



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Efecto de la adición del concreto reciclado en la estabilidad Marshall
en pavimentos flexibles, Moquegua, 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Orihuela Damian, Victor Francisco (orcid.org/0000-0002-3306-8285)

ASESOR:

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique (orcid.org/0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

Dedico esta tesis. A mi señor padre Francisco Felix Orihuela de la Cruz y a mi señora madre María Antonia Damian Cruz, por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mi vida universitaria, a mi hermana Luciana a quien, en todo momento buscó inculcar en ella deseos de superación, así mismo mi más grande agradecimiento a mis docentes que supieron instruirme e inculcarme sus conocimientos en el trayecto de esta noble carrera.

Victor Francisco Orihuela Damian

Agradecimiento

En primer lugar, doy gracias a dios, por haberme dado fuerza y voluntad para concluir con esta etapa de formación profesional. Agradezco la confianza y el apoyo de mis padres, que en el trayecto de mi vida demostraron su apoyo y amor incondicional. Agradezco especialmente a mi asesor M(o). Sleyther De La Cruz por su apoyo y consejos dados durante el proceso de la elaboración de la tesis, a la universidad César Vallejo por permitirme ingresar a su casa de estudiantil y poder obtener el título profesional, agradezco a todos por brindarnos su apoyo.

Victor Francisco Orihuela Damian



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Efecto de la adición del concreto reciclado en la estabilidad Marshall en pavimentos flexibles, Moquegua, 2023", cuyo autor es ORIHUELA DAMIAN VICTOR FRANCISCO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, 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, 20 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE DNI: 07239759 ORCID: 0000-0002-0684-5114	Firmado electrónicamente por: CANCHOZUNIGA el 20-12-2023 11:26:36

Código documento Trilce: TRI - 0702417





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, ORIHUELA DAMIAN VICTOR FRANCISCO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Efecto de la adición del concreto reciclado en la estabilidad Marshall en pavimentos flexibles, Moquegua, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
VICTOR FRANCISCO ORIHUELA DAMIAN DNI: 72438516 ORCID: 0000-0002-3306-8285	Firmado electrónicamente por: VIORIHUELADA el 20-12-2023 14:16:12

Código documento Trilce: TRI - 0702420



Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor.....	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.....	5
III. METODOLOGÍA.....	24
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	24
3.2. Variables y operacionalización.....	25
3.3. Población, muestra y muestreo.....	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5. Procedimientos.....	28
3.6. Método de análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos éticos.....	32
IV. RESULTADOS.....	33
V. DISCUSIÓN.....	45
VI. CONCLUSIONES.....	47
VII. RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS.....	54

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Tipos de mezclas</i>	15
Tabla 2. <i>Composición del Cemento Asfáltico</i>	20
Tabla 3. <i>Tabla de muestreo</i>	26
Tabla 4. <i>Resumen de los resultados generales y promedios</i>	33
Tabla 5. <i>Resultados de objetivo específico 01</i>	34
Tabla 6. <i>Resultados de objetivo específico 2</i>	37
Tabla 7. <i>Resultados de objetivo específico 3</i>	40
Tabla 8. <i>Resultados del objetivo específico 4</i>	42

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. <i>Probetas de mezcla compactada</i>	18
Figura 2. <i>Esquema de una Muestra HMA Compactada</i>	19
Figura 3. <i>Deformación del pavimento producido por esfuerzos de tensión y compresión</i>	21
Figura 4. <i>Procedimiento de aplicación</i>	30
Figura 5. <i>El ensayo resistencia a la tracción Lottman (>80 Kg)</i>	35
Figura 6. <i>Ensayo de Lottman en relación a las adiciones</i>	36
Figura 7. <i>Grupos con diferentes adiciones</i>	38
Figura 8. <i>Estabilidad en comparativa a las distintas adiciones</i>	39
Figura 9. <i>Grupos con diferentes adiciones para el ensayo de Flujo</i>	41
Figura 10. <i>Resultados de Flujo en relación a las adiciones</i>	41
Figura 11. <i>Grupos con diferentes adiciones para ensayo de vacíos (2% a 8%)</i>	43
Figura 12. <i>Porcentaje de Vacíos en relación de la adición RAP</i>	44

