreció que la estabilidad mayor resulta de 13.1 kN con la incorporación de 2.5% de caucho reciclado, mientras el menor valor con la incorporación de 6.5% con 10.7 kN. En cuanto al flujo sucede lo contrario, el menor valor se obtuvo con la adición de 2.5% con 13.3 y mayor valor con la adición de 6.5% con resultado 15.7.

Salcedo y Santi (2022) realizaron análisis de laboratorio que demostraron que al agregar un 6% de caucho reciclado a las mezclas asfálticas, se logra unos incrementos significativos en la estabilidad de la misma, aumentando la estabilidad a 2900 lb. Se realizaron un total de 04 pruebas de ensayos Marshall, incluyendo la

muestra estándar y la muestra adicionando 4%, 6% y 8% de cauchos reciclados. En lo que respecta al diseño de pavimento flexible, se determinó que la mezcla más efectiva consiste en un 6.0% de Cementos Asfálticos, un 35% de piedras chancadas de ½", un 35% de arenas chancadas, un 24% de arenas naturales y un 6% de cauchos reciclados. Esta composición ofrece una mayor estabilidad en comparación con la muestra estándar, que alcanza una estabilidad de 2700 lb, sin embargo, la conformada con cauchos reciclados logra una estabilidad de 2900 lb. En la presente investigación se apreció que la estabilidad mayor resulta de 13.1 kN con la incorporación de 2.5% de caucho reciclado, mientras el menor valor con la incorporación de 6.5% con 10.7 kN. En cuanto al flujo sucede lo contrario, el menor valor se obtuvo con la adición de 2.5% con 13.3 y mayor valor con la adición de 6.5% con resultado 15.7.

Según Hoyos et. al. (2021) han observado que el uso de CR contribuye a extender la vida útil de las mezclas en condiciones de fatiga y a reducir los niveles de ruido. Para comprender mejor el uso del CR en las mezclas asfálticas, los efectos de la humedad en su rendimiento, su resistencia a las roderas, a la fatiga y a las bajas temperaturas, se realizó una revisión de cincuenta artículos científicos que abarcaban los años 2006 a 2020 utilizando la base de datos Scopus. En la presente investigación el porcentaje de vacíos menor se considera sin las incorporaciones de cauchos reciclados, mientras los vacíos llenos de cemento asfálticos de menor valor resulta con la incorporación del 6.5% con valor de 67.4%. Así mismo, la resistencia de la muestra estará ligada a la estabilidad, con ello, se logra apreciar que la resistencia con mayor valor es con la incorporación de 2.5% de caucho reciclado.

Según Mora y Valero (2023) mostraron que, en comparación con la combinación convencional, las incorporaciones de 1% de cauchos reciclados aumenta la estabilidad de las mezclas. Sin embargo, en lo que respecta a los parámetros de flujo y vacío, no se cumplen los rangos establecidos por las normativas; no obstante, los porcentajes de vacío existentes en la mezcla no convencional le

otorga propiedades porosas que la hacen adecuada como impermeabilizante, lo cual es significativo en términos de la durabilidad requerida para los pavimentos flexibles en entornos urbanos. Este estudio resulta de utilidad, ya que no solo contribuye a resolver el problema identificado, sino que también fomenta la evaluación de todo el impacto ambiental asociado a las construcciones de vías urbanas. En la presente investigación la densidad de la muestra del cemento asfáltico se obtiene un mayor valor sin la incorporación de caucho granular, pero menor valor con la incorporación de 6.5% de caucho reciclado con valor 2.311 kg/m³.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Para el objetivo general en relación a los resultados obtenidos, puesto que se identificó las fallas a lo largo de todo el pavimento de la Av. 13 de enero, San Juan de Lurigancho, aplicando el método PCI con el cual se detectaron: todo tipo de grieta tanto longitudinal y transversal, así como fisura de bordes, pieles de cocodrilo y baches. Se concluye que los cauchos reciclados influyen positivamente en las características mecánicas y físicas del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica en San Juan de Lurigancho.
- 6.2. Para el primer objetivo específico puesto que se identificó fallas en cuanto a fisuras y grietas transversales en sus tres severidades (baja, media y alta) alcanzando un porcentaje total de 54% del total de fallas a lo largo de todo el pavimento de la Av. 13 de enero, San Juan de Lurigancho. Se concluye que la resistencia de la muestra estará ligada a la estabilidad, con ello, se logra apreciar que la resistencia con mayor valor es con la incorporación de 2.5% de cauchos reciclados.
- 6.3. Para el segundo objetivo específico una vez planteada puesto que se identificó fallas en cuanto a fisura mientto de borde en su única severidad (alta) alcanzando un porcentaje total de 5% del total de fallas a lo largo de todo el pavimento de la Av. 13 de enero, San Juan de Lurigancho. Se concluye que la estabilidad mayor resulta de 13.1 kN con la incorporación de 2.5% de caucho reciclado, mientras el menor valor con la incorporación de 6.5% con 10.7 kN. En cuanto al flujo sucede lo contrario, el menor valor se obtuvo con la adición de 2.5%

con 13.3 y mayor valor con la adición de 6.5% con resultado 15.7.

6.4. Para el tercer objetivo específico puesto que se identificó fallas en cuanto a piel de cocodrilo en sus tres severidades (baja, media y alta) alcanzando un porcentaje total de 14.9% del total de fallas a lo largo de todo el pavimento de la Av. 13 de enero, San Juan de Lurigancho. Se concluye para el tercer objetivo específico La densidad de la muestra del cemento asfáltico se obtiene un mayor valor sin la incorporación de caucho granular, pero menor valor con la incorporación de 6.5% de caucho reciclado con valor 2.311 kg/m³.

6.5. Para el cuarto objetivo específico puesto que se identificó fallas en cuanto a baches en sus dos severidades (baja y alta) alcanzando un porcentaje total de 26% del total de fallas a lo largo de todo el pavimento de la Av. 13 de enero, San Juan de Lurigancho. Se concluye para el cuarto objetivo específico El porcentaje de vacíos menor se considera sin las incorporaciones de cauchos reciclados, mientras todo el vacío lleno de cemento asfáltico de menor valor resulta con la incorporación del 6.5% con valor de 67.4%.

VII.RECOMENDACIONES

Se recomienda con el proceso de investigaciones conociendo dosificaciones alternativas de cauchos reciclados para emplear en los diseños de mezclas asfálticas, comprobando todo óptimo contenido en asfalto.

Es recomendable desarrollar más investigaciones de los efectos de los cauchos reciclados en todo tipo de mezcla de asfalto.

Se recomienda incentivar a las diferentes plantas recicladores de neumáticos para el empleo óptimo del caucho de neumáticos, debido que este material se puede reutilizar en diferentes productos y un soporte en la disminución de contaminación ambiental.

Se recomienda realizar una comparativa de agregados para la evaluación de una mejor muestra y así lograr un mejor resultado en las estructuras.

Se recomienda realizar un estudio de tráfico para evaluar el tipo de pavimento que se pueda planificar en la vía evaluada, tomando en cuenta la normativa CE 010 y Suelos y pavimentos.

REFERENCIAS

- ACEVEDO , A., & Posada , J. (2019). Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto. <https://doi.org/https://doi.org/10.22395/rium.v18n34a3>
- ALFARO, C. (2017). *Metodología del trabajo universitario aplicado para ingeniería*. Callao: Repositorio de Universidad del Callao. <http://hdl.handle.net/20.500.12952/2201>
- ALFAYEZ, S. A., Suleiman, A. R., & Nehdi, M. L. (2020). Recycling Tire Rubber in Asphalt Pavements: State of the Art. *MDPI*, 12(21), 50-60. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su12219076>
- ALTHOEY, F., Awoyera, P. O., Inyama, R., Khan, M. A., Mursaleen, M., Hadidi, M., & Najm, H. M. (2022). *Resistencia y propiedades a microescala del hormigón reforzado con fibra de bambú modificado con látex de caucho natural*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmats.2022.1064885/full>
- ARCOS Salamea, P., & Montalvan Corral, G. (2022). *Diseño de pavimento flexible poroso con inclusión de partículas de caucho triturado*. Cuenca, Ecuador. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/12359/1/17886.pdf>
- ARREDONDO, P. C., Lazo, C. A., & Pico, Á. R. (2021). Optimización del concreto mediante la adición de nanosílice, empleando agregados de la cantera de añashuayco de arequipa. 36(1). [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732021000100071&script=sci_arttext&tlng=es#:~:text=La%20Nanos%C3%ADlice%20es%20un%20aditivo,silicio%20amorfo%20\(SiO2\)](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732021000100071&script=sci_arttext&tlng=es#:~:text=La%20Nanos%C3%ADlice%20es%20un%20aditivo,silicio%20amorfo%20(SiO2)).

- ARSHADI , M., & Hasan , t. (Julio de 20 de 2023). *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering* .
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40996-023-01196-6>
- ASFALTO Y PAVIMENTACION. (2018). *Asfalto y Pavimentacion* (Vol. VIII). España. <https://asefma.es/wp-content/uploads/2018/06/Revista-Asfalto-y-Pavimentaci%C3%B3n-29-ilovepdf-compressed.pdf>
- BAENA, G. (2017). *Metodología de la investigación*. Mexico: Grupo editorial patria.
http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
- BECERA, M. (2018). *Diseño de pavimentos flexibles y rígidos*. Instituto de Capacitacion y Gerencia. <https://www.construccion.org/index.php?e=cursos/1006-Lim-PavFlexRig/tema.htm>
- BOBADILLA , J., Tesen , F., & Tigre , J. (2022). Uso de polímeros en asfalto: una revisión. *Gaceta Técnica*, 23(1), 94-109.
<https://doi.org/https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.7>
- BOTERO, E., Liliana, A., & Romo, M. P. (2014). Comportamiento mecánico del Polietileno Tereftalato (PET) y sus aplicaciones geotécnicas.
<https://www.redalyc.org/pdf/430/43030033019.pdf>
- CÁRDENAS, I., Vaca, C. L., Cote, R. C., & Flores, C. H. (2021). *Universidad Francisco de Paula Santander*. https://www.researchgate.net/profile/Liseth-Vaca-Caicedo/publication/347507151_ANALISIS_DE_MEZCLAS_ASFALTICAS_MODIFICADAS_CON_MATERIALES_DESECHABLES_ALTERNATIVOS_NO_CONVENCIONALES/links/5fe0c2be45851553a0df059a/ANALISIS-DE-MEZCLAS-ASFALTICAS-MODIFICADAS-C
- CARDOZA Zambrano, M., Angulo Blanquissett, G., & Palomino Cadena , K. (2019). Pavimento flexible utilizando una mezcla asfáltica con grano de caucho reciclado para su sostenibilidad en Colombia. *Revista Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 10(2), 17-27. <https://doi.org/https://doi.org/10.25213/2216-1872.16>

- CARDOZA, Z. M., Palomino, C. K., & Angulo, B. G. (2019). *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 10(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.25213/2216-1872.16>
- CARREÑO, F. V. (2020). *Análisis técnico-económico del uso de PET reciclado*. Santiago de Chile-Chile. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/177847/Analisis-tecnico-economico-del-uso-de-Pet-reciclado-como-reemplazo-parcial-de-aridos-finos-en-hormigones.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CASANOVA, L. (2017). *Empleo de mezclas asfálticas modificadas con nanotecnología para el mejoramiento de la estructura de pavimento flexible en la construcción de los terceros carriles de la vía Bucaramanga- Cuestaboba*. [Tesis de especialización, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio UMNG. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/17065>
- COYLA, H. (2022). *Diseño del pavimento flexible modificado con caucho industrial en la carpeta asfáltica para mejorar sus propiedades, ciudad de Juliaca, 2022*. Lima Este: Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/97201>
- GARNICA, P., Flores, M., Gómez, J., & Delgado, H. (2018). *CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS*. Sanfandila. <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt267.pdf>
- GIODANI, C., & Leone, D. (2016). *Pavimentos*. https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf
- GOOGLE EARTH . (2023). *Google Earth 2023*. Google Earth 2023: <https://www.google.com/intl/es/earth/>
- HAMZANI, M., Hasan, M., & Sugiarto, S. (2021). Determining the properties of semi-flexible pavement using waste tire rubber powder and natural zeolite. *Science Direct*, 266(10). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121199>
- HERNANDEZ, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores.

- HERNANDEZ, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- HERRERA, F. (2019). *Propiedades mecánicas del pavimento flexible con incorporación de asfalto reciclado y polietileno (PET) en la Av. Condorcánqui Carabayllo, 2019*. Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/79657>
- HERRERA, J., & Valencia, A. (2021). *MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON PET CARACTERISTTICAS QUE APORTA EL PET (POLIETILENO TEREFTALATO) EN LA MEZCLA DE ASFALTO*. [Tesis de especialización, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio UCC. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/da522f2c-d340-4e73-b262-dd717b6be6ce/content>
- HOYOS Díaz, L., Muñoz Pérez, S., & Puicon Herrera, K. (2021). Uso del caucho granulado en mezclas asfálticas: Una revisión literaria. *Infraestructura Vial del Lanamme UCR*, 23(41), 11-19. <https://doi.org/DOI: 10.15517/iv.v23i41.44410>
- JIANMIN , M., & Hesp, S. (2022). *Construction and Building Materials*, 342(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127944>
- LARREA, M. (2023). *Diseño de mezcla asfáltica adicionando cenizas de cascarilla de oryza sativa, Chiclayo – Lambayeque*. Chiclayo: DSpace Principal Señor de Sipan. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/11112>
- LOAIZA , L., & Diaz , E. (2019). Nanosílice como aditivo para el concreto - caso Colombia. https://www.researchgate.net/publication/341600696_Nanosilice_como_aditivo_para_el_concreto_-_caso_Colombia
- LOAIZA, L. I., Díaz González, E. T., & Rojas Manzano, M. A. (2019). Nanosílice como aditivo para el concreto - caso Colombia. https://www.researchgate.net/publication/341600696_Nanosilice_como_aditivo_para_el_concreto_-_caso_Colombia
- MAITA, Á., & Miranda, R. (2023). *Diseño de mezcla asfáltica con caucho y plástico reciclado como alternativa de rentabilidad en San José de los Molinos, Ica, 2022*.

Ica: Repositorio Universidad Privada San Juan Bautista.
<https://hdl.handle.net/20.500.14308/4798>

- MARTÍN González, Á. (2015). *Aplicación del caucho reciclado como solución constructiva ecológica*. Valencia.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55735/MART%C3%8DN%20-%20Aplicaci%C3%B3n%20del%20caucho%20reciclado%20como%20soluci%C3%B3n%20constructiva%20ecol%C3%B3gica.pdf?sequence=1>
- MASHAAN, N., Chegenizadeh, A., & Hamid , N. (29 de Marzo de 2022). Performance of PET and nano-silica modified stone mastic. *Case Studies in Construction Materials*, 16.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01044>
- MASHAAN, N., Chegenizadeh, A., & Nikraz, H. (2022). *Case Studies in Construction Materials*, 16.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01044>
- MEFTAH, M., Fauzan, M., & Ratnasamy, M. (27 de Januray de 2021). *The 10th World Sustainability Forum*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su13031303>
- MINAYA, S. (2008). *DISEÑO MODERNO DE PAVIMENTOS*. Lima.
https://www.academia.edu/34829662/UNIVERSIDAD_NACIONAL_DE_INGENIERIA_DISE%91O_MODERNO_DE_PAVIMENTOS_ASF%81LTICOS_M_S_c_SILENE_MINAYA_GONZ%81LEZ
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (Mayo de 2006). *Ministerio de Transportes y Comunicaciones*. Retrieved 11 de Agosto de 2023, from Ministerio de Transportes y Comunicaciones:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- MORA Onofre, K., & Valero Fajardo, C. (2023). Caucho granulado y su influencia en la estabilidad, flujo y vacío de una mezcla asfáltica. *YACHANA*, 12(2), 19-30.
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/6346/1/Caucho%20granulado%20y%20su%20influencia%20en%20la%20estabilidad%2c%20flujo%20y%20vac%3%ado%20de%20una%20mezcla%20asf%a1ltica.pdf>

- MUÑOZ Perez , S. P., Vidaurre Valdera, J. D., Asenjo Bustamante , J. S., & Gaviria Paredes, R. (2021). *Uso del caucho de neumáticos triturados y aplicados al concreto*. Chiclayo. https://redib.org/Record/oai_articulo3218521-el-uso-del-caucho-de-neuma%CC%81ticos-triturados-y-aplicados-al-concreto-una-revisio%CC%81n-literaria
- ÑAUPAS Paitán, H., Valdivia Dueñas, M., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Bogota.
- OCAÑA Tarazona, D., & Rosales Romero, D. (2021). *Aplicación del caucho reciclado para mejorar las propiedades de la carpeta asfáltica en la pavimentación del Jr. Grau, Cochabamba 2021*. Huaraz, Perú. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/89937/Oca%c3%b1a_TDN-Rosales_RDM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- OMV Soluciones Arquitectonicas. (2016). *Ficha técnica gránulos de caucho*. https://omvdeco.cl/wp-content/uploads/2017/11/FICHA_CAUCHO2.pdf
- PELAEZ, G., Velasquez, S., & Giraldo , D. (2017). Aplicaciones de caucho reciclado: Una Revisión de la literatura. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*. <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v27n2/0124-8170-cein-27-02-00027.pdf>
- POTTI, J. (2018). *Asfalto y Pavimentación* (Vol. VIII). Editorial Prensa Técnica, S. L.
- QUISPE, Y. (2022). *Análisis de la resistencia a la deformación de la mezcla asfáltica con nanocarbonato de calcio y nanoarcilla, Lima, 2022*. [Tesis de título, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/108845>
- RAVELO, W. (2022). *Incorporación del sistema PET en mezclas asfálticas para mejorar las propiedades físicas-mecánicas de un pavimento flexible, Av. Marginal, Pichanaqui 2022*. [Tesis de título, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/105579>
- RODRIGUEZ, J. (2021). *Aditivo plastificante en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto convencional para edificaciones urbanas: una revisión sistemática entre 2009 – 2019*. UPN-Institucional. <https://hdl.handle.net/11537/27092>

- RODRIGUEZ, L., Chavez Molina, M. W., Lartategui de Roshardt, L., & Letona Alvarez, A. d. (2017). Factibilidad de uso del PET reciclado en elementos de cubiertas y envolvertes.
- ROMERO, F. P., Huertas, C. G., & Cazar, R. J. (2018). *ESPE*, 17(1). <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/508>
- RONDÓN Quintana, H., Moreno Anselmi, L., Rodríguez Urrego, D., & Lee Mariño, J. (2019). *Experiencias sobre el estudio de materiales alternativos para modificar asfaltos*. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/reving/article/download/2376/3256?inline=1>
- SALCEDO Palacios, A., & Santi Morales, D. (2022). *Diseño de pavimento flexible con adición parcial de caucho reciclado en la avenida Pacasmayo, Lima, 2022*. Lima. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/114496/Salcedo_PAT-Santi_MDR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- SANTOS, D., & Estrada, C. (2022). *Análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de una mezcla asfáltica modificada con nanosílice respecto a una mezcla asfáltica betutec pg 70-28*. Cusco: Repositorio Digital Universidad Andina del Cusco. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/5006>
- SAUCEDO , J., Atoche, J., & Muñoz, S. (2021). Uso de los agregados PET en la elaboración del concreto: revisión de la literatura. *Investigación en Ingeniería*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.6942>
- SAWAN, A., Al-Taher, M., Hassanin, H., & Mokhtar , E. (2018). *World Applied Sciences Journal*, 35(12). 10.5829/idosi.wasj.2017.2614.2621
- SOLOMON, S., Dong, E. L., & Byung, S. K. (2019). *MDPI*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/app9071315>
- TURPO, S. M., & Vigo, J. E. (2021). *Uso de reciclado de plástico tereftalato de polietileno (pet) para la elaboración de adoquín de construcción*. Puno. <https://doi.org/https://doi.org/10.35997/unaciencia.v14i26.617>

- URIBE, J. (2020). *Aplicación del Polietileno (PET) en pavimento flexible para determinar el comportamiento físico - mecánico en la Av. Los Geranios, Huaral 2020*. Lima Norte: Repositorio de la Universidad César Vallejo .
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/54387>
- ZHUANGZHUANG, L. Y. (2022). *Nanotechnology Reviews*.
<https://doi.org/10.1515/ntrev-2022-0485>

ANEXOS

ANEXOS 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “Comportamiento de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”							
Autores: Benjamín, Dhara							
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
¿Cómo influye el caucho reciclado en el comportamiento de pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho, ¿2023?	Determinar la influencia del caucho reciclado en las propiedades del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho, 2023.	El caucho reciclado influye notablemente en el diseño de pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho, 2023.	INDEPENDIENTE	Dosificación	Dosificación con 0%	Intervalo	Enfoque Cuantitativo
			Caucho reciclado		Dosificación con 2.5%	Intervalo	
					Dosificación con 4.5%	Intervalo	
					Dosificación con 6.5%	Intervalo	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS					
¿Cómo influye el caucho reciclado en la resistencia del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho?	Determinar la influencia del caucho reciclado en la resistencia del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.	El caucho reciclado influye significativamente en la resistencia del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.	DEPENDIENTE	Propiedades	Peso Especifico	De razón	Diseño Experimental
			Pavimento flexible drenante (carpeta asfáltica)		Absorción	De razón	
Granulometría	Intervalo	Población San Juan de Lurigancho					
¿Cómo influye el caucho reciclado en la estabilidad y flujo del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho?	Determinar la influencia del caucho reciclado en la estabilidad y flujo del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.	El caucho reciclado influye significativamente en la estabilidad y flujo del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.		Propiedades	Resistencia	De razón	Muestra Av. 13 de enero
¿Cómo influye el caucho reciclado en la densidad del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho?	Determinar la influencia del caucho reciclado en la densidad del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.	El caucho reciclado influye significativamente en la densidad del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.			Estabilidad y flujo	De razón	
					Densidad	De razón	
¿Cómo influye el caucho reciclado en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho?	Determinar la influencia del caucho reciclado en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.	El caucho reciclado influye significativamente en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.			Porcentaje de vacíos	De razón	

ANEXO 2

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: "COMPORTAMIENTO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DRENANTE CON LA APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO A LA CARPETA ASFÁLTICA, SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2023"				
Autores: Benjamín, Dhara				
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Caucho reciclado	El caucho reciclado, obtenido a partir de materiales sobrantes o reutilizados (que de otro modo serían desechos industriales), generalmente se utiliza para las suelas. No obstante, para la producción también se usan cámaras de camión recicladas (SLT Caucho, 2017). https://issuu.com/sltc/docs/sltcaucho-abr-2019	El caucho reciclado puede ser utilizado como componente de pavimentos y concretos para la construcción de vías y edificaciones. Emplear residuos de caucho en este tipo de aplicaciones representa, además de las importantes ventajas ambientales y económicas expuestas previamente, mejoras técnicas en este tipo de productos, como el incremento de la resistencia al impacto y la resistencia a la fatiga, lo que acarrea, sin embargo, algunas pérdidas en propiedades como el módulo elástico y la resistencia a la compresión (Peláez et al., 2017). http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v27n2/0124-8170-cein-27-02-00027.pdf	Dosificación	Dosificación con 0%
				Dosificación con 2.5%
				Dosificación con 4.5%
				Dosificación con 6.5%
			Propiedades	Peso Específico
				Absorción
Granulometría				
Pavimento flexible drenante (carpeta asfáltica)	Las mezclas asfálticas facilitan una rápida y eficiente conservación del pavimento y recuperación de la regularidad superficial, evitando que el deterioro de ésta provoque un aumento de los consumos y emisiones de CO2 de los vehículos." (IRMD 2018)	Las propiedades requeridas que deben cumplir las mezclas para poder comportarse adecuadamente produciendo el menor daño posible, entre ellas se encuentran las características de resistencia mecánica, comportamiento frente a deformaciones plásticas. Determinación de las propiedades estructurales y funcionales que debe tener la mezcla, dadas las solicitaciones a las que se encuentra expuesta. Debe establecerse la resistencia a las deformaciones plásticas o la flexibilidad, entre otras (Asfalto y Pavimentación, 2018). https://asefma.es/wp-content/uploads/2018/06/Revista-Asfalto-y-Pavimentacion-c3%b3n-29-ilovepdf-compressed.pdf	Propiedades	Resistencia
				Estabilidad y flujo
				Ahuellamiento
				Porcentaje de vacíos

ANEXO 3 EXCAVACIÓN DE CALICATAS

Calicata N°01.