Resumen

La presente investigación “Efecto de la adición del concreto reciclado en la estabilidad Marshall en pavimentos flexibles, Moquegua, 2023” cuyo objetivo fue determinar el efecto que tiene el concreto reciclado en mezclas asfálticas para perfeccionar pavimentos flexibles en Moquegua. La metodología fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo y diseño experimental, la población será conformada por 52 briquetas elaboradas por el diseño de Marshall y la muestra para la indagación son 36 briquetas de asfalto. De los resultados obtenidos se concluye lo siguiente, que para el ensayo de Flujo (8 a 20) el menor % fue de 14.25% con la adición de 0% y la mayor fue de 28.62% con un porcentaje de adición de 6%, por otro lado para la Resistencia a la Tracción Lottman (> 80KG) se obtuvo 87.9% para el 0% de adición mientras que el menor fue para el 6% de adición obteniendo 82.91%; por ello, mientras se incrementa la dosificación, la estabilidad disminuye, el porcentaje de vacíos incrementa cuando se incrementa la dosificación, el flujo aumenta en proporción al incremento de la dosificación y la resistencia a la tracción disminuye al incrementa

Palabras clave: Concreto reciclado, estabilidad Marshall, pavimento flexible.

Abstract

The present investigation "Effect of the addition of recycled concrete on Marshall stability in flexible pavements, Moquegua, 2023" whose objective was to determine the effect that recycled concrete has on asphalt mixtures to perfect flexible pavements in Moquegua. The methodology was of the applied type, quantitative approach and experimental design, the population will be made up of 52 briquettes made by the Marshall design and the sample for the investigation is 36 asphalt briquettes. From the results obtained, the following is concluded, that for the Flow test (8 to 20) the lowest % was 14.25% with the addition of 0% and the highest was 28.62% with an addition percentage of 6%, for On the other hand, for the Lottman Tensile Strength (> 80KG), 87.9% was obtained for the 0%addition, while the lowest was for the 6% addition, obtaining 82.91%; therefore, as the dosage is increased, the stability decreases, the percentage of voids increases as the dosage is increased, the flow increases in proportion to the dosage increase, and the tensile strength decreases as the dosage increases.

Keywords: Recycled concrete, Marshall stability, flexible pavement

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente los pavimentos flexibles se localizan en pésimas circunstancias debido a que presentan daños o fallas por el deterioro, esto, en función de la severidad, daño y densidad, así mismo, por factores técnicos, ambientales o sociales. Considerando que existen fallas y daños en las vías, se busca mejorar las propiedades y/o características del mismo, utilizando materiales que, implique disminuir el impacto ambiental y sea económico. Por lo que existe la necesidad de mejorar sus propiedades de la composición asfáltica incorporando residuos reciclados, En el ámbito internacional Correa (2018), menciona que "El procedimiento, reutilización y reciclaje de los residuos sólidos se ha transformado en una oportunidad para asegurar la reintegración de diversos materiales al proceso productivo, alargando así la vida útil de diversos productos y materiales y reduciendo el impacto desventajoso sobre el medio ambiente." Colombia tiene un gran problema, principalmente porque la mayoría de las llantas se tiran a la calle como desecho, lo que afecta negativamente la armonía del paisaje urbano y la atmósfera, y existe el riesgo de quemarse a la intemperie. que emite una gran cantidad de CO₂, uno de los ascendientes contaminantes del mundo y uno de los gases indebidos por el Protocolo de Kioto, El Protocolo es un convenio internacional cuyo objetivo primordial es descartar o comprimir las emisiones de seis gases tóxicos que contribuyen al calentamiento global, incluido el dióxido de carbono (CO₂), En el ámbito nacional Maguiña (2019) menciona que en el territorio nacional es importante considerar miles de kilómetros de carretera para saber que recorre diferentes zonas con diferentes temperaturas y esto reduce el rendimiento de la carretera porque las mezclas asfálticas tradicionales son sensibles a la temperatura de los lugares por ser un material viscoso flexible. cambios de temperatura, tiene diferentes propiedades: sólido cuando la temperatura baja y líquido cuando la temperatura sube. Además, se sabe que la diversidad de cementos asfálticos en combinación con materiales

recicladados garantiza propiedades que no son propias de los asfaltos convencionales producidos por métodos tradicionales, especialmente los relacionados con los gradientes térmicos, en el ámbito local, los pavimentos flexibles en Moquegua, los cuales pertenecen a la red nacional vial y fueron construidas por carpetas asfálticas tradicionales, enfrentan actualmente procesos de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento, El periodo de vida de un pavimento flexible es variable de acuerdo al diseño calculado, sin embargo, no se pueden garantizar las condiciones del funcionamiento vial, A la par, las condiciones climáticas no ayudan a la conservación de las vías en conjunto con el mal diseño de pavimentos, Por ello, se plantean los problemas como general

¿De qué manera afecta el concreto reciclado en la mezclas asfáltica para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua? y específicos ¿De qué manera afecta la incorporación de concreto reciclado en la resistencia de la mezcla asfáltica para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua?, ¿De qué manera afecta incorporación de concreto reciclado en la estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua?, ¿De qué manera afecta incorporación de concreto reciclado en la densidad de la mezcla asfáltica para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua? y ¿De qué manera afecta incorporación de concreto reciclado en el porcentaje de vacíos de mezcla asfáltica para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua?, La justificación teórica del estudio pretende poder contribuir a la comunidad científica, mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las alternativas de la mezcla asfáltica para un pavimento flexible incorporando concreto reciclado de todo tipo. Así mismo, proporciona información acerca de la factibilidad de emplear concreto reciclado, ya que estos materiales son recusables en gran proporción, sin tener en cuenta, la provecho que engendra manejarlos para proyectos viales, Además, la investigación aflora del requisito por mejorar la calidad del pavimento flexible añadiendo concreto reciclado, y así darles uso óptimo a estos residuos, La justificación científica nace la necesidad de

poner en práctica desechos inorgánicos en el perfeccionamiento de las participaciones de la mezcla asfáltica para pavimentos flexibles en cotejo de los tradicionales, En la **justificación social** se indaga acrecentar la vida útil de los pavimentos flexibles, reduciendo el costo para mantener en serviciabilidad, reducir las alteraciones de financiamiento al momento de establecer proyectos de carreteras manejando compendios de reducido costo y mejorar el pavimento para que no se debilite la estructura del pavimento, con ello, garantizar la comodidad de los usuarios, En la **justificación ambiental**, emplear concretos reciclados disminuiría el impacto ambiental ya que se darán un adecuado uso para proyecto viales con el fin de optimizar la seguridad y eficiencia de las vías, En cuanto a la **justificación**

económica, se distingue por una propuesta primordial económica en especial si dichas soluciones provienen de productos reciclados y por cuanto utilizar elementos orgánicos para estabilizar suelos para pavimentos flexibles reduciría el costo de materiales empleados en la subbase a diferencia de una estabilización tradicional, En la investigación se designan otras investigaciones que utilizan métodos similares, éstas se pueden incorporar la parte de análisis. Los objetivos fueron los siguientes, como general es Determinar el efecto que tiene el concreto reciclado en mezclas asfálticas para perfeccionar pavimentos flexibles en Moquegua; y específicos son: Determinar el efecto de la incorporación de concreto reciclado en la resistencia de mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua, Determinar el efecto de la incorporación de concreto reciclado en la estabilidad y flujo de las mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua, Determinar el efecto de la incorporación de concreto reciclado en la densidad de mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua, y Determinar el efecto de la incorporación de concreto reciclado en el porcentaje de vacíos de mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua, Una vez planteados los problemas y objetivos, se realizan las hipótesis, como

general es El concreto reciclado afecta en las propiedades mescolanzas asfálticas para perfeccionar pavimentos maleables en Moquegua; y específicas son La incorporación de concreto reciclado afecta en la resistencia de mezclas asfálticas para perfeccionar pavimentos flexibles en Moquegua, La incorporación de concreto reciclado afecta en la estabilidad y flujo de las mescolanzas asfálticas para perfeccionar pavimentos flexibles en Moquegua, La incorporación de concreto reciclado afecta en la densidad de mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua, y La incorporación de concreto reciclado afecta en el porcentaje de vacíos de mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua.