Calicata N°02.



Calicata N°03



ANEXO 4

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



Equipo completo para el trabajo de levantamiento topográfico.



Medición y obtención de datos

ANEXO 5

ENSAYOS DE SUELOS EN LABORATORIO



ANEXO 6

Ensayos en laboratorio de pavimentos.

Cuarteo de agregados, finos y gruesos



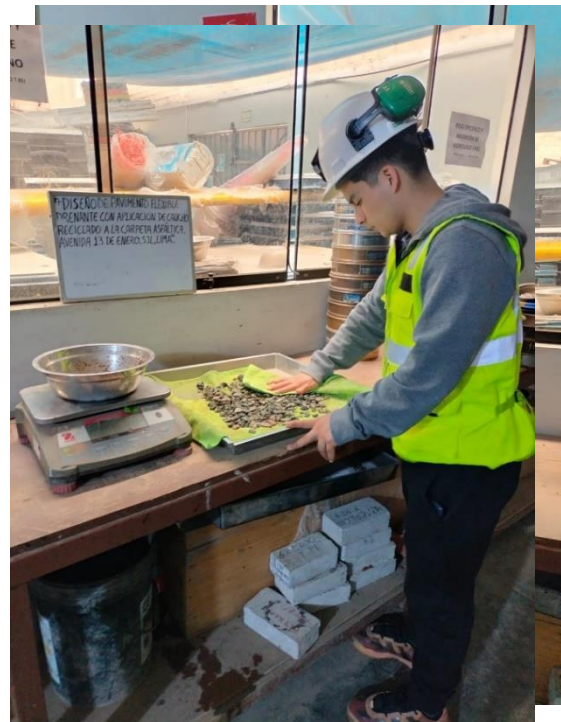
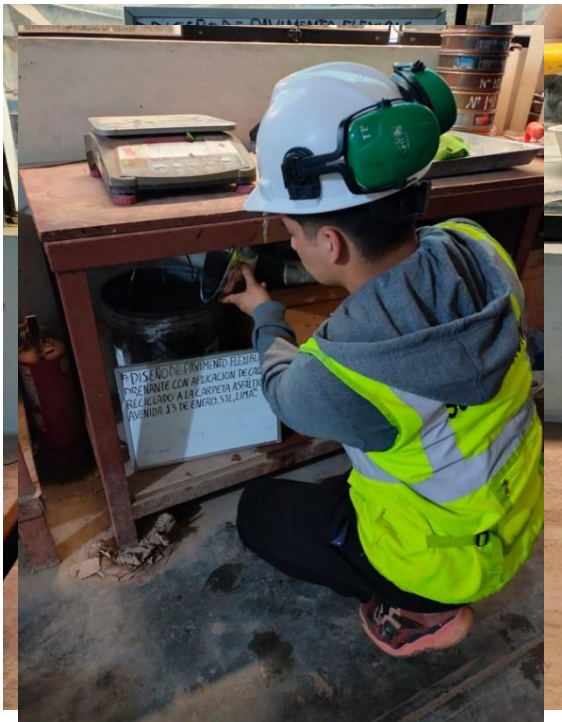
Tamizado y peso retenido en malla



Equivalente de arena, para la separación de arena y arcilla.



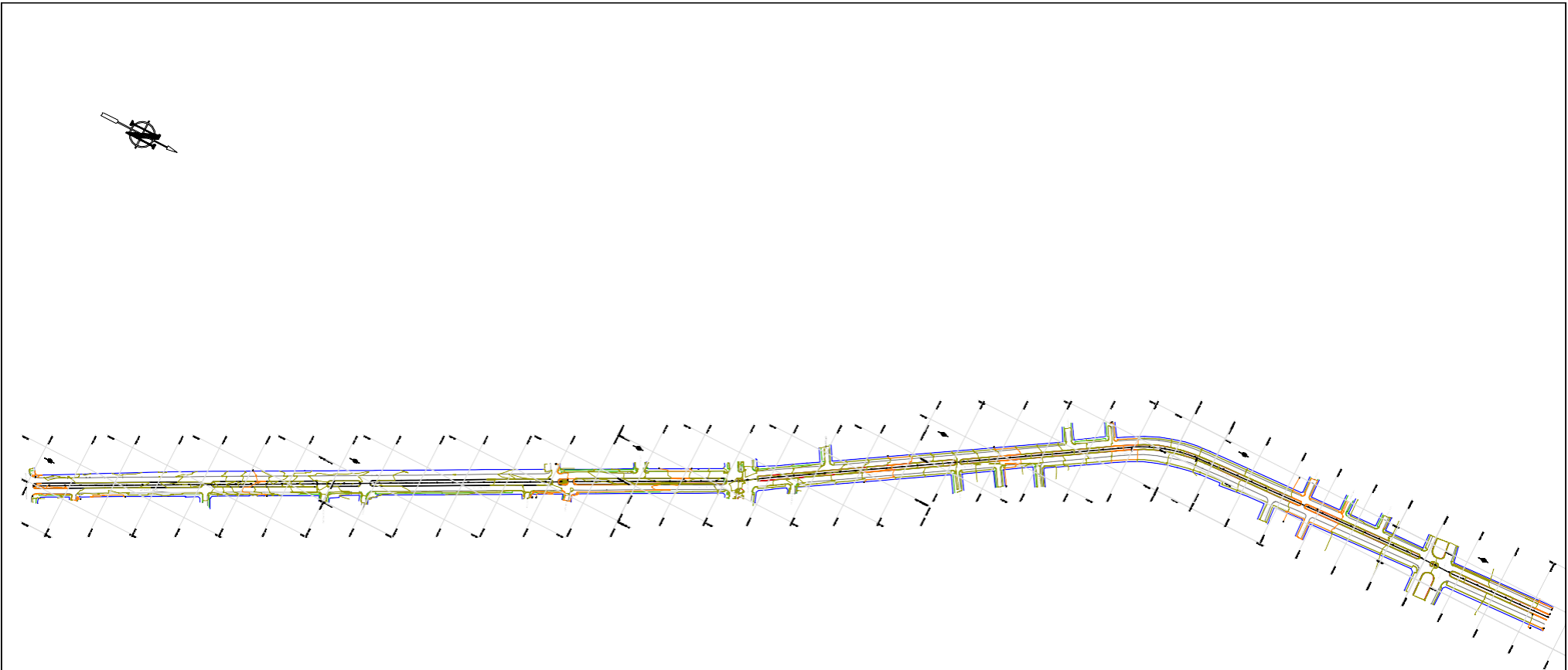
Peso específico y absorción de agregado fino como también de la grava ambas saturadas 24 horas, donde se realizará el control de peso en aire, sumergido y seco al salir del horno.




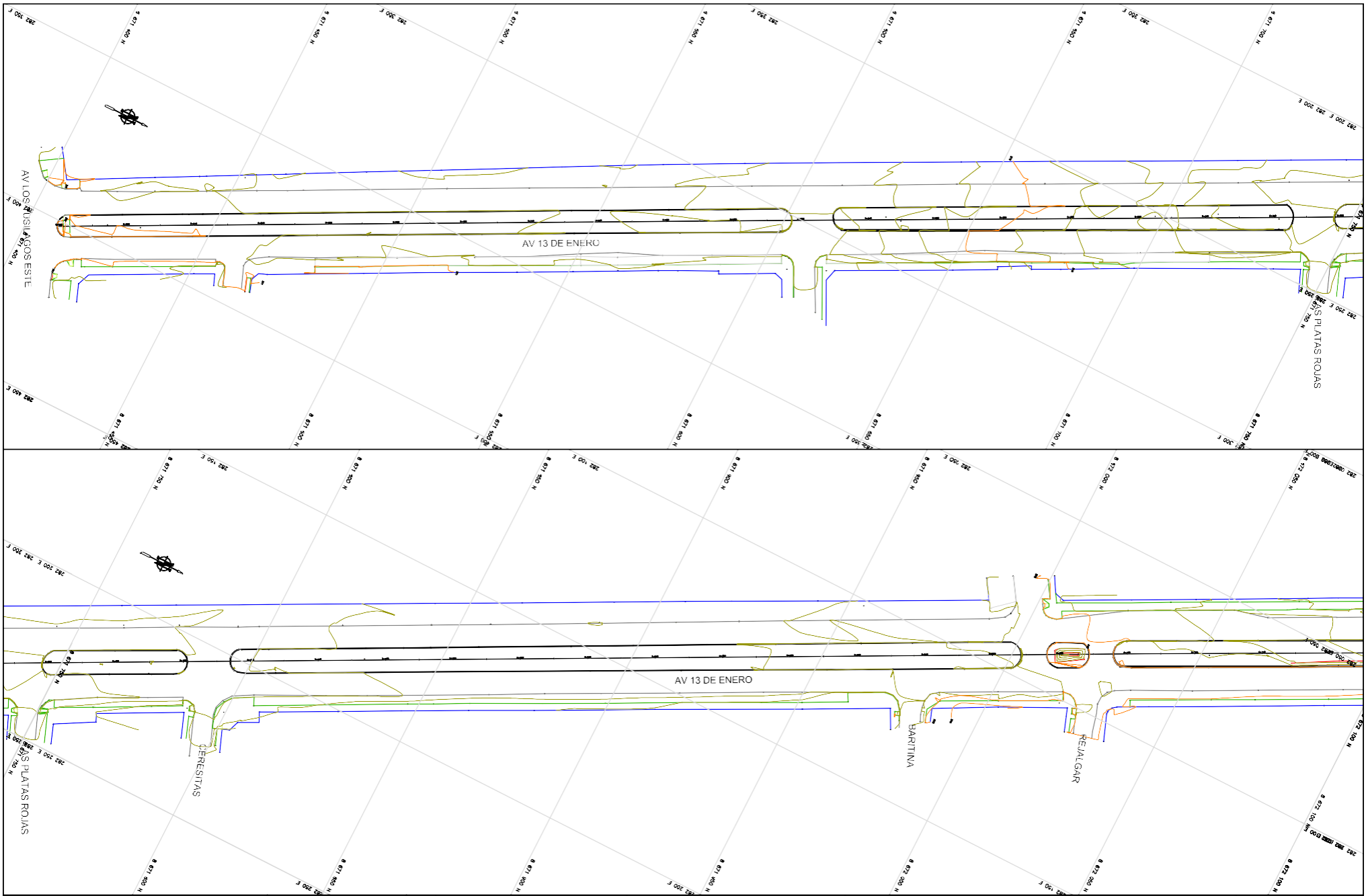
Combinación de arena, grava y cemento asfáltico en una cocina a 150° gr.



ANEXO 7: PLANOS TOPOGRÁFICOS



 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	PROYECTOS / AS - CASTILLO RIVERA DIANA VALENTINA - HUADO ESPINOZA BENJAMIN MANUEL	UBICACION AVENIDA 13 DE ENERO, SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA ESTE	DISEÑO _____ LIBRO _____ REVISADO _____ APROBADO _____	AUTORES		TÍTULO DE ESTUDIO DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DRENANTE CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO A LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AVENIDA 13 DE ENERO, S.J.L. LIMA,	PLANO AVENIDA 13 ENERO PLANO CLAVE	ESCALA (X) 1 / 2500	FOLIO 1/8
				N° 01	FECHA OCT 2023			CASTILLO RIVERA DIANA VALENTINA	TORRESSES
				01	OCT 2023			HUADO ESPINOZA BENJAMIN MANUEL	_____
				_____	_____			_____	_____
								FECHA: OCT 2023	FOLIO: 1/8
								UCV-2023-PP-N°1-Rev	



PROYECTISTAS
 - CASTILLO RIVERA DHARA VALENTINA
 - HUACCO ESPINOZA BENJAMIN MANUEL

UBICACION
 AVENIDA 13 DE ENERO, SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA ESTE.

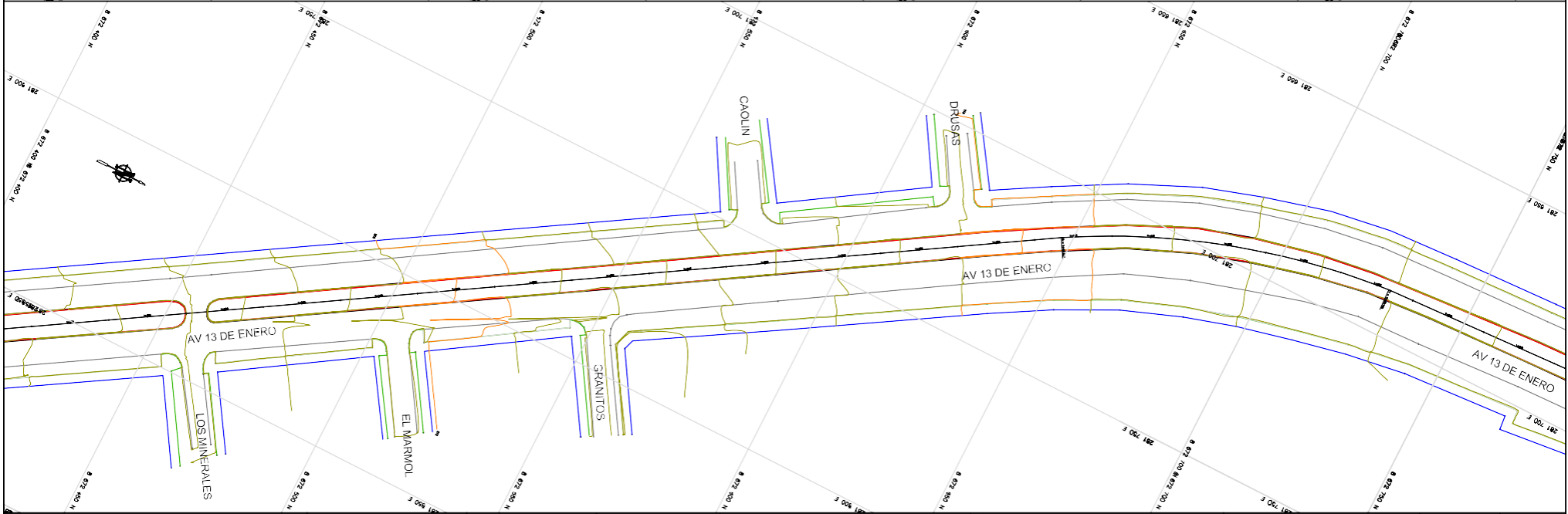
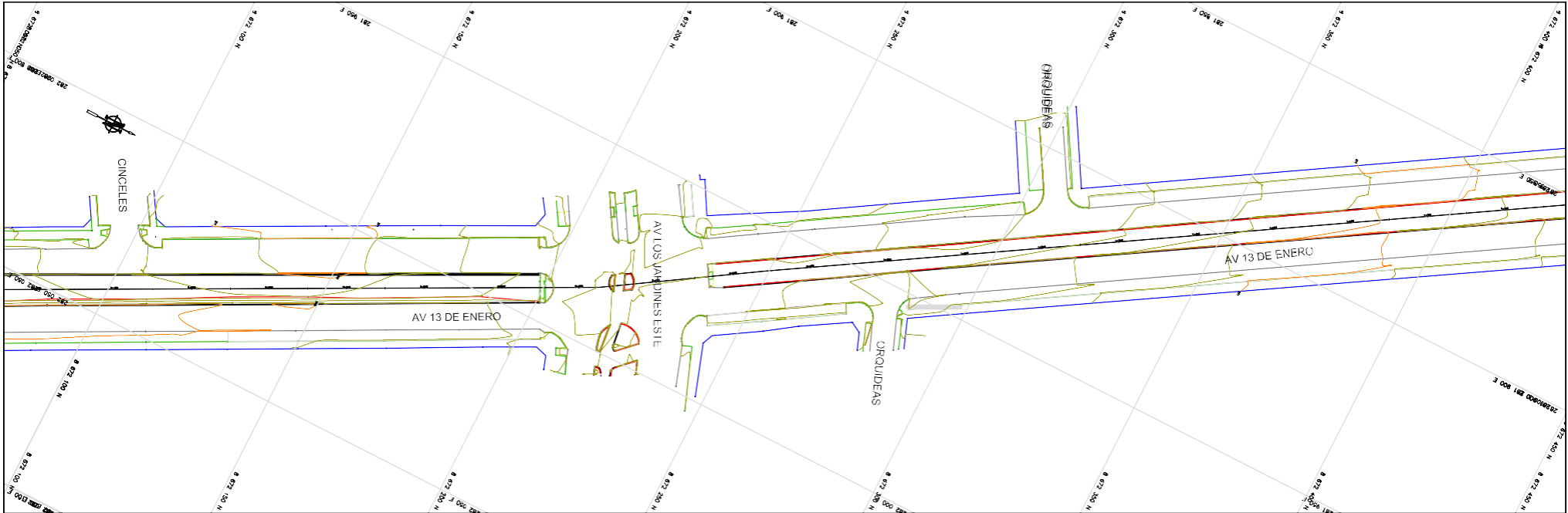
DISEÑO
 DIBUJO
 REVISADO
 APROBADO

FECHA		ACCIONES	
01	DIC 2023	CASTILLO RIVERA DHARA VALENTINA	DISEÑO
01	DIC 2023	HUACCO ESPINOZA BENJAMIN MANUEL	DISEÑO

TÍTULO DE TESIS
 DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DRENANTE CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO A LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AVENIDA 13 DE ENERO, S.J.L. LIMA.

PLANO
AVENIDA 13 ENERO
 TOPOGRAFIA

ESCALA (A1)	1 / 500	HOJA	28
FECHA	DIC 2023		
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
UCV-2023-PP-N°1-Rev			



PROYECTIVAS
 + CASTILLO RIVERA DHARA VALENINA
 + HUADO ESPINOZA BENJAMIN MANUEL

UBICACION
 AVENIDA 13 DE ENERO, SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA ESTE.