II. MARCO TEÓRICO

En cuanto a los antecedentes internacionales, según Morante (2019), con su tema *Utilización de gránulos de caucho triturado de neumáticos fuera de en mezclas asfálticas en frío con emulsión y material fresado*, donde tuvo como objetivo Determinación del comportamiento de mezclas de gránulos de caucho triturado de llantas usadas (NFU) con tamaño de partícula definido; junto con material de molienda RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) 1%, 1.5%, 2% y 2.5% en mezcla en frío; Las emulsiones bituminosas se utilizan como aglutinantes para optimizar la resistencia y durabilidad de las capas superficiales que forman estructuras de pavimento flexibles, La metodología Se utiliza un diseño Marshall. Durante la evaluación y ejecución de pruebas de laboratorio se concluyó que la mejor elección de material abrasivo (RAP) son las muestras de Av. Napo y Granada, El porcentaje de residuo bituminoso obtenido fue del 6,5% frente al 10,5% de las muestras obtenidas del Dr. Calles José Fernández Salvador y Julio Larrea. Concluyendo que cuando se utilicen gránulos de caucho triturado de llantas usadas (NFU) en mezclas asfálticas que contengan RAP y emulsión, se recomienda utilizar briquetas de diseño (1100 g) en el rango de 1% a 3% de la masa del agregado, Superar estas áreas puede resultar en la compactación de la superficie del aglomerado y la pérdida de material. Según Guaje Guerra (2020), con su tema *Estudio del agregado reciclado de residuos de construcción y demolición en celdas de confinamiento con llantas desechadas para la construcción de obras viales en Colombia*, donde tuvo como objetivo Determinar las posibilidades técnicas del uso de agregados secundarios RCD en cámaras cerradas con neumáticos usadas para la edificación de infraestructura vial en nuestro país, La metodología implementada trato de un estudio cuantitativa, con un alcance exploratorio y un diseño experimental, Se realiza a través de 5 etapas, donde se concierne la observación, la experimentación en campo y en laboratorio, así como la modelación física, para ajustar el cometido

de la alternativa de capa de pavimento proposición, Con base en los resultados emanados se determinó la factibilidad técnica del uso de agregados reciclados RCD y llantas usadas para la construcción de pequeñas vías de transporte en el medio colombiano, Como referencia, se comparó el comportamiento observado con el comportamiento de una capa de árido natural en los sistemas

constructivos tradicionales según la normativa vigente, Como antecedentes nacionales, según Ramírez (2022), con su tema *Concreto asfáltico reciclado con caucho molido para el rejuvenecimiento en una mezcla asfáltica tibia*, conde apaleó como objetivo Diseño de concreto asfáltico en caliente reciclado a partir de residuos de caucho de llantas de desecho determinado según normas MTC E 504, ASTM D-1559 y MARSHAL AASHTO T-45 en la Avenida Marina de la Ciudad de Iquitos. La metodología empleada trato de tipo aplicada, deductivo, con enfoque cuantitativo, prolectivo, correlacional – explicativo – descriptivo, y es experimental transversal prospectivo. La población estuvo conformada por todo el cuerpo de concreto a esgrimir en el pavimentado de la Av. La Marina- Iquitos, y la muestra se conformó por 16 briquetas para cada proporción de caucho extenuado bosquejado, El instrumento de recolección de datos se dio mediante un formato estandarizado tal como el del tanteo Marshall AASHTO T 245, MTC E 504 y ASTM D 1559, Como resultados con los datos obtenidos en este estudio difieren de las tres variables estudiadas utilizando el diseño de Marshall y los estándares de tres porcentajes propuestos, a saber. la estabilidad, la fluidez y la relación de vacíos no cumplen con los requisitos, En cuanto a la estabilidad, el porcentaje no ha llegado a 815, pero la estabilidad máxima ha llegado a 670, que equivale al 1,5% del abrasivo, pero está lejos del estándar establecido, En términos de fluidez, ninguna de las dosis dentro de la norma logró el mejor efecto, pero aun así no cumplió con el estándar del 1% prescrito; finalmente, para la proporción de vacíos, fue la única variable que cumplió con el estándar, pero solo porcentajes de 1% y

1.5%. Concluyendo que en el pavimentado de la Av. la Marina en Iquitos-Loreto, la inercia de caucho extenuado de llantas deslucidas no perfecciona la regeneración de material reciclado con mescolanza asfáltica en acalorada. Según Tejada Brioso (2022), con su tema *Diseño de una mescolanza asfáltica ecológica empleando polietileno de tereftalato (PET) reciclado y caucho extenuado, donde tuvo como objetivo diseñar una mescolanza asfáltica ecológica empleando polietileno de tereftalato (PET) reciclado y caucho extenuado, Lambayeque*, La metodología fue de tipo tecnológico y experimental, La población se constituyó por la mescolanza asfáltica en candente con desemejantes porcentajes de PET y caucho extenuado, prósperas para el tipo de tráfico insignificante, circunscribiendo las muestras patrón, y la muestra se formó por 12 briquetas.

Para la recolección de datos se dieron mediante la observación y medición, y los instrumentos manejados fueron las guías de observación, En las pruebas de laboratorio se preparó una muestra estándar para hallar el porcentaje favorable (PEN), inmediatamente se preparó una muestra para (PET) y caucho, y supremamente se tomó una miscelánea de ambos, También se concluye que la adición de (PET) y caucho molido tuvo un efecto significativo en la relación de vacíos, aumentando así el porcentaje de V.M.A., relleno de vacíos CA, la estabilidad/flujo disminuyó a 1794 kg/cm, como se indica, pero inferior al de las mezclas convencionales. el precio unitario de las mezclas de eco asfalto se determina por metro cúbico (m³) empleando una miscelánea de 1% (PET) y 1% de caucho, Además, se cuenta con antecedentes de **artículos científicos** para lo cual tenemos a (Chidozie , y otros, 2020) en su artículo de título “Laboratory study on recycled concrete aggregate based asphalt mixtures for sustainable flexible pavement surfacing” El objetivo de este estudio fue evaluar el desempeño de mezclas asfálticas con diferentes porcentajes de agregados de concreto reciclado (RCA) en la construcción de pavimentos flexibles para carreteras. La metodología

de tipo aplicada y experimental para lo cual consistió en evaluar diversas propiedades de las mezclas asfálticas, incluyendo la estabilidad Marshall, fluidez, propiedades volumétricas, módulo resiliente, resistencia a la tracción indirecta, susceptibilidad a la humedad, resistencia a la fatiga, resistencia al deslizamiento y resistencia a la abrasión. Los resultados mostraron que, en las pruebas de módulo resiliente y resistencia a la tracción indirecta, la mezcla de control tuvo un mejor desempeño en comparación con las mezclas que contenían RCA. Sin embargo, en las demás pruebas, las mezclas con RCA generalmente superaron al control en términos de estabilidad, resistencia a la fatiga, resistencia al deslizamiento y resistencia a la abrasión. La mezcla de control registró un módulo resiliente de 9496 MPa y una resistencia a la tracción indirecta de 1058 kPa. Estos valores fueron comparables a la mezcla con un 40% de RCA, que registró un módulo resiliente de 9339 MPa y una resistencia a la tracción indirecta de 1051.7 kPa. Se concluyó que los agregados de concreto reciclado (RCA) pueden ser efectivamente utilizados en mezclas asfálticas para pavimentos flexibles. Se recomienda una sustitución del 40% de los agregados de granito por RCA para lograr un rendimiento óptimo del pavimento. Esto respalda la viabilidad de utilizar RCA en la construcción de pavimentos flexibles como una medida sostenible para conservar los recursos naturales y abordar los problemas ambientales relacionados con la disposición de residuos sólidos. (Pushpinder , y otros, 2021) en su artículo de título "Performance Evaluation for Use of Recycled Concrete Aggregates in Flexible Pavement", El objetivo de este programa experimental fue determinar la viabilidad de utilizar residuos de concreto de demolición en las capas de subbase, base y curso de ligante de pavimentos flexibles, La metodología de tipo aplicado y diseño experimental, se hicieron pruebas de diseño Marshall y pruebas de estabilidad retenida en mezclas de DBM que contienen RCA y TRCA, además de mezclas con NA como control , Los resultados mostraron que las mezclas de DBM que contenían RCA y TRCA obtuvieron resultados satisfactorios , Sin embargo, se observará que el contenido óptimo de