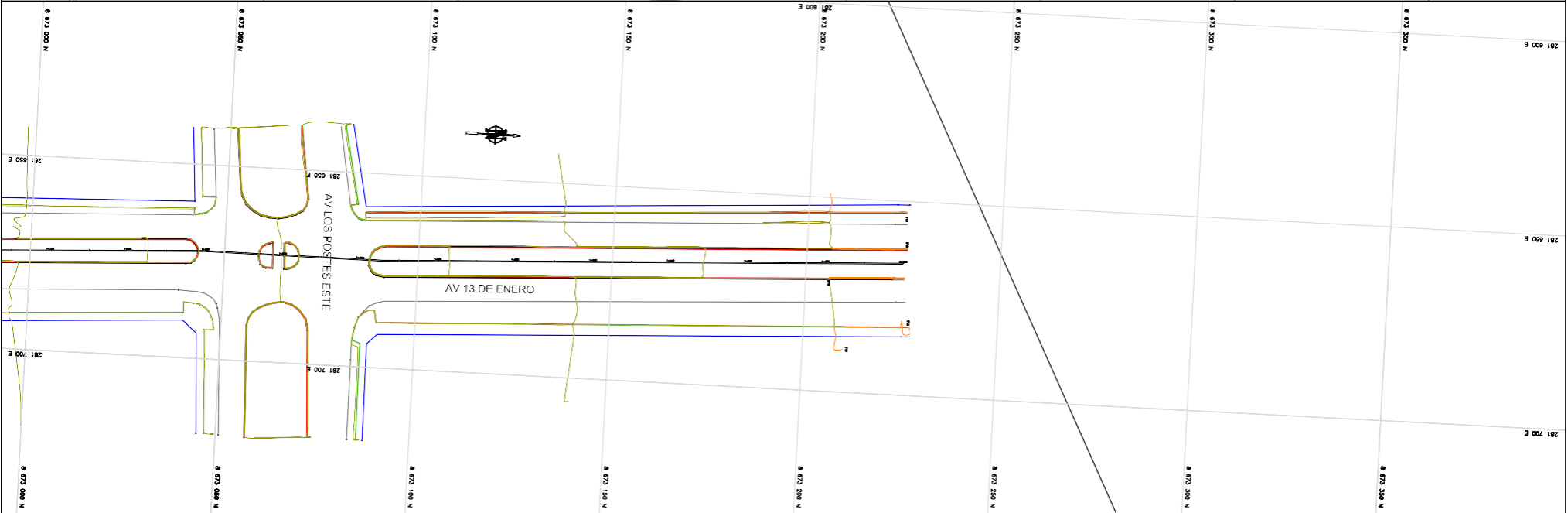
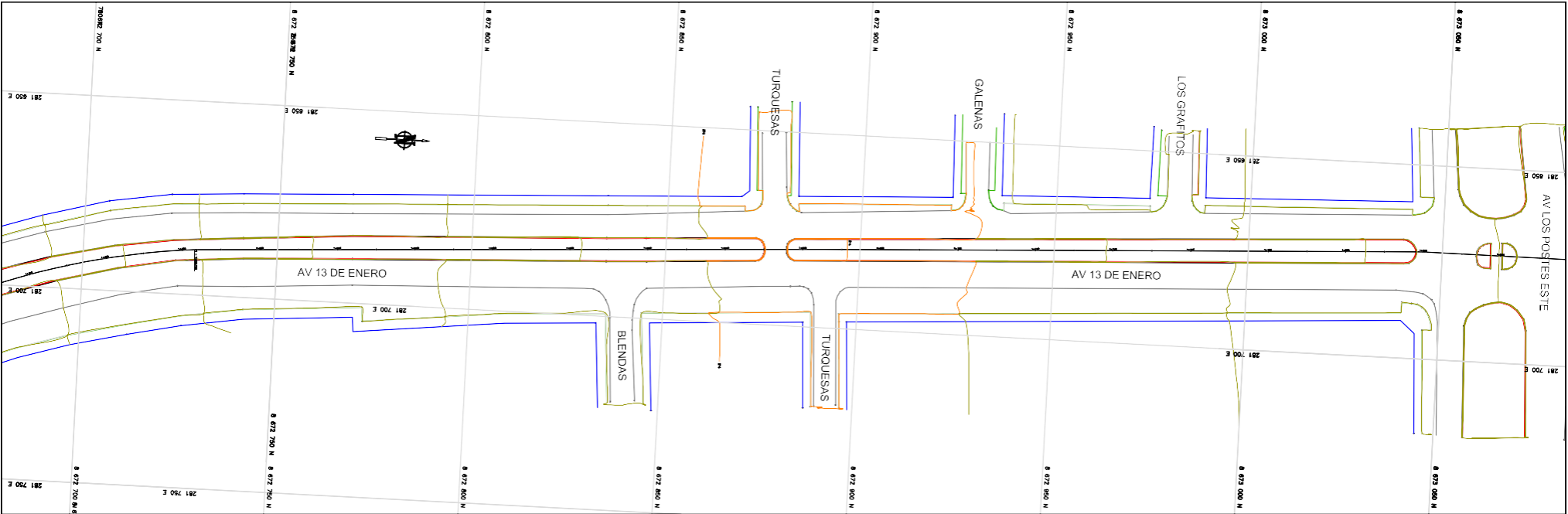
DISEÑO
 DIBUJO
 REVISADO
 APROBADO

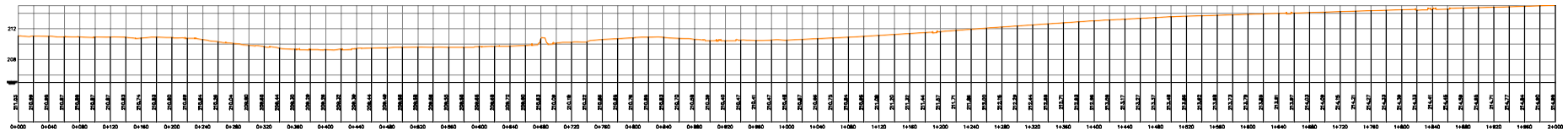
FECHA		AUTORES	
01	DIC 2023	CASTILLO RIVERA DHARA VALENINA	HUADO ESPINOZA BENJAMIN MANUEL
01	DIC 2023	HUADO ESPINOZA BENJAMIN MANUEL	

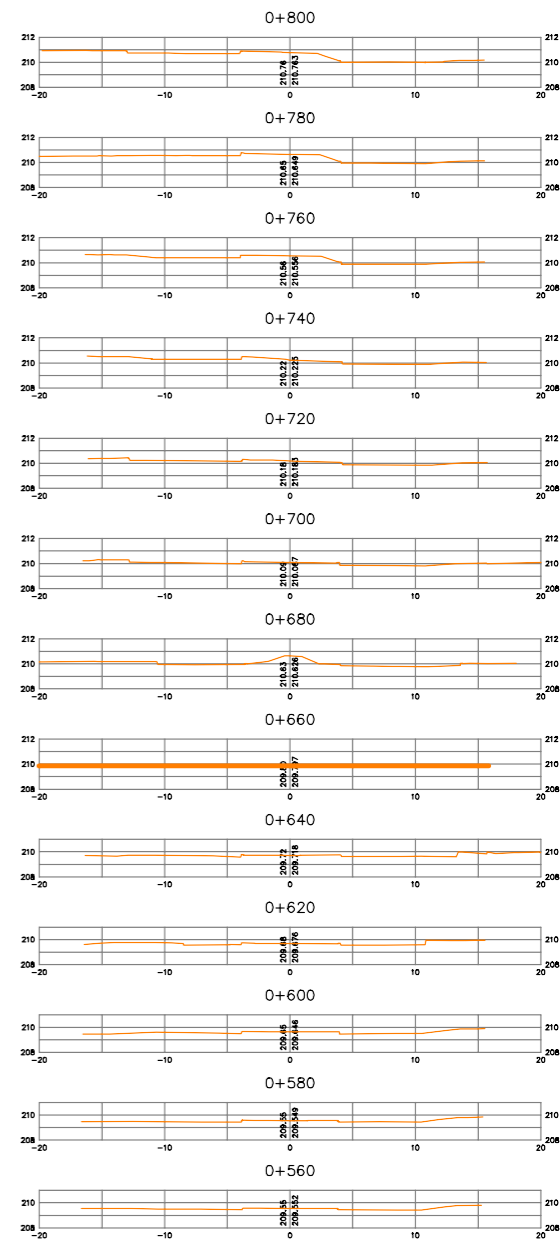
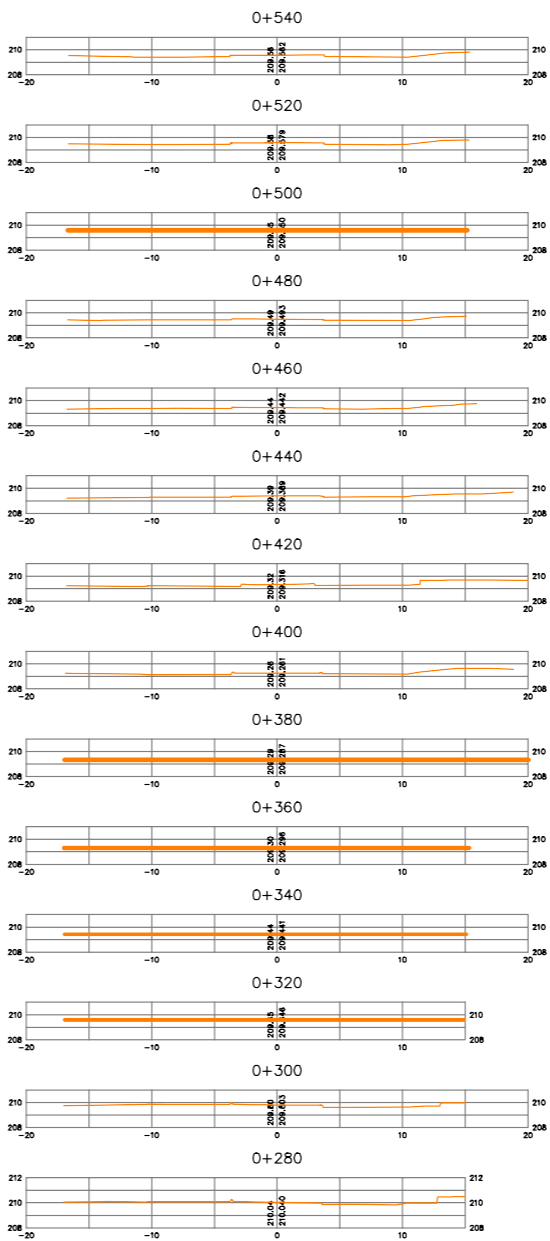
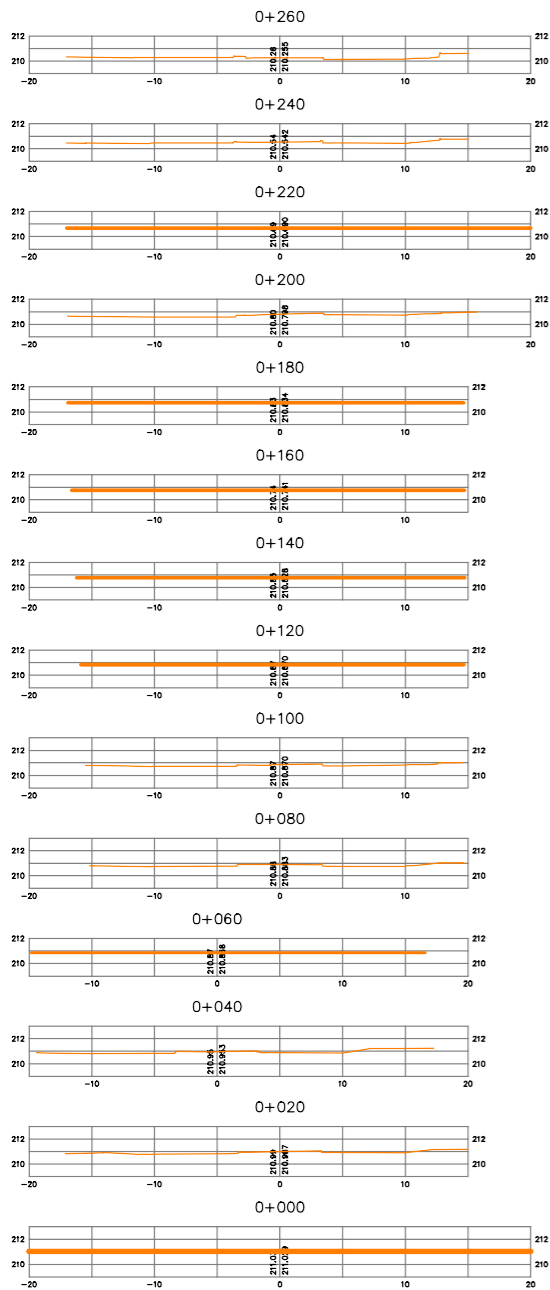
TITULO DE TESIS
 DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DRENANTE CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO A LA CARPETA ASFALTICA EN LA AVENIDA 13 DE ENERO, S.J.L. LIMA,

PLANO
AVENIDA 13 ENERO
 TOPOGRAFIA

ESCALA (A1)	1 / 500	FOLIO	3/8
FECHA	DIC 2023		
UCV-2023-PP-N°11-Rev			







PROYECTISTAS
 - CASTILLO RIVERA CHARA VALENTINA
 - HUACCO ESPINOZA BENJAMIN MANUEL

UBICACION:
 AVENIDA 13 DE ENERO, SAN JOAQUIN DE
 LURIGANCHO, LIMA ESTE.

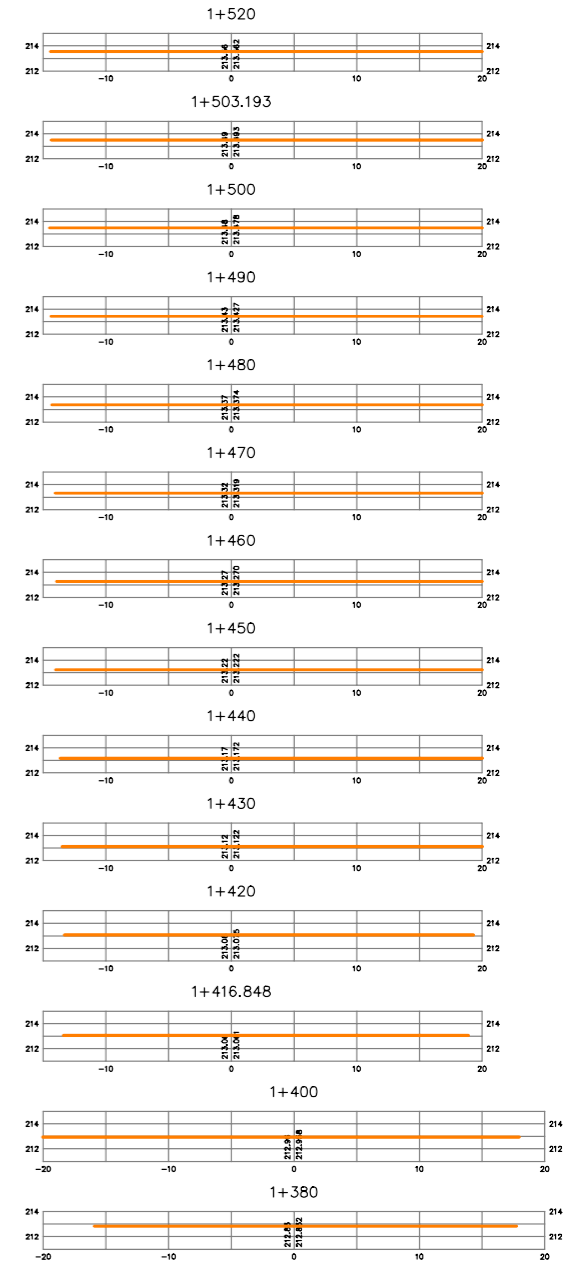
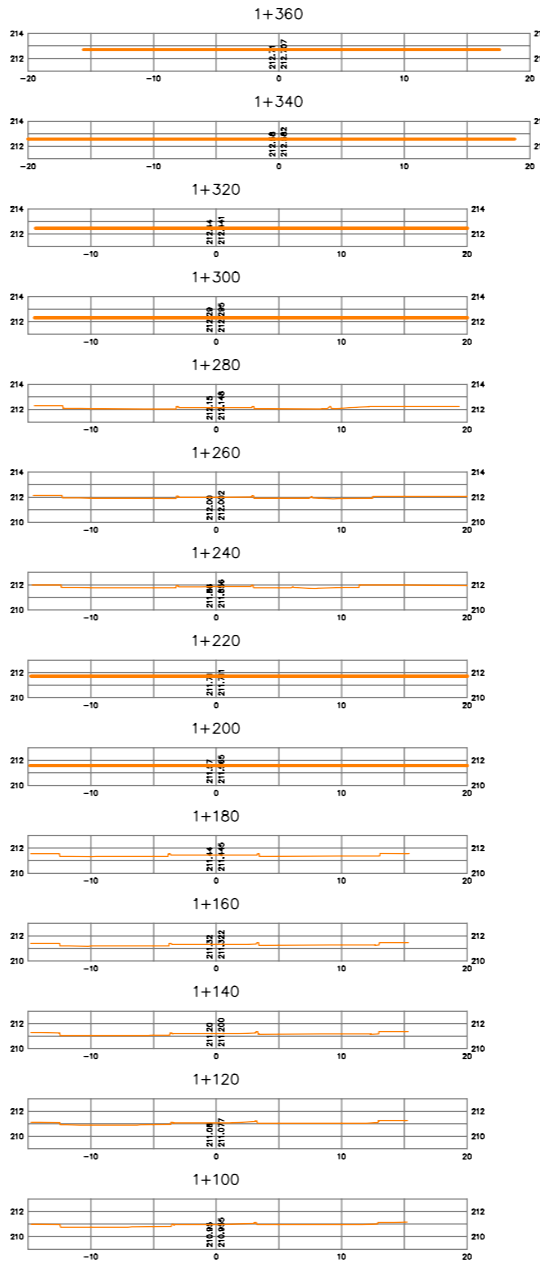
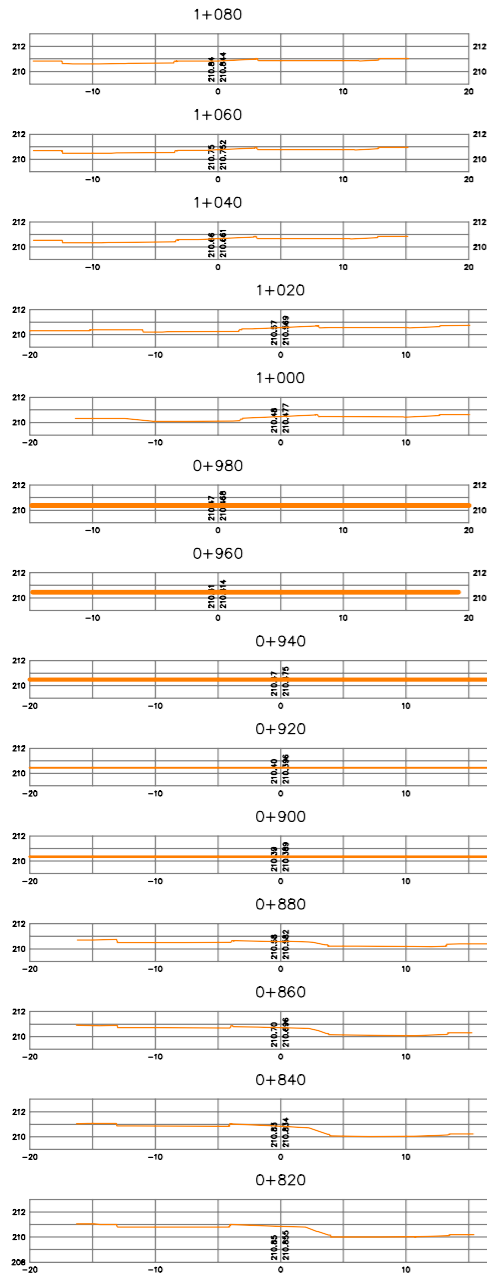
DISEÑO
 DIBUJO
 REVISADO
 APROBADO

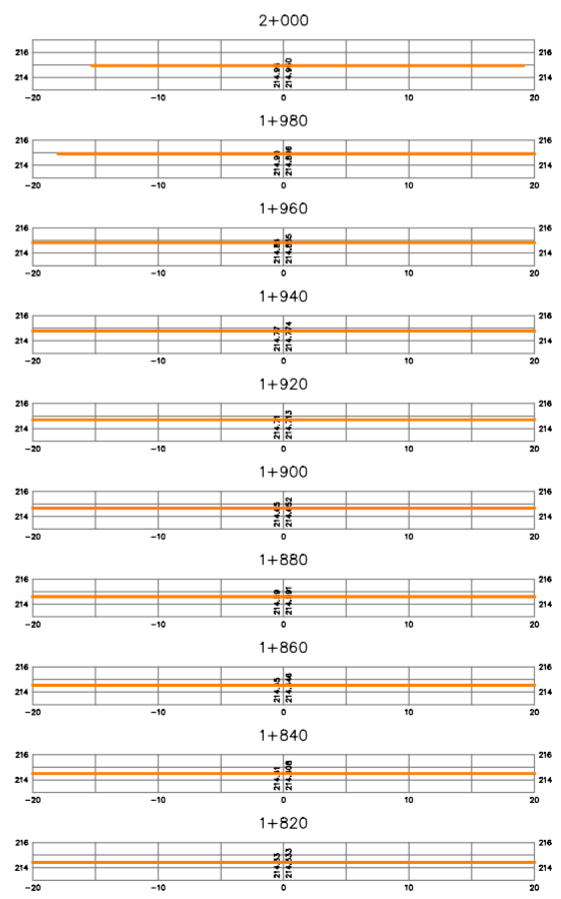
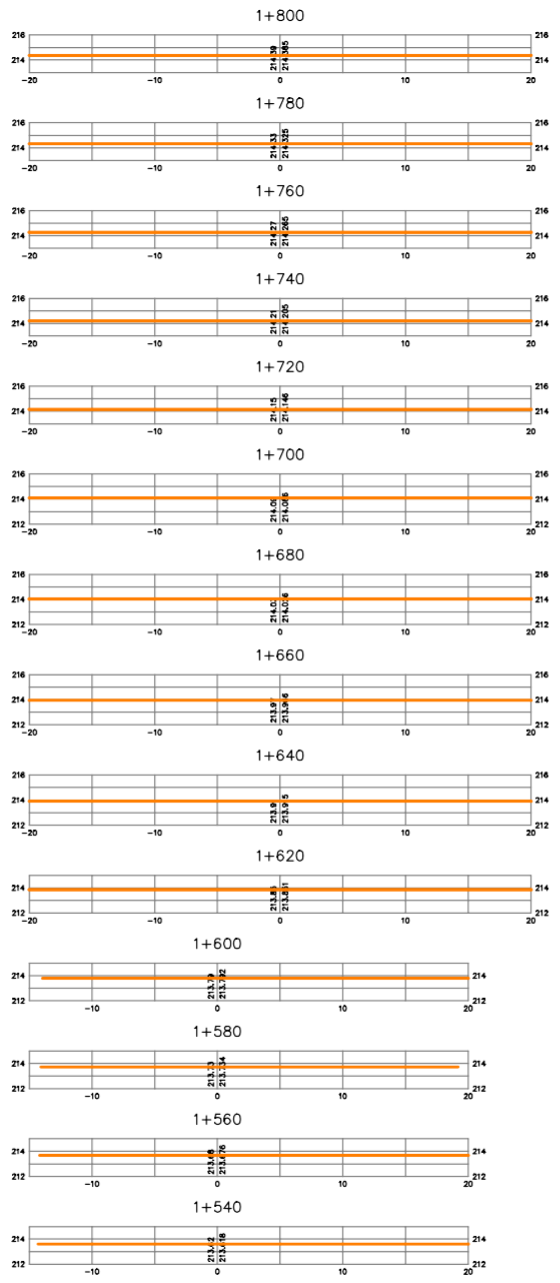
FECHA		CAMBIOS	
01	DIC 2023	CASTILLO RIVERA CHARA VALENTINA	
01	DIC 2023	HUACCO ESPINOZA BENJAMIN MANUEL	

TITULO DE TESIS
 DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DRENANTE CON
 APLICACION DE CAUCHO RECICLADO A LA CARPETA
 ASFALTICA EN LA AVENIDA 13 DE ENERO, S.J.L. LIMA,

PLANO
AVENIDA 13 ENERO
 SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA (A1) 1/200 HOJA 6/8
 FECHA: DIC 2023
 UCW-2023-PP-N°11-Rev





ANEXO 8: RESULTADOS DE LABORATORIO



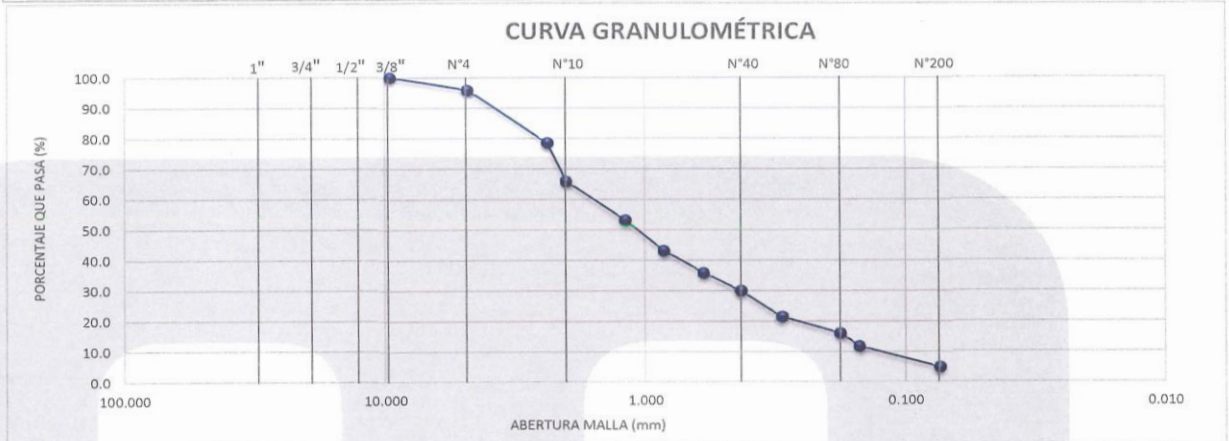
(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel
TESIS : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, SJL, Lima"
UBICACIÓN : Avenida 13 de Enero, SJL, Lima
Fecha de ensayo : 10-10-2023

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa	
1"	25.400	0	-	-	100.0	Calculos. Tara C.4 Peso de Tara 100.00 g Tara + muestra Humeda 1,355.00 g Tara + muestra Seca 1,340.00 g Contenido de Humedad (%) 1.2 % Muestra Seca 1,240.0 g
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	
1/2"	12.700	-	-	-	100.0	
3/8"	9.525	-	-	-	100.0	
1/4"	6.350	-	-	-	100.0	
N° 4	4.760	52.0	4.2	4.2	95.8	
N° 6	3.360					
N° 8	2.380	215.2	17.4	21.6	78.4	
N° 10	2.000	156.7	12.6	34.2	65.8	
N° 16	1.190	157.7	12.7	46.9	53.1	
N° 20	0.840	124.9	10.1	57.0	43.0	Proporciones Agregados. Agregado Grueso. 4.2 % Agregado Fino. 95.8 % Fino Malla 200. 0.0 %
N° 30	0.590	90.2	7.3	64.3	35.8	
N° 40	0.426	72.3	5.8	70.1	29.9	
N° 50	0.297	106.0	8.5	78.6	21.4	
N° 80	0.177	67.0	5.4	84.0	16.0	
N° 100	0.149	53.8	4.3	88.4	11.6	
N° 200	0.074	85.0	6.9	95.2	4.8	
-200	-	59.2	4.8	100.0		

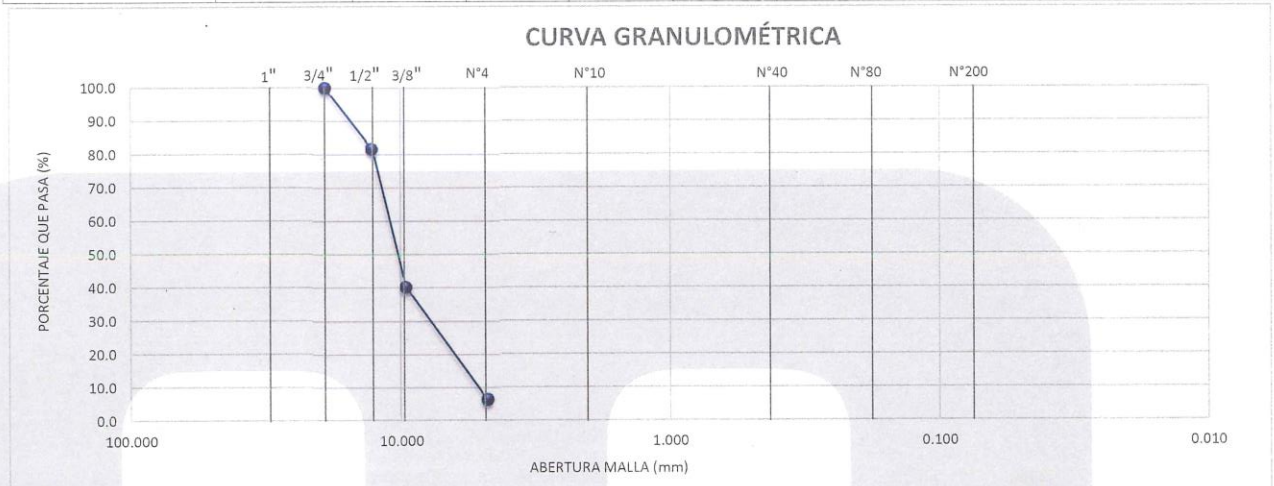


OBSERVACIONES:


Elaborado por: 	Revisado por: Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

AUTORES Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel
TESIS "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, SJL, Lima"
UBICACIÓN Avenida 13 de Enero, SJL, Lima
Fecha de ensayo 10/10/2023

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa	
1"	25.400	-	-	-	100.0	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	Calculos.
1/2"	12.700	778.0	18.4	18.4	81.6	Tara
3/8"	9.525	1,746.0	41.4	59.9	40.1	Peso de Tara
1/4"	6.350	-	-	-	-	Tara + muestra Humeda
N° 4	4.760	1,426.0	33.8	93.7	6.3	Tara + muestra Seca
N° 6	3.360	-	-	-	-	Contenido de Humedad (%)
N° 8	2.380	79.0	1.9	95.5	4.5	
N° 10	2.000	28.0	0.7	-	-	Muestra Seca
N° 16	1.190	-	-	-	-	
N° 20	0.840	-	-	-	-	
N° 30	0.590	-	-	-	-	
N° 40	0.426	-	-	-	-	
N° 50	0.297	-	-	-	-	Proporciones Agregados.
N° 80	0.177	-	-	-	-	Agregado Grueso.
N° 100	0.149	-	-	-	-	Agregado Fino.
N° 200	0.074	-	-	-	-	Fino Malla 200.
-200	-	-	-	-	-	

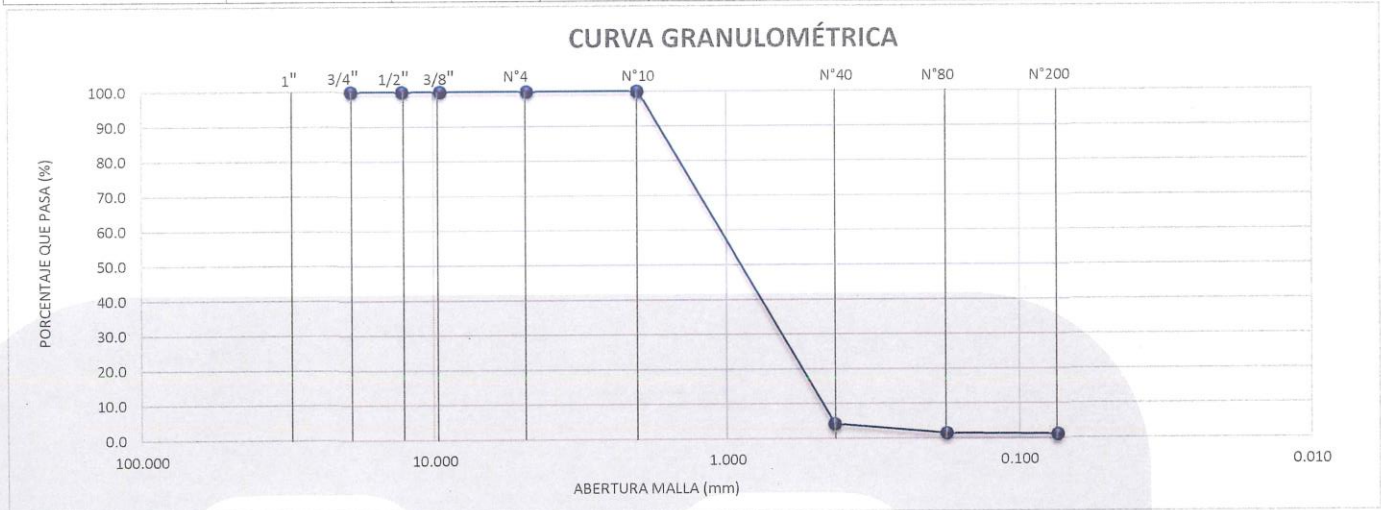


OBSERVACIONES:




Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

TESIS : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, SJL, Lima"
 AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel
 UBICACIÓN : Avenida 13 de Enero, SJL, Lima
 MATERIAL : Caucho

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa	
1"	25.400	-	-	-	100.0	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	Calculos.
1/2"	12.700		-	-	100.0	Tara
3/8"	9.525		-	-	100.0	Peso de Tara
1/4"	6.350		-	-	100.0	Tara + muestra Humeda
N° 4	4.760		-	-	100.0	Tara + muestra Seca
N° 6	3.360		-	-	100.0	Contenido de Humedad (%)
N° 8	2.380		-	-	100.0	
N° 10	2.000		-	-	100.0	Muestra Seca
N°16	1.190	153.1	74.7	74.7	25.3	
N° 20	0.840	30.0	14.6	89.3	10.7	
N° 30	0.590	8.5	4.1	93.4	6.6	
N° 40	0.426	5.0	2.4	95.8	4.2	Proporciones Agregados.
N° 50	0.297	2.1	1.0	96.9	3.1	Agregado Grueso.
N° 80	0.177	3.5	1.7	98.6	1.4	Agregado Fino.
N° 100	0.149	0.2	0.1	98.7	1.3	Fino Malla 200.
N° 200	0.074	0.5	0.2	98.9	1.1	
-200	-	2.3	1.1	100.0		



OBSERVACIONES:

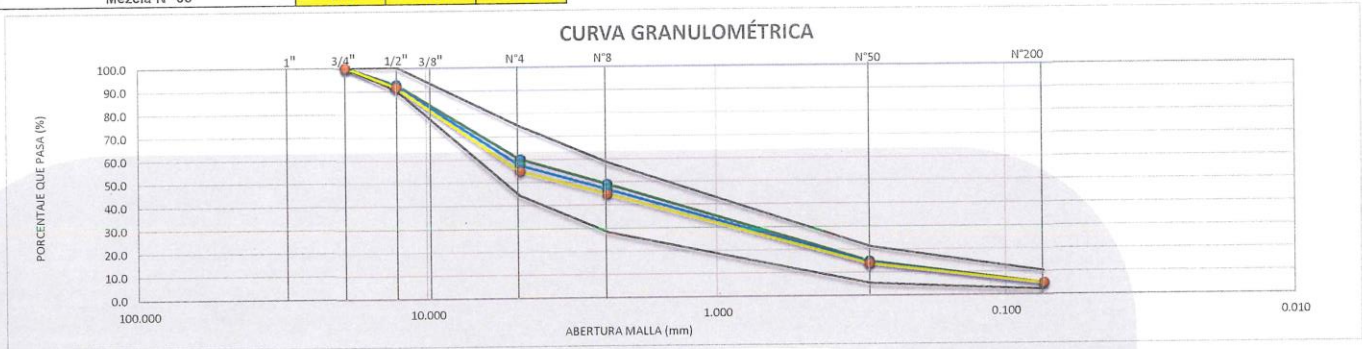
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

AUTORES: Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel
TESIS: "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, SJL, Lima"
UBICACIÓN: Lima
Fecha de ensayo: 10/10/2023

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				1	2	3	ASTM D 3515 "D 5"	
	ABERT. mm	Grava triturada	Arena triturada	Filler				% Pasa	% Pasa
1"	25.400				100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.700	81.6	100.0	100.0	92.6	92.1	91.5	90.0	100.0
3/8"	9.525				92.6	92.1	91.5	na	
1/4"	6.350				92.6	92.1	91.5		
N° 4	4.760	6.3	95.8	100.0	80.0	57.4	54.7	44.0	74.0
N° 6	3.360				80.0	57.4	54.7		
N° 8	2.380		78.4	100.0	49.0	46.7	44.5	28.0	58.0
N° 10	2.000				49.0	46.7	44.5		
N° 16	1.190				49.0	46.7	44.5		
N° 20	0.840				49.0	46.7	44.5		
N° 30	0.590				49.0	46.7	44.5		
N° 40	0.426				49.0	46.7	44.5		
N° 50	0.297		21.4	98.0	14.7	14.2	13.7	5.0	21.0
N° 80	0.177				14.7	14.2	13.7		
N° 100	0.149				14.7	14.2	13.7		
N° 200	0.074		4.8	95.0	4.8	4.8	4.8	2.0	10.0
-200	-								

Mezcla N° 01	40.0	59.5	0.5
Mezcla N° 02	43.0	56.5	0.5
Mezcla N° 03	46.0	53.5	0.5

OK



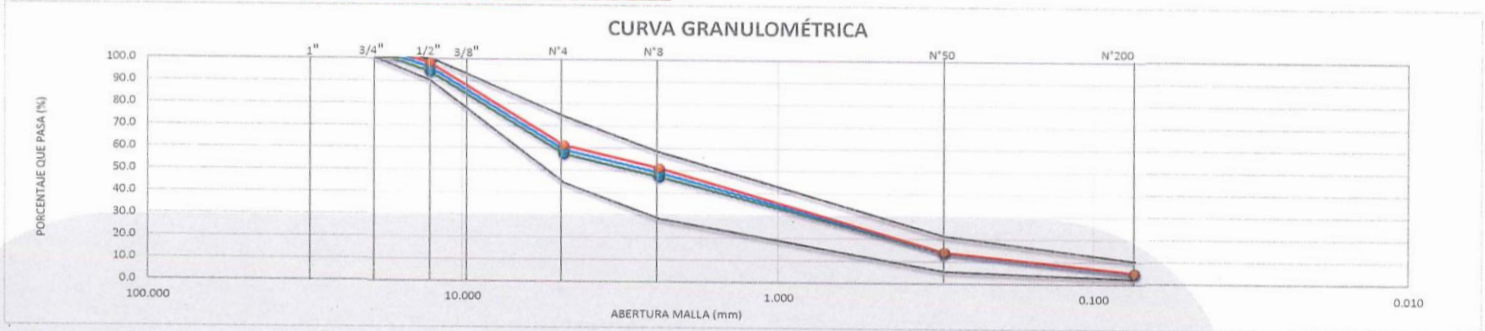
OBSERVACIONES:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA




TESIS : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel
AUTORES : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, SJL, Lima"
UBICACIÓN : Avenida 13 de Enero, SJL, Lima
Fecha de ensayo : 10/10/2023

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					1	2	3	ASTM D 3515 "D 5"	
	ABERT. mm	Grava triturada	Arena triturada	Caucho	Filler				% Pasa	% Pasa
1"	25.400									
3/4"	19.050	100.0	100.0	100.0	100.0	102.5	104.5	106.5	100.0	100.0
1/2"	12.700	81.6	100.0	100.0	100.0	94.0	96.0	98.0	90.0	100.0
3/8"	9.525								na	
1/4"	6.350									
N° 4	4.760	6.3	95.8	100.0	100.0	57.2	59.2	61.2	44.0	74.0
N° 6	3.360									
N° 8	2.380		78.4	100.0	100.0	47.0	49.0	51.0	28.0	58.0
N° 10	2.000									
N° 16	1.190									
N° 20	0.840									
N° 30	0.590									
N° 40	0.426									
N° 50	0.297		21.4	3.1	98.0	18.7	13.8	13.9	5.0	21.0
N° 80	0.177									
N° 100	0.149									
N° 200	0.074		4.8	1.1	95.0	4.8	4.6	4.6	2.0	10.0
-200	-									

Mezcla N° 01 (2.5% Caucho)	46.0	53.5	2.5	0.5
Mezcla N° 02 (4.5 % Caucho)	46.0	53.5	4.5	0.5
Mezcla N° 03 (6.5 % Caucho)	46.0	53.5	6.5	0.5



OBSERVACIONES:

Elaborado por: 	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA




"Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, S.J.L., Lima"

AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel
UBICACIÓN DE PROYECTO : Avenida 13 de Enero, S.J.L., Lima

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Descripción : Núcleos moldeados con el % óptimo del diseño convencional incorporando caucho en la granulometría (2.5% de caucho)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D 6927)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	No 4	No 8	No 50	PROMEDIO	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	91.5	54.8	45.1	13.2		4.7
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	90 - 100	44 - 74	28 - 58	5 - 21		2 - 10
BRIQUETA N°				1	2	3		ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.60			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				42.69			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				51.23			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla				0.47			
5	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc				1.023			
6	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc				2.746			
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.652			
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.110			
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc							
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc							
11	Altura promedio de la briqueta cm							
12	Peso de la briqueta al aire (gr)			1199.1	1197.4	1198.1		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)			1202.4	1200.5	1201.4		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)			694.3	695.1	695.4		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)			508.1	505.4	506.0		
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)			2.360	2.369	2.368	2.366	
17	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)				2.476			
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)			4.7	4.3	4.4	4.5	3 - 5
19	Peso Específico Bulk Agregado Total				2.696			
20	Peso Específico Efectivo Agregado total				2.704			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.12			
22	% de Asfalto Efectivo				5.49			
23	Relación Polvo/Asfalto				0.85		0.85	0.6 - 1.3
24	V.M.A.			17.4	17.0	17.1	17.2	14
25	% Vacíos llenos con C.A.			72.9	74.6	74.3	73.9	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)			14.0	13.0	13.0	13.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)			1262	1273	1255		
28	Factor de estabilidad			1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28			1312	1323	1305	1314	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo			3750	4072	4015	3946	1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

: "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, S.J.L., Lima"

AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel

UBICACIÓN DE PROYECTO : Avenida 13 de Enero, S.J.L., Lima

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Descripción : Nucleos moldeados con el % óptimo del diseño convencional incorporando caucho en la granulometría (4.5% de caucho)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D 6927)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	No 4	No 8	No 50		No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	91.5	54.9	45.5	12.8		4.6
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	90 - 100	44 - 74	28 - 58	5 - 21		2 - 10
BRIQUETA N°				1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.60			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				42.61			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				51.31			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla				0.47			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc				1.023			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc				2.746			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.652			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc							
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc							
11	Altura promedio de la briqueeta cm							
12	Peso de la briqueeta al aire (gr)			1203.3	1201.7	1203.9		
13	Peso de la briqueeta al agua por 60' (gr)			1207.7	1206.1	1208.1		
14	Peso de la briqueeta desplazada (gr)			692.4	690.5	692.5		
15	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc) = (13-14)			515.4	515.6	515.6		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueeta = (12/15)			2.335	2.331	2.335	2.333	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)				2.472			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)			5.6	5.7	5.6	5.6	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.696			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.699			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.05			
22	% de Asfalto Efectivo				5.55			
23	Relación Polvo/Asfalto				0.83		0.83	0.6 - 1.3
24	V.M.A.			18.2	18.4	18.2	18.3	14
25	% Vacios llenos con C.A.			69.5	68.8	69.5	69.3	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)			15.0	15.0	14.0	14.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)			1189	1192	1170		
28	Factor de estabilidad			1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28			1189	1192	1170	1184	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo			3171	3179	3344	3231	1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

TESIS : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, S.J.L, Lima"

AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel

UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Descripción : Nucleos moldeados con el % óptimo del diseño convencional incorporando caucho en la granulometría (6.5% de caucho)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D 6927)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	No 4	No 8	No 50	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	91.5	54.9	45.9	12.5	4.5
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	90 - 100	44 - 74	28 - 58	5 - 21	2 - 10
BRIQUETA N°				1	2	3	PROMEDIO ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.60		
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				42.54		
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				51.39		
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla				0.47		
5	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc				1.023		
6	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc				2.746		
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.652		
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.110		
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc						
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc						
11	Altura promedio de la briqueta cm						
12	Peso de la briqueta al aire (gr)			1199.4	1202.1	1201.6	
13	Peso de la briqueta al agua por 60° (gr)			1204.4	1206.9	1206.8	
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)			686.2	685.6	687.1	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)			518.2	521.3	519.7	
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)			2.315	2.306	2.312	2.311
17	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)				2.464		
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)			6.1	6.4	6.2	6.2 3 - 5
19	Peso Específico Bulk Agregado Total				2.696		
20	Peso Específico Efectivo Agregado total				2.689		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				-0.09		
22	% de Asfalto Efectivo				5.69		
23	Relación Polvo/Asfalto				0.80		0.80 0.6 - 1.3
24	V.M.A.			18.9	19.2	19.0	19.1 14
25	% Vacíos llenos con C.A.			67.9	66.6	67.6	67.4
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)			16.0	16.0	15.0	15.7 8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)			1089	1092	1030	
28	Factor de estabilidad			1.00	1.00	1.00	
29	Estabilidad Corregida 27 * 28			1089	1092	1030	1071 MIN 815
30	Estabilidad / Flujo			2723	2731	2748	2734 1700 - 4000

Elaborado por:

Revisado por:

Aprobado por:




MTL GEOTECNIA S.A.C.
Gilder García Guzmán
INGENIERO CIVIL
CIP N° 299741



MTL GEOTECNIA S.A.C.
CONTROL DE CALIDAD

Jefe de Laboratorio

Ingeniero de Suelos y Pavimentos

Control de Calidad MTL GEOTECNIA




TESIS : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, SJL, Lima"
 AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamín Manuel
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Avenida 13 de Enero, SJL, Lima

Tipo de muestra : Diseño de mezcla asfáltica en caliente

Descripción : Comparativo de mezcla asfáltica en caliente incorporando caucho en granulometría (2.5%, 4.5% y 6.5%)

MUESTRA N°	2.5% de caucho	4.5% de caucho	6.5% de caucho		
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0		
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8191.0	8191.0	8191.0		
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7704.0	7704.0	7702.0		
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8910.0	8908.0	8907.0		
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1206.0	1204.0	1205.0		
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	487.0	487.0	489.0		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.476	2.472	2.464		
CONTENIDO % C.A.	5.20	5.20	5.20		

Observaciones :

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

TESIS : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, SJL, Lima"

AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel

UBICACIÓN DE PROYECTO : Avenida 13 de Enero, SJL, Lima

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Descripción : Comparativo de mezcla asfáltica en caliente incorporando caucho en granulometría (2.5%, 4.5% y 6.5%)

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

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Agregado grava triturada TM 3/4" (Cantera Chillón)	%	46.0	46.0	46.0	46.0
Agregado arena triturada (Cantera Chillón)	%	53.5	51.0	49.0	47.0
Caucho	%	0.0	2.5	4.5	6.5
Filler	%	0.5	0.5	0.5	0.5

Gradación : ASTM D 3515 "D5" "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"




2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto : 60 / 70
% óptimo de asfalto residual : 5.6

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño		% Óptimo diseño convencional	2.5 % de caucho	3.5 % de caucho	6.5 % de caucho	Especificación EG 2013
GOLPES	N°	75	75	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.60	5.60	5.60	5.60	
PESO UNITARIO	kg/m ³	2.374	2.366	2.333	2.311	
VACIOS	%	4.3	4.5	5.6	6.2	3 - 5
V.M.A.	%	16.9	17.2	18.3	19.1	14
V. L.L.C.A.	%	72.7	73.9	69.3	67.4	
POLVO / ASFALTO	%	0.88	0.85	0.83	0.80	0.6 - 1.3
FLUJO	0.01", 0.25 mm	13.4	13.3	14.7	15.7	8 - 14
ESTABILIDAD	kN	12.0	13.1	11.8	10.7	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	3575.6	3945.6	3231.5	2733.7	1700 - 4000

Observaciones:




Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

TESIS : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, S.J.L., Lima"
AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel
UBICACIÓN DE PROYECTO : Avenida 13 de Enero, S.J.L., Lima

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

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D6927)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	No 4	No 8	No 50	No 200	
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	91.5	54.7	44.5	13.7	4.8	
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	90 - 100	44 - 74	28 - 58	5 - 21	2 - 10	
BRIQUETA N°				1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				4.7			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				43.20			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				51.62			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla				0.48			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc				1.023			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc				2.746			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.652			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc							
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc							
11	Altura promedio de la briqueta cm							
12	Peso de la briqueta al aire (gr)			1198.0	1205.8	1202.9		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)			1202.4	1210.3	1207.2		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)			692.3	695.2	694.4		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)			510.1	515.1	512.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)			2.349	2.341	2.346	2.345	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)				2.521			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)			6.8	7.1	6.9	7.0	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.696			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.717			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.30			
22	% de Asfalto Efectivo				4.42			
23	Relación Polvo/Asfalto				1.08			0.6 - 1.3
24	V.M.A.			17.0	17.2	17.1	17.1	14
25	% Vacios llenos con C.A.			59.7	58.6	59.3	59.2	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)			12	12	12	12.0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)			1003	1070	1043		
28	Factor de estabilidad			1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28			1003	1070	1043	1039	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo			3343	3567	3477	3462	1700 - 4000




Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

TESIS : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, S.J.L., Lima"
AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamín Manuel
UBICACIÓN DE PROYECTO : Avenida 13 de Enero, S.J.L., Lima

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

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D6927)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	No 4	No 8	No 50	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100	91.5	54.7	44.5	13.7	4.8
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	90 - 100	44 - 74	28 - 58	5 - 21	2 - 10
BRIQUETA N°				1	2	3	PROMEDIO ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.2		
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				42.97		
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				51.35		
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla				0.47		
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc				1.023		
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc				2.746		
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.652		
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.110		
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc						
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc						
11	Altura promedio de la briqueta cm						
12	Peso de la briqueta al aire (gr)			1201.3	1202.0	1200.0	
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)			1204.5	1204.9	1203.0	
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)			695.6	696.1	696.2	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)			508.9	508.8	506.8	
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)			2.361	2.362	2.368	2.364
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)				2.496		
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)			5.4	5.3	5.1	5.3
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.696		
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.710		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.20		
22	% de Asfalto Efectivo				5.01		
23	Relación Polvo/Asfalto				0.95		0.6 - 1.3
24	V.M.A.			17.0	16.9	16.7	16.9
25	% Vacios Llenos con C.A.			68.1	68.4	69.3	68.6
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)			13.0	13.0	12.0	12.7
27	Estabilidad sin corregir (Kg)			1200	1157	1189	
28	Factor de estabilidad			1.00	1.00	1.04	
29	Estabilidad Corregida 27 * 28			1200	1157	1237	1198
30	Estabilidad / Flujo			3694	3559	4123	3792
							1700 - 4000




Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

TESIS : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, S.J.L., Lima"
 AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamín Manuel
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Avenida 13 de Enero, S.J.L., Lima

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

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D6927)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	No 4	No 8	No 50	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	91.5	54.7	44.5	13.7	4.8
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	90 - 100	44 - 74	28 - 58	5 - 21	2 - 10
BRIQUETA N°				1	2	3	PROMEDIO ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.7		
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				42.75		
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				51.08		
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla				0.47		
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc				1.023		
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc				2.746		
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.652		
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.110		
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc						
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc						
11	Altura promedio de la briqueta cm						
12	Peso de la briqueta al aire (gr)			1203.1	1200.5	1198.7	
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)			1205.3	1202.6	1201.0	
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)			697.9	697.4	698.4	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)			507.4	505.2	502.6	
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)			2.371	2.376	2.385	2.377
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)				2.481		
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)			4.4	4.2	3.9	4.2 3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.696		
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.715		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.26		
22	% de Asfalto Efectivo				5.45		
23	Relación Polvo/Asfalto				0.88		0.6 - 1.3
24	V.M.A.			17.1	16.9	16.6	16.8 14
25	% Vacios llenos con C.A.			74.1	75.0	76.7	75.3
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)			13.0	14.0	14.0	13.7 8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)			1130	1116	1125	
28	Factor de estabilidad			1.04	1.04	1.04	
29	Estabilidad Corregida 27 * 28			1175	1161	1170	1169 MIN 815
30	Estabilidad / Flujo			3616	3316	3343	3425 1700 - 4000




Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

TESIS : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, SJL, Lima"
AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel
UBICACIÓN DE PROYECTO : Avenida 13 de Enero, SJL, Lima

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

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D6927)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	No 4	No 8	No 50	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	91.5	54.7	44.5	13.7	4.8
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	90 - 100	44 - 74	28 - 58	5 - 21	2 - 10
BRIQUETA N°				1	2	3	PROMEDIO ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				6.2		
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				42.52		
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				50.81		
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla				0.47		
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc				1.023		
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc				2.746		
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.652		
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.110		
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc						
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc						
11	Altura promedio de la briqueta cm						
12	Peso de la briqueta al aire (gr)			1204.1	1203.3	1200.1	
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)			1205.4	1204.6	1201.3	
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)			696.7	698.3	696.2	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)			508.7	506.3	505.1	
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)			2.367	2.377	2.376	2.373
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)				2.460		
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)			3.8	3.4	3.4	3.5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.696		
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.712		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.23		
22	% de Asfalto Efectivo				5.98		
23	Relación Polvo/Asfalto				0.80		0.6 - 1.3
24	V.M.A.			17.6	17.3	17.3	17.4
25	% Vacios llenos con C.A.			78.5	80.3	80.2	79.7
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)			15.0	14.0	14.0	14.3
27	Estabilidad sin corregir (Kg)			1113	1077	1110	
28	Factor de estabilidad			1.00	1.04	1.04	
29	Estabilidad Corregida 27 * 28			1113	1120	1154	1129
30	Estabilidad / Flujo			2968	3200	3298	3156
							1700 - 4000

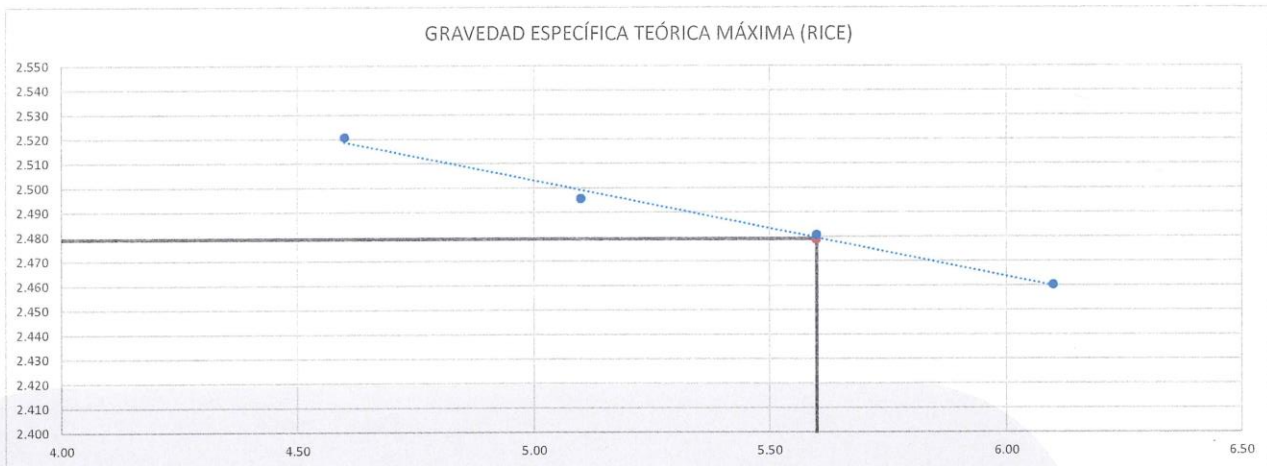
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder García Gelmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

TESIS : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, SJL, Lima"
AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamín Manuel
UBICACIÓN DE PROYECTO : Avenida 13 de Enero, SJL, Lima

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




INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0	6047.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8193.0	8193.0	8193.0	8193.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7715.0	7713.0	7709.5	7706.5	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8920.0	8911.0	8909.0	8903.5	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1205.0	1198.0	1199.5	1197.0	
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	478.0	480.0	483.5	486.5	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.521	2.496	2.481	2.460	
CONTENIDO % C.A.	4.60	5.10	5.60	6.10	



Peso Específico Máximo - Óptimo

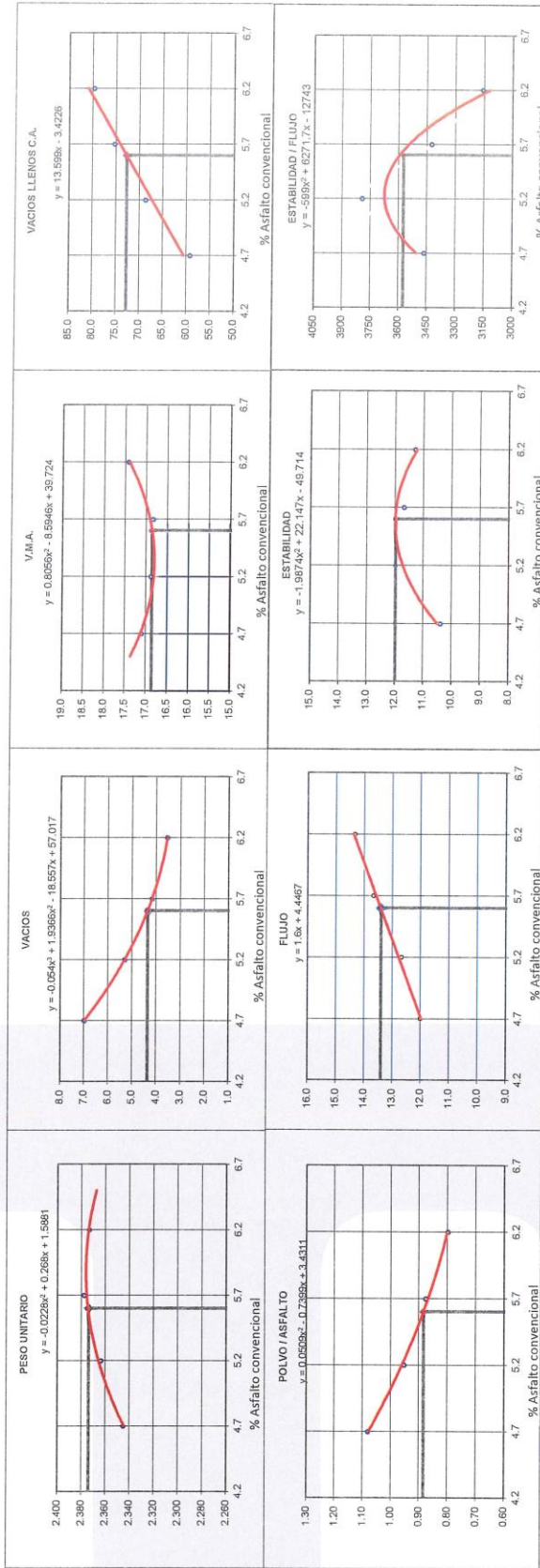
% de C.A. Óptimo

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 289741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

TESIS : Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, S.U.L., Lima*
AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel
UBICACIÓN DE PROYECTO : Avenida 13 de Enero, S.U.L., Lima

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

**DETERMINACIÓN DEL ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO
CURVAS DE ENERGÍA DE COMPACTACIÓN CONSTANTE**



CARACTERÍSTICAS MARSHALL

GOLFES	75
% C.A.	5.50
P. UNITARIO	2.374
VACIOS	4.3
V.M.A.	16.9
V.L.L.C.A.	72.7
POLVO / ASFALTO	0.88
FLUJO	13.4
ESTABILIDAD	12.0
ESTABILIDAD / FLUJO	3575.6

RESUMEN

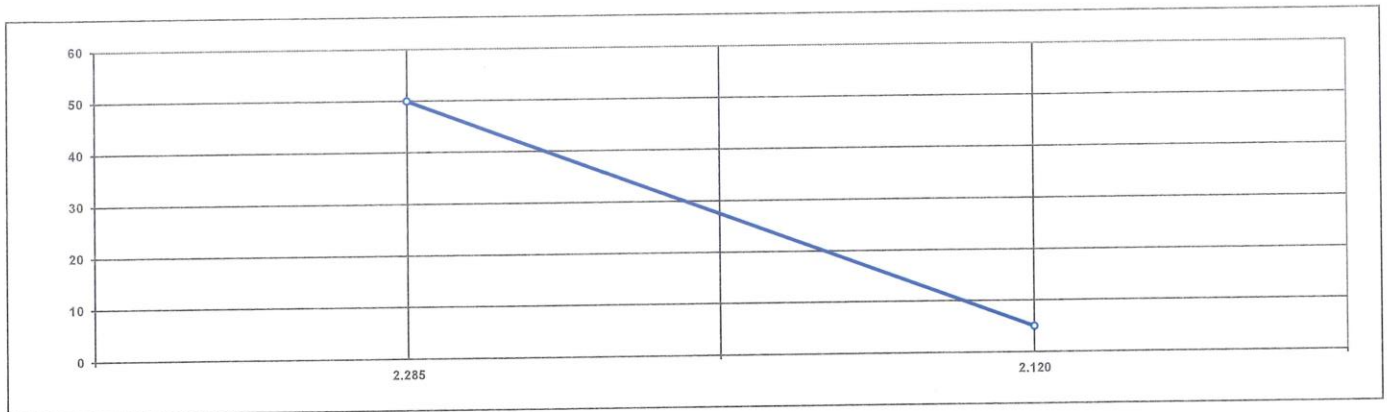
% C.A.	4.7	5.2	5.7	6.2
P.U. BRIQUETA	2.345	2.364	2.377	2.373
VACIOS	7.0	6.3	4.2	3.5
V.M.A.	17.1	16.9	16.8	17.4
V.L.L.C.A.	59.2	68.6	75.3	79.7
POLVO / ASF.	1.08	0.95	0.88	0.80
FLUJO	12.0	12.7	13.7	14.3
ESTABILIDAD	10.4	12.0	11.7	11.3
ESTAB./ FLUJO	3462	3792	3425	3156

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder García Domán INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 225747	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

TESIS : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, SJL, Lima"
 AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Avenida 13 de Enero, SJL, Lima

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

INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD



Nº de Muestras	01	02	03	04
Nº de Golpes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Briqueta al Aire	1206.9	1202.4	1204.2	1208.0
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1211.2	1208.1	1215.0	1219.3
3.- Peso por Desplazamiento	683.2	681.7	648.8	647.5
4.- Volumen de la Briqueta	528.0	526.4	566.2	571.8
5.- Peso Unitario (Gr./cc)	2.286	2.284	2.127	2.113
PROMEDIOS	2.285	2.284	2.120	2.113

2.285	2.120
50	5

1
0.165
GEB(50) - GEB(5)

IC =	6.05
------	------

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Glider García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

TESIS : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, SJL, Lima"
AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel
UBICACIÓN : Avenida 13 de Enero, SJL, Lima




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

INFORME DE ENSAYO DE INMERSIÓN - COMPRESIÓN

N° DE PROBETAS		Grupo seco (curado 4 horas a 25°C)			Grupo húmedo (curado 24 horas a 60°C)		
		01	02		03	04	
1	Diametro	10.12	10.10		10.12	10.11	
2	Espesor	8.63	8.65		8.59	8.63	
3	Contenido de Cemento Asfáltico	5.60	5.60		5.60	5.60	
4	Peso Probeta al Aire	1640.2	1638.0		1640.0	1638.0	
5	Peso de la Probeta Saturada (60')	1644.1	1643.0		1644.1	1641.8	
6	Peso de la Probeta en el Agua	950.1	952.0		951.1	949.0	
7	Volumen de la Probeta	694.0	691.0		693.0	692.8	
8	Peso Especifico Bulk de la Probeta	2.363	2.370		2.367	2.364	
9	Fuerza (kg)	3770	3690		2989	2995	
10	Area (cm2)	80.44	80.12		80.44	80.28	
11	Resistencia a la compresión (Mpa)	4.6	4.5		3.6	3.7	
12	Promedio Resistencia a la comp, 4 h (kg)	4.6					
13	Promedio Resistencia a la comp, 24 h (kg)				3.7		
14	Resistencia a la compresión (Mpa)				4.1		
15	Resistencia retenida (%)				80.1		

Obsevaciones :

- Pesos unitarios calculado a 25°C
- Ensayos realizados en prensa de concreto.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

TESIS : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, S.J.L, Lima"
AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamín Manuel
UBICACIÓN DE PROYECTO : Avenida 13 de Enero, S.J.L, Lima

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

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

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Agregado grava triturada TM 3/4" (Cantera Chillón) : 46.0 %
Agregado arena triturada (Cantera Chillón) : 53.5 %
Filler : 0.5 %
Gradación : ASTM D 3515 "D5" "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"




2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto : PEN 60 / 70
% óptimo de asfalto residual : 5.60

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño	- 0.2 %	% Óptimo	+0.2 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	5.40	5.60	5.80	
PESO UNITARIO kg/m ³	2.370	2.374	2.376	
VACIOS %	4.8	4.3	4.0	3 - 5
V.M.A. %	16.8	16.9	17.0	14
V. LL.C.A. %	70.0	72.7	75.5	
POLVO / ASFALTO %	0.92	0.88	0.85	0.6 - 1.3
FLUJO mm	13.1	13.4	13.7	8 - 14
ESTABILIDAD kN	11.9	12.0	11.9	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	3645.6	3575.6	3462.6	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa		4.1		2.1
RESISTENCIA RETENIDA %		80.1		75

Observaciones:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 GLIDER GARCÍA CARRERA INGENIERO CIVIL CIP Nº 21094	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-PR-LAB-MS-005.01
		Revisión	5
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	25/11/2021

TESIS : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, S.J.L, Lima"

AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel

UBICACIÓN : Avenida 13 de Enero, S.J.L, Lima

Progresiva : ---

Calicata : C1

Profundidad : 1.5 m.

Ensayado por: Mirella Flores

Fecha de ensayo: 5/10/2023

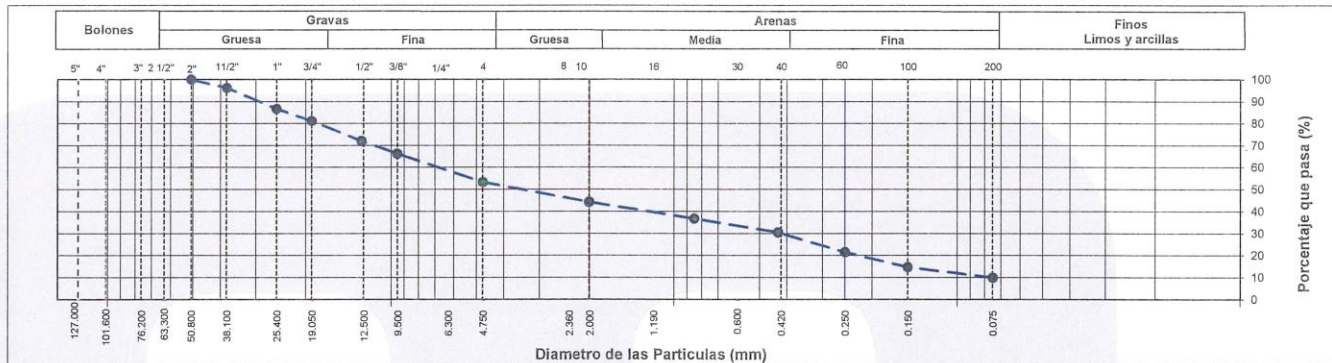
TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA	/	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
	(mm)			CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
3"	76.200	100.00	/	Contenido Humedad (%)		
2 1/2"	63.500	100.00		5.0		
2"	50.800	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
1 1/2"	38.100	96.26		Límite Líquido (LL)		
1"	25.400	86.79		19		
3/4"	19.050	81.25		Límite Plástico (LP)		
1/2"	12.700	72.14		17		
3/8"	9.530	66.38		Índice Plástico (IP)		
N° 4	4.750	53.39		3		
N° 10	2.000	44.38		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
N° 20	0.850	36.84		Grava (%)		
N° 40	0.430	30.54		Arena (%)		
N° 60	0.250	21.64		Finos (%)		
N° 100	0.150	14.85		46.6		
N° 200	0.075	10.09		43.3		
				CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
				Clasificación SUCS (ASTM D2487)		
				GP - GM		
				Clasificación AASHTO (ASTM D3282)		
				A-1-a (0)		
				Nombre del Grupo		
				Grava pobremente gradada con limo y arena		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: GP - GM Grava pobremente gradada con limo y arena
ASTM 2488

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:


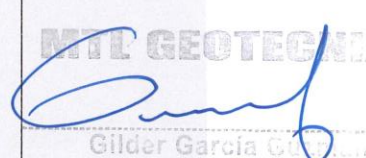
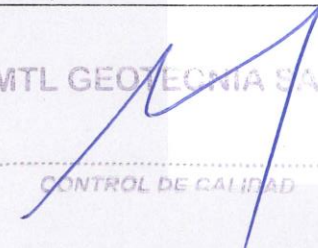
- 1) El método de ensayo para contenido de humedad es el A y para el secado de la muestra se empleó Horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- 2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
- 3) El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$.

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por:  Gilder García C... INGENIERO CIVIL CIP N° 258774	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	3/01/2022

TESIS : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, S.J.L, Lima"
AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel
UBICACIÓN : Avenida 13 de Enero, S.J.L, Lima

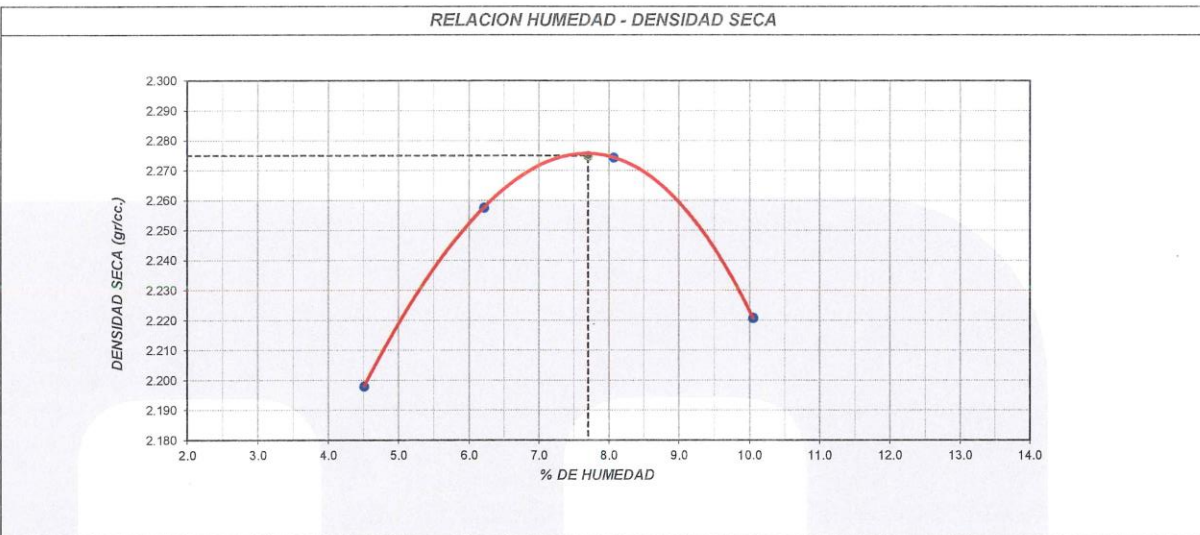
Sondaje/Calicata : C-01
Muestra : ---
Profundidad : 1.5 m.
Ensayado por: Mirella Flores
Fecha de ensayo: 5/10/2023

Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))
(Ensayo de compactación - Proctor Modificado)

Método de Ensayo	C
Tamiz límite	3/4 "
Método de preparación	Muestra Húmeda
Tipo de apisonador	Manual
Volumen Molde	2090 cm ³
Peso Molde	6684 gr.

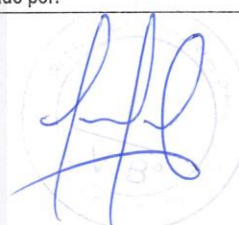

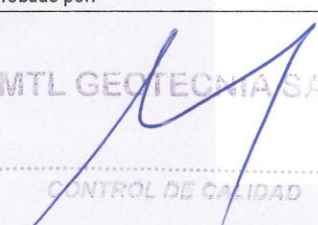
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.297	2.398	2.458	2.444	
Contenido de agua	%	4.5	6.2	8.1	10.1	
Densidad Seca	gr/cm ³	2.198	2.258	2.274	2.221	

Densidad Máxima Seca:	2.275 gr/cm ³ .	Contenido Humedad Óptima:	7.70 %
-----------------------	----------------------------	---------------------------	--------



OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder García INGENIERO CIVIL CIP N° 2997	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	3/01/2022

TESIS	: "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, S.J.L, Lima"		
AUTORES	: Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel		
UBICACIÓN	: Avenida 13 de Enero, S.J.L, Lima		
Sondaje/Calicata	: C-01	Ensayado por:	Mirella Flores
Muestra	: ---	Fecha de ensayo:	9/10/2023
Profundidad	: 1.5 m.		

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D1883

A) Ensayo preliminar de Compactación:
(Ensayo Proctor Modificado ASTM D-1557)

Método:	:	C
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	:	2.275
Óptimo Contenido de Humedad (%)	:	7.70

B) Contenido de Humedad:
(Ensayo de Contenido de Humedad ASTM D-2216)

Condición de la muestra	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN
Peso de suelo seco (gr.)	237.7	-	236.2	-	285.1	-
Peso de agua (gr.)	74.7	-	21.9	-	26.3	-
Humedad (%)	7.7	-	7.6	-	7.7	-

C) Compactación de Moldes:

Molde N°	Molde N° 4	Molde N° 3	Molde N° 2
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Condición de la muestra	Sumergida	Sumergida	Sumergida
Humedad (%)	7.70	7.60	7.70
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.274	2.168	2.032

D) Cuadro CBR para 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración:

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 4				Molde N° 3				Molde N° 2			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		72	3.7			58	2.9			25	1.3		
0.050		297	15.1			237	12.0			104	5.3		
0.075		558	28.4			447	22.7			195	9.9		
0.100	70.307	1102	56.0	52.6	74.8	882	44.8	42.8	60.9	386	19.6	18.6	26.5
0.150		1770	89.9			1416	71.9			619	31.5		
0.200	105.480	2303	116.9	111.4	105.6	1842	93.6	89.6	85.0	806	40.9	37.2	35.3
0.300		3218	163.5			2575	130.8			1126	57.2		
0.400		4085	206.5			3252	165.2			1423	72.3		
0.500		4725	240.0			3780	192.0			1854	84.0		

E) Proceso de expansión o hinchamiento : No presenta

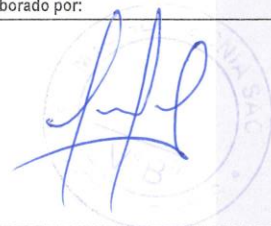
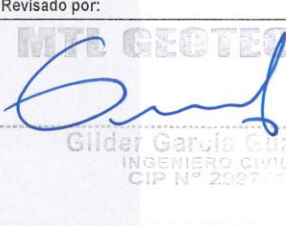
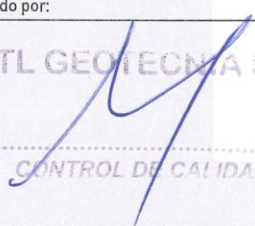
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%

NOTAS DEL ENSAYO

- 1) El suelo corresponde a una clasificación: GC - GM.
- 2) El porcentaje retenido por el tamiz 3/4" es de 16.35 %
- 3) No hay reemplazo de material para el porcentaje retenido en el tamiz 3/4".
- 4) Antes de la penetración, la condición de muestra es sumergida
- 5) Los materiales se sumergieron durante 96 horas.
- 6) Para la preparación y compactación de la muestra se utilizó el método indicado en ASTM D-1157
- 8) -

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

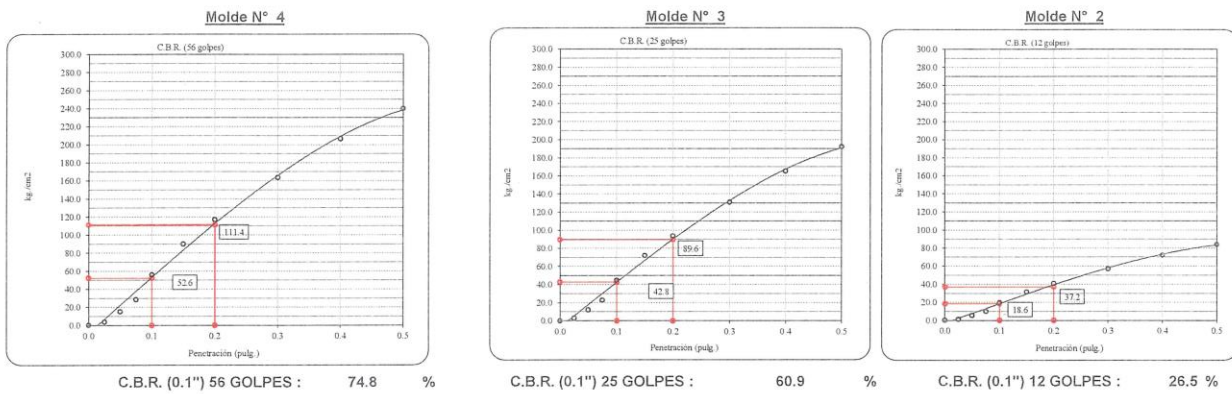
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	3/01/2022
<p>TESIS : "Diseño de pavimento drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de Enero, S.J.L, Lima"</p> <p>AUTORES : Castillo Rivera, Dhara Valentina / Huado Espinoza, Benjamin Manuel</p> <p>UBICACIÓN : Avenida 13 de Enero, S.J.L, Lima</p>			
Sondaje/Calicata : C-01		Ensayado por: Mirella Flores	
Muestra : ---		Fecha de ensayo: 9/10/2023	
Profundidad : 1.5 m.			

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D1883**

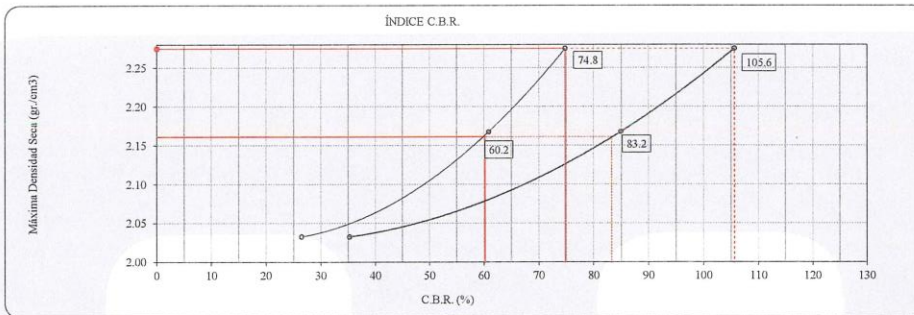
Ensayo de Próctor Modificado - Método C

Máxima Densidad Seca	2.275 gr./cm ³	Óptimo Contenido de Humedad	7.70 %
Máxima Densidad Seca al 95%	2.161 gr./cm ³	Clasificación de suelos	GC - GM

Curvas de Esfuerzo vs. Penetración



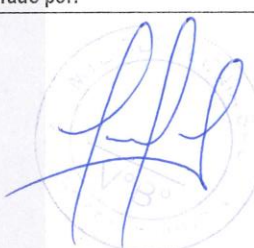
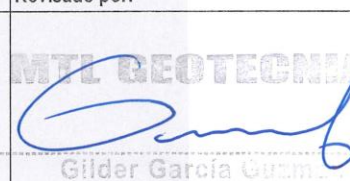

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	74.8 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	60.2 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	105.6 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":	83.2 %

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 289741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO 9: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-634-2023

Página 1 de 3

Expediente : 246-2023
Fecha de emisión : 2023-08-16

1. Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Descripción del Equipo : CELDA DE CARGA Y PESAS PARA CORTE DIRECTO

Marca de Corte Directo : NO INDICA
Modelo de Corte Directo : NO INDICA
Serie de Corte Directo : NO INDICA

Marca de Celda : KELI
Modelo de Celda : A-FED
Serie de Celda : 5E91767
Capacidad de Celda : 500 kg

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

3. Lugar y fecha de Calibración

CAL LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
14 - AGOSTO - 2023

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	LFP-002-2023	PUNTO DE PRECIÓN
INDICADOR	NO INDICA		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25,5	25,8
Humedad %	67	68

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 PRECIÓN S.A.C.



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

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado 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.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-634-2023

Página 2 de 3

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) %			
50	49,80	49,60	0,40	0,80	49,70	0,60	0,40
100	99,70	99,80	0,30	0,20	99,75	0,25	-0,10
150	149,40	149,60	0,40	0,27	149,50	0,33	-0,13
200	199,70	199,20	0,15	0,40	199,45	0,28	0,25
250	249,10	249,40	0,36	0,24	249,25	0,30	-0,12
300	299,00	299,20	0,33	0,27	299,10	0,30	-0,07
350	348,60	348,70	0,40	0,37	348,65	0,39	-0,03
400	397,80	397,90	0,55	0,53	397,85	0,54	-0,02

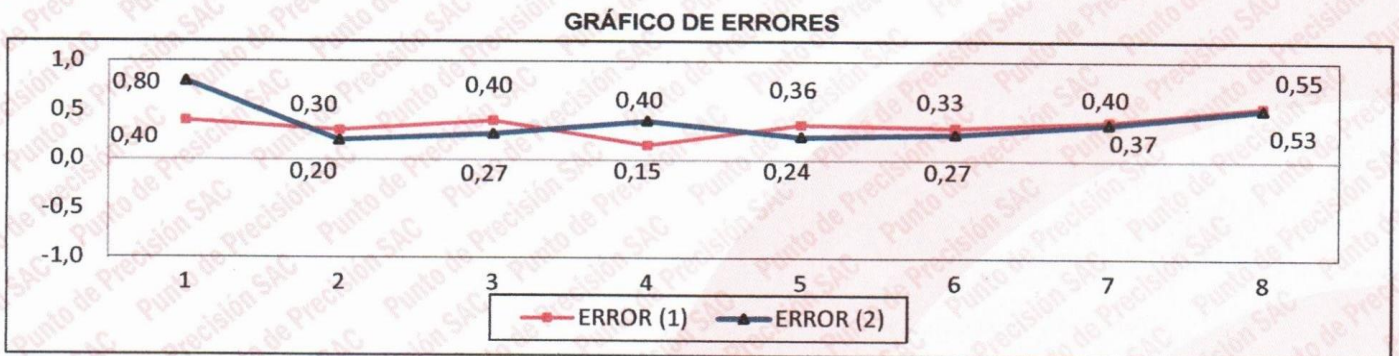
NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

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

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 1,0047x - 0,2196$

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



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





PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-634-2023

Página 3 de 3

PESAS DE CORTE DIRECTO

IDENTIFICACIÓN	VALOR NOMINAL g	VALOR DETERMINADO g	CORRECCIÓN g
1	300	318	-18,0
2	300	318	-18,0
3	800	738	62,0
4	1200	1275	-75,0
5	2500	2550	-50,0
6	6000	5858	142,0
7	12000	11716	284,0

FIN DEL DOCUMENTO



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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-460-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 246-2023
Fecha de emisión : 2023-08-16

1. Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TERMÓMETRO

Indicación : DIGITAL

Intervalo de Indicación : -50 °C a 150 °C ; - 58 °F a 302 °F

Resolución : 0,1 °C ; 0,1 °F

Marca : HANNA

Modelo : NO INDICA

Serie : 21027F

Elemento Sensor : UNA TERMORRESISTENCIA DE PLATINO

Longitud de Bulbo : 10,0 cm

Punto de Precisión S.A.C. utiliza en sus verificaciones y calibraciones patrones 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

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
15 - AGOSTO - 2023

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa siguiendo el procedimiento de calibración PC - 017 "Procedimiento para la calibración de Termómetros Digitales".

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT-099-2022	INACAL - DM

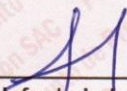
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	26,2	26,2
Humedad %	75	75

7. Resultados de la Medición

Los resultados de las mediciones se muestran en la página siguiente, tiempo de estabilización del Termómetro no menor a 10 minutos. La Incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura $k=2$ para un nivel de confianza del 95 %.




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.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-460-2023

Página : 2 de 2

Resultados de la Medición

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
20,2	20,31	0,11	0,083
40,4	40,53	0,13	0,083
150,0	150,12	0,12	0,084

LA TEMPERATURA CONVENCIONAL VERDADERA (TCV) RESULTA DE LA RELACIÓN
 $TCV = \text{INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO} + \text{CORRECCIÓN}$

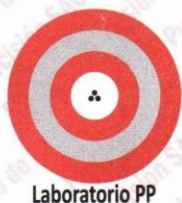
Nota 1.- La profundidad de inmersión del sensor fue de 9 cm aproximadamente.

Nota 2.- Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos.

FIN DEL DOCUMENTO



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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-759-2023

Página 1 de 9

Expediente : 246-2023
Fecha de emisión : 2023-08-16

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 %.

1. Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

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.

2. Instrumento de medición : MEDIO ISOTERMICOS (HORNO)

Marca : PERUTEST
Modelo : PT-H76
Número de Serie : 458
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

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.

Tipo de Indicador del Ind. : DIGITAL
Alcance del Indicador : NO INDICA
Resolución del Indicador : 0,1 °C
Marca del Indicador : AUTCOMP
Modelo del Indicador : TCD
Serie del Indicador : NO INDICA

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.

Tipo de indicador del selc. : DIGITAL
Alcance del Selector : NO INDICA
División de Escala : 0,1 °C
Clase : NO INDICA

Punto de calibración : 60°C ± 5°C ; 110°C ± 5°C ; 180°C ± 5°C

Fecha de calibración : 2023-08-14

3. Método de calibración

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

4. Lugar de calibración

CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA




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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-759-2023
Página 2 de 9

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	26,9	24,6
Humedad relativa (%hr)	56,0	57,0

6. Trazabilidad

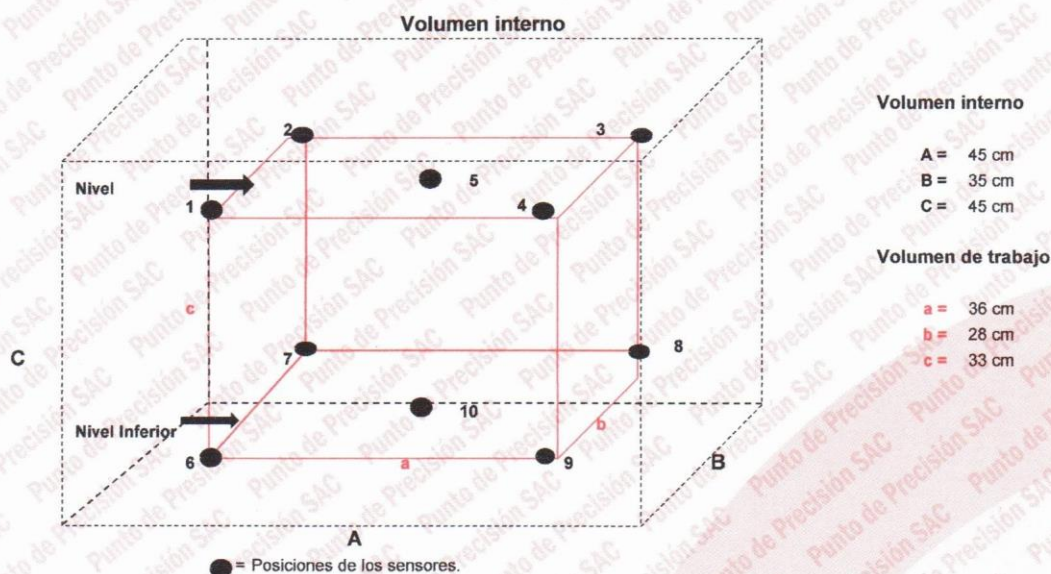
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
Termómetro digital de 10 sensores termopares tipo T con una incertidumbre en el orden de 0,1 °C a 0,1 °C.	CT-1086-2023	TOTAL WEIGHT & SYSTEMS S.A.C.

7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se colocó una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para La prueba consistió en plato de aluminio.
- Se seleccionó el selector del equipo en 60 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 60 °C.

8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



A, B, C = Dimensiones del volumen interno del equipo.

a, b, c = Aproximadamente 1/10 a 1/4 de las paredes de las dimensiones del volumen interno.

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

Distancia de la pared inferior del equipo al nivel inferior: 8,5 cm

Distancia de la pared superior del equipo al nivel superior: 3,5 cm



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.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-759-2023
Página 3 de 9

9. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el primer punto de calibración : 60 °C ± 5 °C

Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C												T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10	Posición 11	Posición 12		
00:00	60	59,5	59,1	59,7	59,2	59,6	64,2	62,4	60,7	60,0	65,4			61,0	6,4
00:02	60	59,5	59,2	60,0	59,4	59,5	64,3	62,5	60,7	59,9	65,3			61,0	6,2
00:04	60,1	59,7	59,2	60,1	59,4	59,7	64,6	62,6	60,9	60,6	66,0			61,3	6,9
00:06	60,2	59,7	59,2	59,8	59,4	59,9	64,6	62,6	60,9	60,6	65,7			61,3	6,6
00:08	60	59,5	59,1	59,7	59,2	60,1	64,3	62,3	60,6	60,0	65,5			61,0	6,5
00:10	59,9	59,3	58,9	59,6	59,0	59,0	64,1	62,3	60,6	59,6	65,6			60,8	6,8
00:12	59,9	59,4	58,9	59,8	59,1	60,1	64,2	62,5	60,7	59,7	65,3			61,0	6,5
00:14	60	59,7	59,2	60,3	59,5	59,7	64,8	62,5	60,8	60,3	65,8			61,3	6,7
00:16	60,1	59,5	59,0	59,8	59,2	59,8	64,2	62,6	60,8	59,9	65,7			61,1	6,8
00:18	60	59,4	58,9	59,6	59,1	59,6	64,1	62,3	60,6	59,9	65,5			60,9	6,7
00:20	60,2	59,7	59,1	59,7	59,5	60,0	64,8	62,6	60,8	59,7	65,4			61,1	6,4
00:22	60	59,5	59,2	59,7	59,0	60,1	64,3	62,5	60,7	60,3	65,3			61,1	6,3
00:24	60	59,7	59,1	59,8	59,4	60,2	64,6	62,6	60,8	59,9	66,0			61,2	7,0
00:26	60,2	59,7	58,9	60,1	59,2	60,0	64,1	62,5	60,9	60,1	65,7			61,1	6,9
00:28	60	59,5	59,1	60,0	59,5	60,1	64,8	62,3	60,6	60,0	65,5			61,2	6,5
00:30	60,2	59,4	58,9	59,7	59,0	59,8	64,1	62,5	60,7	59,6	65,6			60,9	6,8
00:32	59,9	59,5	59,0	59,8	59,4	59,7	64,2	62,5	60,9	59,7	65,3			61,0	6,4
00:34	60	59,7	59,2	59,8	59,5	59,8	64,8	62,6	60,8	60,3	66,0			61,3	6,9
00:36	60,1	59,6	58,9	60,3	59,1	59,9	64,2	62,3	60,7	60,1	65,7			61,1	6,9
00:38	60	59,6	59,2	59,8	59,2	60,1	64,6	62,4	60,6	60,0	65,5			61,1	6,4
00:40	60,2	59,4	59,1	59,6	59,0	60,1	64,1	62,6	60,7	60,0	65,6			61,0	6,6
00:42	60	59,7	58,9	60,0	59,5	60,0	64,8	62,5	60,8	59,6	65,3			61,1	6,5
00:44	60,1	59,5	59,2	60,1	59,4	59,8	64,3	62,3	60,6	60,1	66,0			61,1	6,9
00:46	60,2	59,4	59,2	60,1	59,2	59,7	64,6	62,6	60,9	59,7	65,7			61,1	6,6
00:48	60	59,7	58,9	59,7	59,0	59,1	64,3	62,6	60,6	60,0	65,5			61,0	6,7
00:50	60,2	59,5	59,1	59,7	59,1	60,2	64,8	62,3	60,9	59,6	65,6			61,1	6,6
00:52	60	59,7	59,1	59,8	59,5	61,0	64,2	62,6	60,6	59,7	65,3			61,2	6,3
00:54	60,1	59,7	59,2	60,3	59,0	60,8	64,3	62,5	60,8	60,3	65,8			61,3	6,8
00:56	60,2	59,4	59,0	59,8	59,1	60,1	64,6	62,6	60,7	60,6	65,9			61,2	7,0
00:58	60	59,6	58,9	59,6	59,5	60,4	64,2	62,3	60,6	59,7	65,7			61,1	6,9
01:00	60,1	59,7	59,2	60,2	59,0	59,7	64,6	62,5	60,9	59,6	65,4			61,1	6,4

T. Promedio	57,90	57,30	58,20	57,50	58,20	62,50	60,60	59,00	58,30	63,70			Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	59,70	59,20	60,30	59,50	61,00	64,80	62,60	60,90	60,60	66,00			
T. Mínimo	0,10	0,00	0,50	0,40	1,80	0,60	0,30	0,30	0,70	0,40			
DTT	59,70	59,20	59,80	59,10	59,10	64,20	62,30	60,60	60,00	65,60			

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	66,0	0,1
Mínima temperatura registrada durante la calibración	0,0	0,1
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	65,6	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	6,4	0,2
Estabilidad (±)	32,80	0,04
Uniformidad	7,0	0,1



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.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

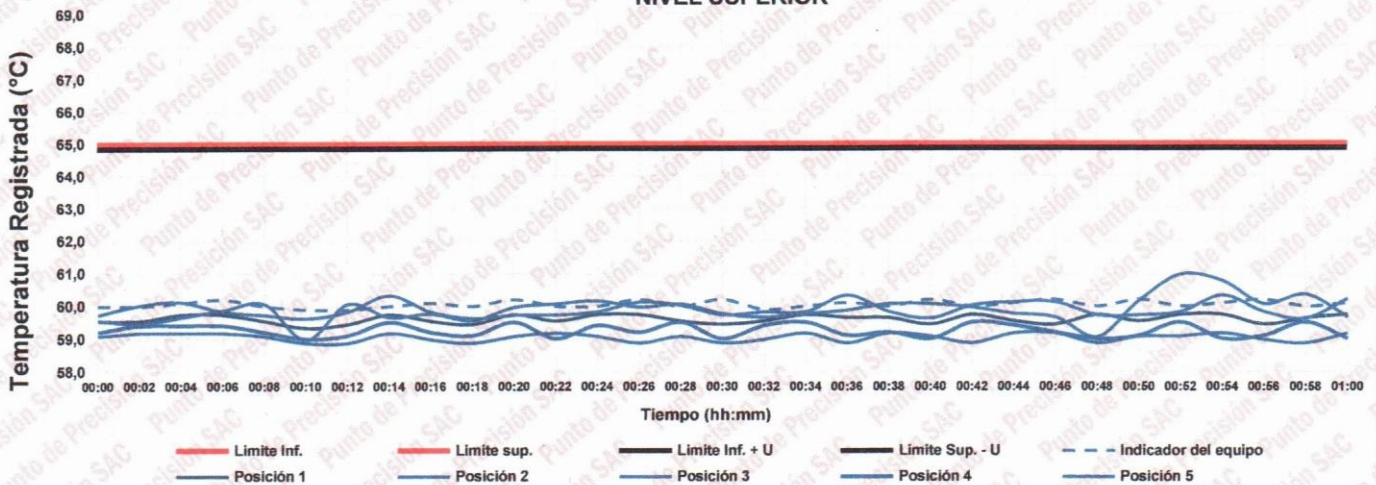
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-759-2023
Página 4 de 9

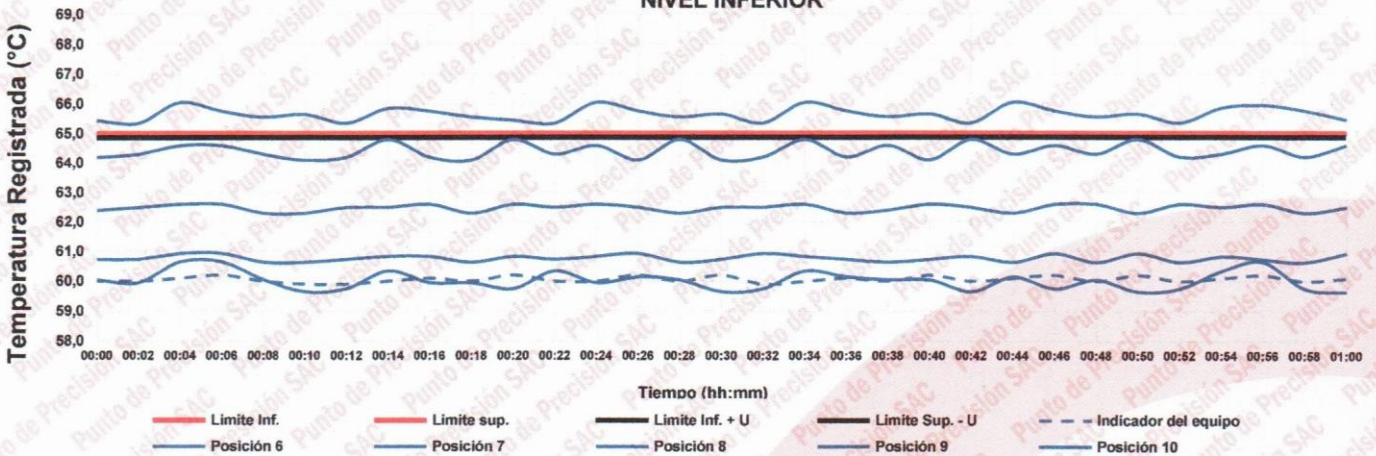
10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR



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.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-759-2023
Página 5 de 9

11. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el segundo punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C												T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10	Posición 11	Posición 12		
00:00	109,7	114,1	113,1	111,6	111,7	114,2	114,0	112,9	118,0	114,5	112,6			113,7	6,4
00:02	109,6	114,2	113,6	111,9	111,9	113,3	113,9	113,5	118,3	114,5	112,8			113,8	6,4
00:04	110,0	114,5	113,5	112,6	112,3	114,2	114,1	113,3	118,8	115,5	113,5			114,2	6,4
00:06	110,3	114,4	113,5	112,7	112,2	114,1	113,9	112,4	119,1	114,6	114,1			114,1	6,8
00:08	110,3	114,3	113,2	112,1	112,2	114,3	114,3	113,1	118,6	114,5	113,5			114,0	6,5
00:10	110,0	114,2	113,0	111,7	111,9	113,9	113,9	113,6	118,3	114,2	112,6			113,7	6,6
00:12	109,1	114,3	114,0	111,5	111,9	114,0	113,7	113,3	118,0	114,6	113,6			113,9	6,5
00:14	109,7	114,4	113,8	112,2	112,0	113,3	114,3	112,7	118,4	114,9	113,3			113,9	6,3
00:16	110,0	114,4	114,4	112,2	112,5	114,7	113,9	113,3	118,6	114,8	112,8			114,2	6,4
00:18	110,1	114,8	114,3	112,6	112,7	113,8	113,8	113,3	118,8	115,6	113,0			114,3	6,2
00:20	109,6	114,2	112,9	111,6	112,0	114,0	113,9	113,3	118,6	114,0	114,1			113,9	7,0
00:22	109,6	114,2	113,0	111,9	112,3	113,0	114,3	112,6	118,3	114,5	112,6			113,7	6,4
00:24	110,0	114,7	113,0	112,6	112,3	114,2	114,1	113,3	118,8	114,5	113,0			114,1	6,4
00:26	109,8	114,4	113,6	112,5	112,2	114,3	114,6	113,8	118,0	114,0	113,5			114,1	5,7
00:28	110,3	114,3	113,2	112,1	112,2	114,0	113,9	112,5	118,6	114,6	113,9			113,9	6,5
00:30	110,0	114,2	113,0	111,7	111,9	114,2	113,9	113,1	118,3	114,5	113,5			113,8	6,6
00:32	109,1	114,3	114,0	111,5	111,9	114,0	113,7	113,3	118,6	114,2	112,6			113,8	7,1
00:34	109,7	114,7	114,3	112,6	112,0	113,6	114,3	113,6	118,6	114,5	112,8			114,1	6,5
00:36	110,0	114,5	114,4	112,2	112,5	114,7	114,9	112,7	118,6	114,6	113,8			114,3	6,4
00:38	110,1	114,9	114,3	112,7	111,7	113,8	113,9	113,3	118,8	114,0	113,0			114,0	7,0
00:40	109,7	114,8	113,0	111,6	112,0	113,8	114,0	111,9	118,0	112,6	113,5			113,5	6,4
00:42	109,6	114,2	113,8	111,9	111,9	113,0	113,7	112,5	118,6	114,0	112,6			113,6	6,7
00:44	110,0	114,5	113,6	112,4	112,3	114,2	114,1	112,3	118,8	114,9	113,7			114,1	6,5
00:46	110,1	114,4	113,5	112,7	112,0	114,1	113,9	113,8	119,1	114,5	112,8			114,1	7,0
00:48	110,3	114,6	114,3	112,1	112,5	113,3	113,7	113,8	118,4	114,0	113,5			114,0	6,3
00:50	110,0	114,2	113,0	111,5	111,9	113,9	113,9	113,6	118,3	114,3	112,7			113,7	6,8
00:52	109,9	114,3	113,8	111,7	112,0	114,0	114,6	113,5	118,0	114,6	114,0			114,1	6,3
00:54	109,9	114,4	113,0	111,8	112,0	113,8	114,3	112,3	118,6	114,5	112,6			113,7	6,8
00:56	110,0	114,3	113,8	112,6	112,4	114,3	114,3	112,1	118,8	114,2	112,7			114,0	6,7
00:58	110,1	114,8	114,4	112,2	112,6	114,7	113,9	112,5	118,6	114,6	113,3			114,2	6,4
01:00	109,9	114,5	113,5	112,7	112,2	114,0	114,3	113,3	118,0	114,9	112,6			114,0	5,7

T. Promedio	111,1	110,3	108,8	108,9	110,6	110,8	109,7	115,0	111,2	109,9			Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	114,9	114,4	112,7	112,7	114,7	114,9	113,8	119,1	115,6	114,1			
T. Mínimo	0,4	1,2	1,0	0,9	1,5	1,2	1,8	1,1	2,7	1,2			
DTT	114,6	113,1	111,7	111,9	113,1	113,7	111,9	118,0	113,0	112,9			

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	119,1	0,2
Minima temperatura registrada durante la calibración	0,4	0,1
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	118,0	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	6,2	0,1
Estabilidad (±)	59,00	0,04
Uniformidad	7,1	0,2




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



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

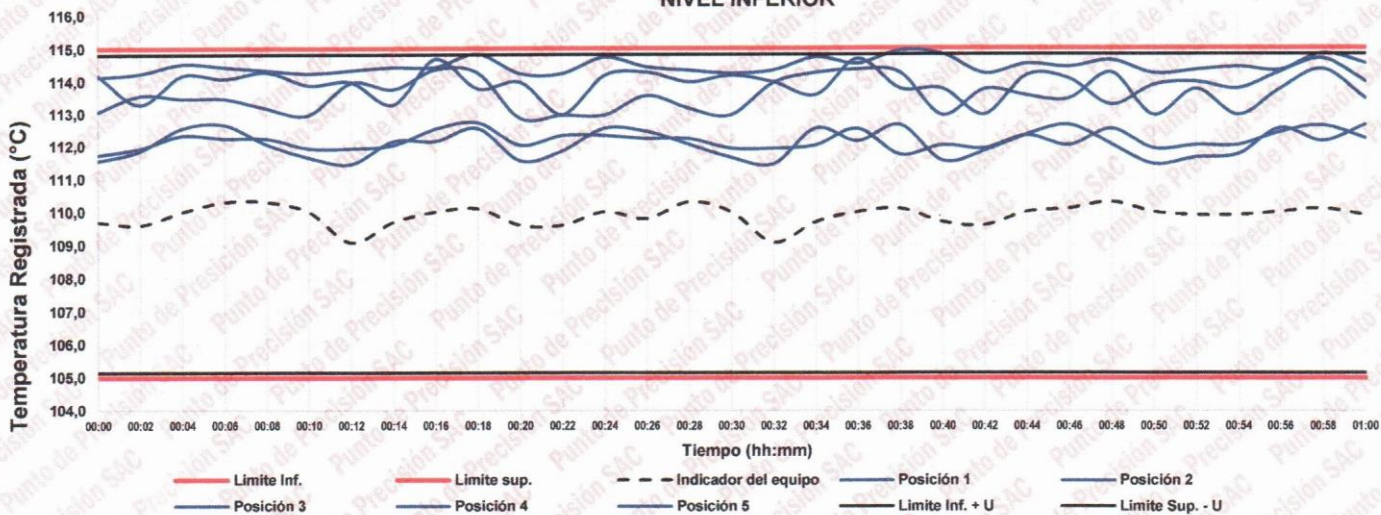
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-759-2023

Página 6 de 9

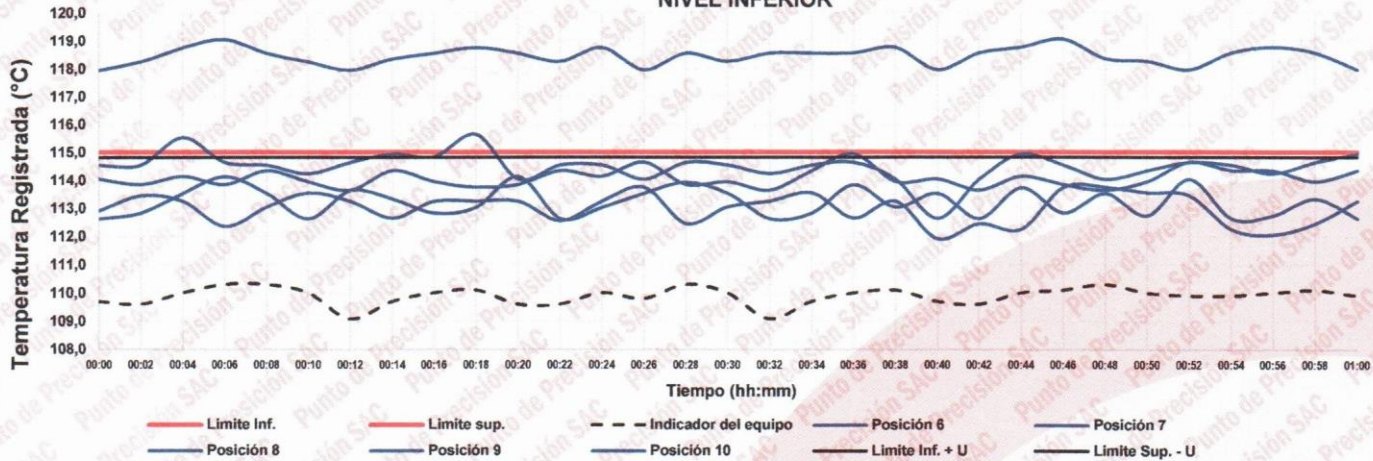
12. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5$

NIVEL INFERIOR



NIVEL INFERIOR



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.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-759-2023
Página 7 de 9

13. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el tercer punto de calibración : 180 °C ± 5 °C

Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C												T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10	Posición 11	Posición 12		
00:00	157,0	168,2	168,6	161,2	164,0	167,6	165,5	168,2	170,8	168,1	168,6			167,1	9,6
00:02	157,3	168,9	170,6	161,5	164,1	168,6	167,5	166,2	167,3	168,9	168,0			167,1	9,1
00:04	157,5	168,7	168,2	161,7	165,1	169,1	169,3	165,6	165,9	170,0	167,0			167,0	8,3
00:06	157,6	169,0	167,0	162,1	164,2	169,4	170,2	166,0	165,8	170,8	165,6			167,0	8,7
00:08	158,5	169,8	168,9	162,4	164,6	171,6	168,7	167,2	166,1	171,6	166,0			167,7	9,2
00:10	158,9	171,6	170,0	162,7	164,9	171,2	168,2	166,6	167,1	169,9	165,8			167,8	8,9
00:12	157,6	169,3	170,5	162,8	166,4	168,6	167,3	165,5	168,2	168,8	167,4			167,5	7,7
00:14	158,5	168,4	170,9	163,0	165,6	167,9	168,6	166,3	169,5	167,9	169,8			167,8	7,9
00:16	158,9	169,3	171,5	163,9	166,1	169,3	169,2	168,5	170,3	167,6	171,0			168,7	7,6
00:18	159,3	171,9	172,3	163,5	166,4	170,8	169,9	171,0	172,8	169,0	169,1			169,7	9,3
00:20	159,5	171,7	172,5	164,2	166,8	170,0	169,1	170,2	169,9	169,8	167,0			169,1	8,3
00:22	158,2	168,3	170,6	162,1	166,1	168,6	167,6	169,3	169,4	171,0	167,8			168,1	8,9
00:24	157,2	169,0	170,6	161,8	165,1	167,5	168,2	166,3	167,4	169,8	168,2			167,4	8,8
00:26	157,4	169,8	168,2	162,1	164,2	167,7	169,2	165,7	165,7	169,1	166,8			166,8	7,7
00:28	157,8	169,1	166,5	162,3	164,1	169,0	170,0	165,8	166,8	167,6	166,0			166,7	7,7
00:30	158,4	168,9	168,9	162,6	164,7	169,9	170,6	166,6	167,9	169,3	165,6			167,5	8,0
00:32	159,3	169,1	170,0	163,1	165,0	171,6	168,9	168,2	170,3	170,0	166,0			168,2	8,5
00:34	158,5	169,4	170,5	163,2	165,6	170,7	168,6	170,0	172,1	170,6	166,6			168,7	8,9
00:36	158,6	170,2	170,9	163,5	165,7	170,1	166,7	170,8	171,1	169,7	169,7			168,8	7,6
00:38	159,0	170,4	171,5	164,2	166,4	168,9	167,5	170,4	170,3	169,1	171,5			169,0	7,4
00:40	159,4	170,6	172,3	163,6	166,6	168,1	168,1	169,2	169,6	168,8	167,8			168,5	8,7
00:42	159,6	172,0	172,5	164,4	166,7	168,6	169,4	168,0	167,1	167,6	167,6			168,4	8,1
00:44	157,0	169,0	168,6	161,6	167,2	167,6	167,1	166,8	165,7	168,2	169,0			167,1	7,4
00:46	157,2	168,6	170,6	161,7	166,5	168,2	169,2	165,7	166,7	168,5	168,3			167,4	8,9
00:48	157,4	168,0	168,2	162,1	164,7	169,3	167,5	166,1	167,1	168,6	167,5			166,9	7,2
00:50	157,8	167,6	167,0	162,4	164,5	170,0	168,4	167,3	165,8	170,4	166,0			166,9	8,0
00:52	158,2	168,5	168,9	162,6	164,1	171,1	169,2	168,2	166,2	171,0	165,6			167,5	8,5
00:54	158,9	169,0	170,0	163,1	164,7	171,6	170,1	170,0	168,3	169,6	166,4			168,3	8,5
00:56	158,4	169,6	170,5	163,5	165,9	169,7	170,6	171,0	169,6	168,6	167,5			168,6	7,5
00:58	158,2	170,0	170,9	162,7	166,7	169,1	168,9	170,3	170,2	168,0	170,0			168,7	8,2
01:00	158,3	170,5	171,5	162,6	167,5	168,1	167,7	168,1	170,9	168,6	171,5			168,7	9,0

T. Promedio	169,5	170,0	162,7	165,5	169,3	168,6	167,9	168,4	169,2	167,8				Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	172,0	172,5	164,4	167,5	171,6	170,6	171,0	172,8	171,6	171,5				
T. Mínimo	167,6	166,5	161,2	164,0	167,5	165,5	165,5	165,7	167,6	165,6				
DTT	4,4	6,0	3,2	3,5	4,1	5,1	5,5	7,1	4,0	5,9				

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	172,8	0,2
Mínima temperatura registrada durante la calibración	161,2	0,1
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	7,1	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	61,2	0,1
Estabilidad (±)	3,55	0,04
Uniformidad	7,1	0,2




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

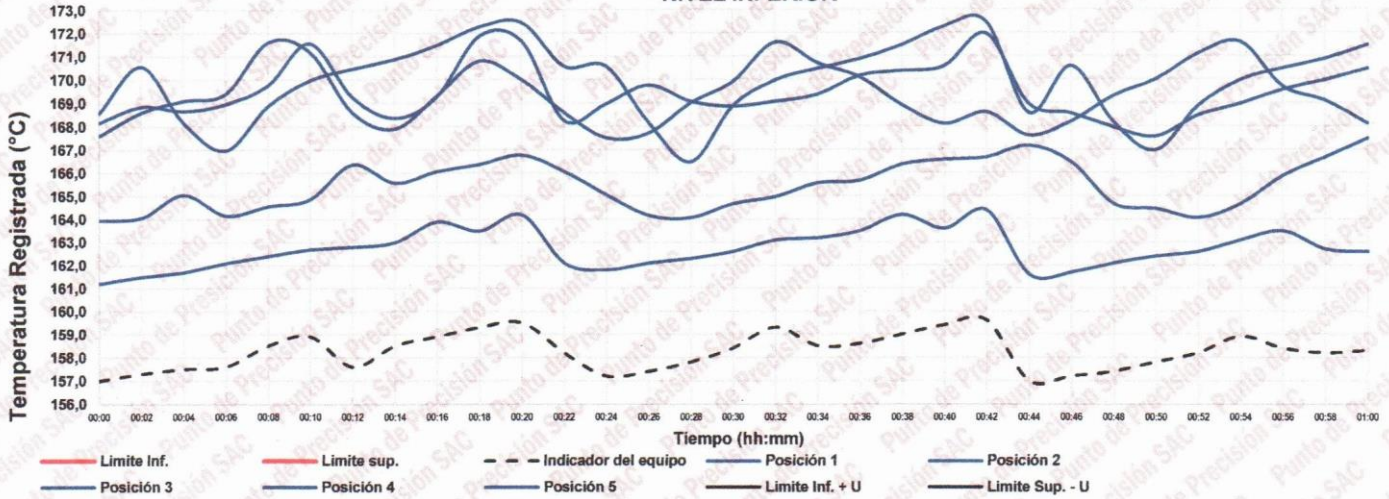
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



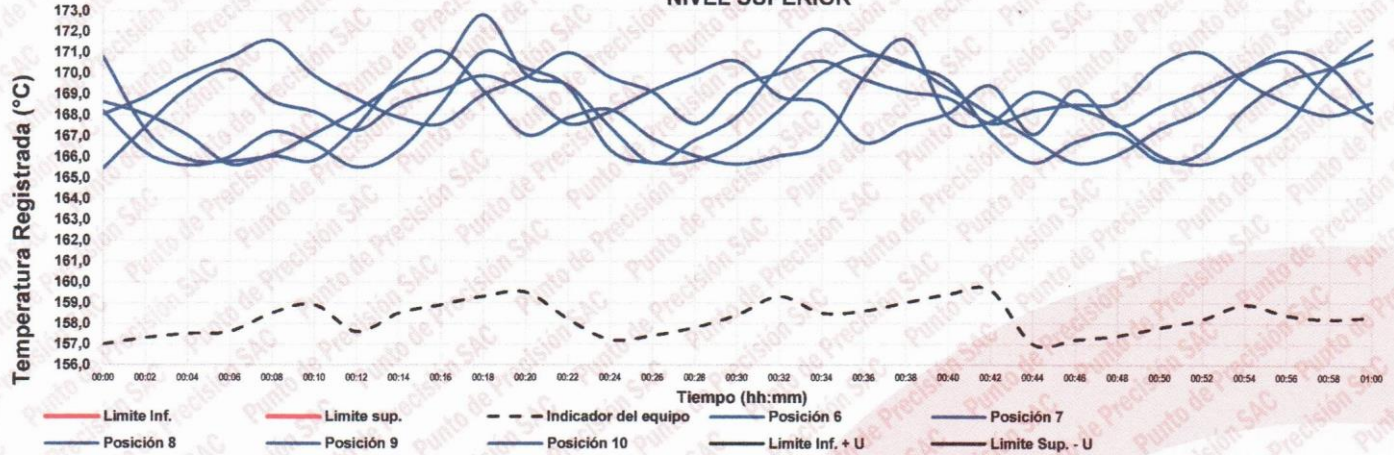
12. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO 180 °C ± 5 °C

NIVEL INFERIOR



NIVEL SUPERIOR



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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-759-2023

Página 9 de 9

Nomenclatura

- T. prom : Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
- ΔT : Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.
- T. Promedio : Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
- T. Máximo : La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
- T. Mínimo : La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

Fotografía interna del equipo.



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.

ANEXO 10: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Ing. Ricardo Víctor León Sovero.

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Por medio del presente nos dirigimos a usted para expresarle nuestros saludos y así mismo hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes del Taller de Elaboración de Tesis, de la EP de Ingeniería Civil, requerimos validar los instrumentos con los cuales debemos recoger la información necesaria para poder desarrollar la investigación y posteriormente optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

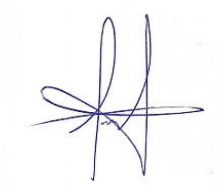
El título o nombre del Informe de investigación es: **Título: “Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos, recurro y apelo a su connotada experiencia a efecto que se sirva aprobar el instrumento aludido.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables, dimensiones e indicadores.
- Matriz de Operacionalización.
- Matriz de consistencia.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Cuestionario de encuesta.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



CASTILLO RIVERA DHARA

DNI: 70110594



HUADO ESPINOZA BENJAMIN

DNI: 77507852

Definición Conceptual de las Variables y Dimensiones

I. Variable independiente:

Variable Independiente 1: Caucho reciclado. - El caucho reciclado, obtenido a partir de materiales sobrantes o reutilizados (que de otro modo serían desechos industriales), generalmente se utiliza para las suelas. No obstante, para la producción también se usan cámaras de camión recicladas (SLT Caucho, 2017).

II. Variable dependiente

Variable Independiente 2: Pavimento flexible: Las mezclas asfálticas facilitan una rápida y eficiente conservación del pavimento y recuperación de la regularidad superficial, evitando que el deterioro de ésta provoque un aumento de los consumos y emisiones de CO₂ de los vehículos.” (IRMD 2018).

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TÍTULO: " Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima "

Autores: Castillo Rivera Dhara Valentina y Huado Espinoza Benjamín.

Título: "Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima"				
Autores: Benjamín, Dhara				
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Caucho reciclado	El caucho reciclado, obtenido a partir de materiales sobrantes o reutilizados (que de otro modo serían desechos industriales), generalmente se utiliza para las suelas. No obstante, para la producción también se usan cámaras de camión recicladas (SLT Caucho, 2017).	El caucho reciclado puede ser utilizado como componente de pavimentos y concretos para la construcción de vías y edificaciones. Emplear residuos de caucho en este tipo de aplicaciones representa, además de las importantes ventajas ambientales y económicas expuestas previamente, mejoras técnicas en este tipo de productos, como el incremento de la resistencia al impacto y la resistencia a la fatiga, lo que acarrea, sin embargo, algunas pérdidas en propiedades como el módulo elástico y la resistencia a la compresión (Peláez et al., 2017).	Dosificación	Dosificación con 0%
				Dosificación con 2.5%
				Dosificación con 3.5%
			Propiedades	Dosificación con 4.5%
				Peso Especifico
				Absorción
Pavimento flexible drenante (carpeta asfáltica)	Las mezclas asfálticas facilitan una rápida y eficiente conservación del pavimento y recuperación de la regularidad superficial, evitando que el deterioro de ésta provoque un aumento de los consumos y emisiones de CO2 de los vehículos." (IRMD 2018)	Las propiedades requeridas que deben cumplir las mezclas para poder comportarse adecuadamente produciendo el menor daño posible, entre ellas se encuentran las características de resistencia mecánica, comportamiento frente a deformaciones plásticas. Determinación de las propiedades estructurales y funcionales que debe tener la mezcla, dadas las solicitaciones a las que se encuentra expuesta. Debe establecerse la resistencia a las deformaciones plásticas o la flexibilidad, entre otras (Asfalto y Pavimentación, 2018).	Propiedades	Granulometría
				Resistencia
				Estabilidad y flujo
				Ahuellamiento
			Porcentaje de vacíos	

Título: “Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”										
Autores: Benjamín, Dhara										
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA			
¿Cómo influye el caucho reciclado en el diseño de pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho, ¿2023?	Determinar la influencia del caucho reciclado en el diseño y las propiedades del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho, 2023.	El caucho reciclado influye notablemente en el diseño de pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho, 2023.	INDEPENDIENTE	Dosificación	Dosificación con 0%	Intervalo	Enfoque			
			Caucho reciclado		Dosificación con 2.5%	Intervalo	Cuantitativo			
					Dosificación con 3.5%	Intervalo	Tipo			
					Dosificación con 4.5%	Intervalo	Aplicado			
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS								
¿Cómo influye el caucho reciclado en la resistencia del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho?	Determinar la influencia del caucho reciclado en la resistencia del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.	El caucho reciclado influye significativamente en la resistencia del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.	DEPENDIENTE	Propiedades	Peso Especifico	De razón	Diseño Experimental			
					Absorción	De razón	Nivel Explicativo			
¿Cómo influye el caucho reciclado en la estabilidad y flujo del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho?	Determinar la influencia del caucho reciclado en la estabilidad y flujo del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.	El caucho reciclado influye significativamente en la estabilidad y flujo del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.		Pavimento flexible drenante (carpeta asfáltica)	Propiedades	Resistencia	De razón	Muestra Av. 13 de enero		
									Estabilidad y flujo	De razón
									Densidad	De razón
									Porcentaje de vacíos	De razón
¿Cómo influye el caucho reciclado en la densidad del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho?	Determinar la influencia del caucho reciclado en la densidad del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.	El caucho reciclado influye significativamente en la densidad del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.								
¿Cómo influye el caucho reciclado en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho?	Determinar la influencia del caucho reciclado en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.	El caucho reciclado influye significativamente en el porcentaje de vacíos del pavimento flexible drenante a la carpeta asfáltica, San Juan de Lurigancho.								

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

I.1. Apellidos y nombres del informante: Ing. Ricardo Víctor León Sovero.

I.2. Especialidad del Validador:

I.3. Cargo e Institución donde labora: CORBAZ SRL – Residente De Obra

I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Encuesta

I.5. Autores del instrumento: Castillo Rivera Dhara y Huado Espinoza Benjamín.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		0-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					X
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica					X
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación					X
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de las variables					X
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.					X
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.					X
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación					X
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigando.					X
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento					X
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					X
PROMEDIO DE VALORACIÓN						<u>100</u>

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

.....

.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

100

Lima, 11 de septiembre de 2023



RICARDO VICTOR
LEON GOBERO
Ingeniero Civil
CIP Nº 120564

.....
Firma de experto informante


DNI: 27624458

V. PERTINENCIA DE ÍTEM O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO:

Variable Independiente: Pavimento flexible y caucho reciclado

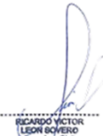


INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Ítem 1	X		
Ítem 2	X		
Ítem 3	X		
Ítem 4	X		
Ítem 5	X		
Ítem 6	X		
Ítem 7	X		
Ítem 08	X		
Ítem 09	X		
Ítem 10	X		

SIN CAUCHO RECICLADO + 4.5% C.A.


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN
	NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
1.2 INDICADOR	
	Sin caucho reciclado
	Con 4.5% de cemento asfáltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	4.50%	4.50%	4.50%
Peso Específico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) -(01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X-----			


24X23			
Contenido de Asfalto Efectivo 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			

Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>RICARDO VICTOR LEON BOVERO Ingeniero Civil CIP N° 12568</small> Nota: 100	 <small>REPUBLICA DEL PERU FIRMA DIGITAL</small> Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500 Nota: 100	 Nota: 100


CON 2.5% CAUCHO RECICLADO + 4.5% C.A.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	<u>FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN</u>
	NRO 1
I. DATOS GENERALES 1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES 1.2 INDICADOR	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	Con 2.5% caucho reciclado Con 4.5% de cemento asfaltico

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	4.50%	4.50%	4.50%
Peso Específico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) -(01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			
Contenido de Asfalto Efectico 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			




Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>RICARDO VICTOR LEON GOVERNO "Transporte Civil" CIP N° 125668</small> Nota: 100	 Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500 Nota: 100	 Nota:

CON 4.5% CAUCHO RECICLADO + 4.5% C.A.


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	<u>FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN</u>
	NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
1.2 INDICADOR	Con 3.5% caucho reciclado
	Con 4.5% de cemento asfáltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	4.50%	4.50%	4.50%
Peso Específico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) - (01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			




Contenido de Asfalto Efectivo 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			

Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>RICARDO VICTOR LEON BOVERO Ingeniero Civil CIP Nº 125666</small> Nota: 100	 Fimado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500 Nota: 100	 Nota:


CON 6.5% CAUCHO RECICLADO + 4.5% C.A.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACION	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
1.2 INDICADOR	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
	Con 4.5% caucho reciclado
	Con 4.5% de cemento asfáltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	4.50%	4.50%	4.50%
Peso Específico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) -(01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			
Contenido de Asfalto Efectico 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			

Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>RICARDO VICTOR LEON GOBERIO Ingeniero Civil CIP N° 125668</small> Nota: 100	 Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500 Nota: 100	 Nota:

SIN CAUCHO RECICLADO + 5.0% C.A.


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN
	NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
1.2 INDICADOR	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
	Sin caucho reciclado
	Con 4.5% de cemento asfáltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	5.0%	5.0%	5.0%
Peso Específico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) -(01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			

Contenido de Asfalto Efectivo 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			

Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 RICARDO VICTOR LEON GÓVERO Ingeniero Civil CIP N° 826688 Nota: 100	 Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500 Nota: 100	 Nota:


CON 2.5% CAUCHO RECICLADO + 5.0% C.A.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN
	NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
1.2 INDICADOR	Con 2.5% caucho reciclado
	Con 5.0% de cemento asfáltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	5.0%	5.0%	5.0%
Peso Especifico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) -(01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			
Contenido de Asfalto Efectico 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			



Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>RICARDO VICTOR LEON GOYENA Ingeniero Civil CIP N° 125668</small> Nota: 100	 Fimado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500 Nota: 100	 Nota:

CON 4.5% CAUCHO RECICLADO + 5.0% C.A.


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	<u>FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN</u>
	NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
1.2 INDICADOR	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
	Con 3.5% caucho reciclado
	Con 5.0% de cemento asfáltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	5.0%	5.0%	5.0%
Peso Específico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB=_____			
(100/17) - (01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X-----			
24X23			

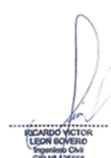

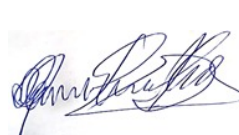
Contenido de Asfalto Efectivo 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			

Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>RICARDO VICTOR LEON ESCOBEDO Ingeniero Civil CIP N° 12566</small> Nota: 100	 Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500 Nota:100	 Nota:


CON 6.5% CAUCHO RECICLADO + 5.0% C.A.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	<u>FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN</u>
	NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
1.2 INDICADOR	Con 4.5% caucho reciclado
	Con 5.0% de cemento asfáltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	




ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	5.0%	5.0%	5.0%
Peso Especifico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) - (01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			
Contenido de Asfalto Efectico 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			

Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>RICARDO VICTOR INGENIERO Ingeniero Civil CIP Nº 125668</small> Nota: 100	 Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500 Nota: 100	 Nota:


SIN CAUCHO RECICLADO + 5.5% C.A.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN
	NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
	<ul style="list-style-type: none">- Castillo Rivera, Dhara Valentina.- Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
1.2 INDICADOR	
	Sin caucho reciclado
	Con 5.5% de cemento asfáltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	5.5%	5.5%	5.5%
Peso Específico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) -(01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			
Contenido de Asfalto Efectico 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			


Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>REGARDO VICTOR LEON BOVERO Ingeniero Civil CIP N° 125663</small> Nota: 100	 Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500 Nota: 100	 Nota:

CON 2.5% CAUCHO RECICLADO + 5.5% C.A.


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	<u>FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN</u>
	NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
1.2 INDICADOR	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
1.3 CRITERIOS DE VALIDACIÓN	Con 2.5% caucho reciclado
	Con 5.5% de cemento asfáltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	5.5%	5.5%	5.5%
Peso Específico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) -(01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			




<p>Contenido de Asfalto Efectivo</p> <p>03 +04</p> <p>PAE = 01-25 X -----</p> <p>100</p>			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			

Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <p>RICARDO VÍCTOR LEGOR ACUÑA Ingeniero Civil CIP N° 125668</p> <p>Nota: 100</p>	 <p>Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500</p> <p>Nota: 100</p>	 <p>Nota:</p>


CON 4.5% CAUCHO RECICLADO + 5.5% C.A.

 <p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	ANEXO - 0.....
	FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN
	NRO 1
<p>I. DATOS GENERALES</p> <p>1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN</p>	<p>“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”</p>
<p>II. INTEGRANTES</p> <p>1.2 INDICADOR</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel. <p>Con 3.5% caucho reciclado</p> <p>Con 5.5% de cemento asfáltico</p>
<p>III. RESULTADOS DEL INDICADOR</p>	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	5.5%	5.5%	5.5%
Peso Especifico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) - (01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			
Contenido de Asfalto Efectico 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			


Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>RICARDO VICTOR LEON ESCOBEDO Ingeniero Civil CIP N° 125668</small> Nota: 100	 Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500 Nota: 100	 Nota:

CON 6.5% CAUCHO RECICLADO + 5.5% C.A.


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN
	NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
1.2 INDICADOR	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
	Con 4.5% caucho reciclado
	Con 5.5% de cemento asfáltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	5.5%	5.5%	5.5%
Peso Específico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Específica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) -(01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			




Contenido de Asfalto Efectivo 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			

Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>RICARDO VICTOR LEON ACVIERO Ingeniero Civil CIP N° 125668</small> Nota: 100	 <small>REPUBLICA DEL PERU FIRMA DIGITAL</small> Nota: 100	 Nota:


SIN CAUCHO RECICLADO + 6.0% C.A.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN
	NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
1.2 INDICADOR	Sin caucho reciclado
	Con 6.0% de cemento asfáltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	6.0%	6.0%	6.0%
Peso Específico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) - (01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			
Contenido de Asfalto Efectico 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			



Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>RICARDO VICTOR LEON BOVERO Ingeniero Civil CIP N° 125668</small> Nota: 100	 Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500 Nota: 100	 Nota:

CON 2.5% CAUCHO RECICLADO + 6.0% C.A.


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	<u>FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN</u>
	NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
1.2 INDICADOR	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
	Con 2.5% caucho reciclado
	Con 6.0% de cemento asfáltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	6.0%	6.0%	6.0%
Peso Especifico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) - (01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X-----			

24X23			
Contenido de Asfalto Efectico 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			

Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>RICARDO VICTOR LEON ALVAREZ Ingeniero Civil CIP No. 12666</small> Nota: 100	 Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500 Nota: 100	 Nota:


CON 4.5% CAUCHO RECICLADO + 6.0% C.A.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN
	NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
1.2 INDICADOR	
	Con 3.5% caucho reciclado
	Con 6.0% de cemento asfáltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	6.0%	6.0%	6.0%
Peso Específico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) - (01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			
Contenido de Asfalto Efectico 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			

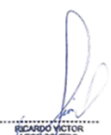


Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>RICARDO VICTOR LEON GOYENA Especialista 01 CIP N° 125668</small> Nota: 100	 Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500 Nota: 100	 Nota:

CON 6.5% CAUCHO RECICLADO + 6.0% C.A.


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN
	NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
1.2 INDICADOR	Con 4.5% caucho reciclado
	Con 6.0% de cemento asfáltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	6.0%	6.0%	6.0%
Peso Específico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) - (01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			

Contenido de Asfalto Efectivo 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			

Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>RICARDO VICTOR LEON SOBERÓN Ingeniero Civil CIP Nº 125668</small> Nota: 100	 Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500 Nota: 100	 Nota: 100


SIN CAUCHO RECICLADO + 6.5% C.A.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN NRO 1
I. DATOS GENERALES 1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES 1.2 INDICADOR	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	Sin caucho reciclado Con 6.5% de cemento asfáltico

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	6.5%	6.5%	6.5%
Peso Específico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) - (01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			
Contenido de Asfalto Efectico 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			

Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <p>RICARDO VICTOR INGENIERO Ingeniería Civil CIP Nº 125668</p> <p>Nota: 100</p>	 <p>Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500</p> <p>Nota: 100</p>	 <p>Nota: 100</p>


CON 2.5% CAUCHO RECICLADO + 6.5% C.A.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN
	NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
	<ul style="list-style-type: none">- Castillo Rivera, Dhara Valentina.- Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
1.2 INDICADOR	
	Con 2.5% caucho reciclado
	Con 6.5% de cemento asfáltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	6.5%	6.5%	6.5%
Peso Especifico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) - (01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			
Contenido de Asfalto Efectico 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			




Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>RICARDO VIQUEO LEON SOVERO Registros Civiles CIP Nº 125668</small>	 <p>Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 10:02:53-0500</p>	
Nota: 100	Nota: 100	Nota: 100

CON 4.5% CAUCHO RECICLADO + 6.5% C.A.


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN
	NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
1.2 INDICADOR	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
	Con 3.5% caucho reciclado
	Con 6.5% de cemento asfáltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	6.5%	6.5%	6.5%
Peso Específico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) - (01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			



Contenido de Asfalto Efectivo 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			

Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>RICARDO VICTOR ESCOBAR Superintendente Civil CIP Nº 125668</small> Nota: 100	 <small>FIRMA DIGITAL</small> Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500 Nota: 100	 Nota: 100

CON 6.5% CAUCHO RECICLADO + 6.5% C.A.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO - 0.....
	FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN
	NRO 1
I. DATOS GENERALES	
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“Diseño de pavimento flexible drenante con aplicación de caucho reciclado a la carpeta asfáltica, Avenida 13 de enero, SJL, Lima”
II. INTEGRANTES	
	<ul style="list-style-type: none"> - Castillo Rivera, Dhara Valentina. - Huado Espinoza, Benjamín Manuel.
1.2 INDICADOR	
	Con 4.5% caucho reciclado
	Con 6.5% de cemento asfaltico
III. RESULTADOS DEL INDICADOR	

ENSAYOS	NÚMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla	6.5%	6.5%	6.5%
Peso Específico Aparente del C.A.			
ASTM 2041(RIICE)			
Gravedad Especifica Bulk de los Agregados 100 -01 GSB= _____ (100/17) -(01/05)			
Porcentaje de Asfalto Absorbido 24-23 PAA=100X0.5X----- 24X23			
Contenido de Asfalto Efectico 03 +04 PAE = 01-25 X ----- 100			
Estabilidad (kg) / flujo (mm) 21/22			

Especialista 01	Especialista 02	Especialista 03
 <small>RICARDO VICTOR INGENIERO CIVIL CIP Nº 125668</small>	 Firmado digitalmente por: ALVARADO ESCOBEDO LUIS ENRIQUE Motivo: Por encargo Fecha: 13/07/2023 19:02:53-0500	
Nota: 100	Nota: 100	Nota: 100