betún (OBC) era ligeramente mayor en las mezclas que contenían RCA y TRCA en comparación con las mezclas con NA. El OBC para las mezclas con NA, RCA y TRCA fue de 5.15%, 5.95% y 5.83%, respectivamente. Se observó que el tratamiento térmico de RCA tenía un impacto positivo en sus propiedades, lo que resultaba en un mejor OBC y estabilidad retenida, pero tenía un impacto negativo en la estabilidad Marshall. Las pruebas de compactación y el CBR concluyeron que el RCA cumplió con las especificaciones requeridas para su uso en la subbase y la base del pavimento. Se concluyó que los RCA y TRCA podían utilizarse en las capas de subbase y base de pavimentos flexibles. Aunque se requería un ligero aumento en el contenido de betún, los resultados generales fueron satisfactorios, lo que respalda la viabilidad de utilizar residuos de concreto de demolición en la construcción de pavimentos como una medida sostenible para gestionar estos materiales y reducir la necesidad de agregados naturales. (Mohammad, y otros, 2022) en su artículo de título "Evaluating the effects of using reclaimed asphalt pavement and recycled concrete aggregate on the behavior of hot mix asphalts" La investigación se centra en evaluar el desempeño de mezclas de asfalto en caliente (HMA) con agregados de asfalto reciclado (RAP) y agregados de concreto reciclado (RCA) en términos de su estabilidad Marshall, flujo y propiedades volumétricas. Se utilizó una metodología de tipo aplicada y diseño experimental, llegaron a los siguientes resultados indicaron que el reemplazo de la piedra caliza por agregados reciclados afectó las características mecánicas, principalmente las propiedades volumétricas del HMA. El uso de RCA en las mezclas de asfalto en caliente violó el límite superior del 5% para la propiedad de huecos de aire y aumentó el contenido óptimo de asfalto (OAC) hasta un 5.96% para las mezclas preparadas con 50% de RCA. Los resultados también revelaron que la adición de agregados RAP a la piedra caliza en el HMA mejoró la estabilidad Marshall, y se registró el valor más alto de 29.32 kN para las mezclas de asfalto preparadas con 75% de RAP y un contenido del 3% de asfalto. La combinación de agregados RAP y RCA indicó que a medida que aumentaba la proporción de RCA en la mezcla, se observaba una capacidad de carga menor y un mayor OAC en comparación con las otras mezclas de asfalto. Finalmente concluye que el impacto de la

inclusión de RCA y RAP en las propiedades del HMA, como la estabilidad Marshall, el contenido óptimo de asfalto y la capacidad de carga. Los resultados mostraron que, si bien se podían lograr beneficios en términos de estabilidad con la inclusión de RAP, el uso de RCA tuvo un impacto negativo en la propiedad de huecos de aire y requería un mayor contenido de asfalto, Estas conclusiones respaldaron la necesidad de considerar cuidadosamente la proporción de RCA y RAP al diseñar mezclas de HMA para pavimentos flexibles , Por otro lado, tenemos a **antecedentes en otros idiomas** para lo cual tenemos a (Prasad, y otros, 2021) en su artículo de título “Assessment of Strength Using Recycled Aggregates Between Bituminous Concrete and Waste Plastic Bituminous Concrete Using Marshall Stability Test” La investigación tuvo como objetivo proponer el uso de residuos de plástico, agregados reciclados (RCA) y ceniza volante en una mezcla bituminosa para pavimentos flexibles. La investigación adoptó el método Marshall de diseño de mezclas utilizando asfalto de grado 60/70 para determinar el contenido óptimo de asfalto, Se prepararon especímenes de Marshall con un contenido de asfalto que variaba del 4% al 6%, aumentando el peso de los agregados en un 0.5%, y con contenido de residuos de plástico del 0%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14% y 16% en peso del contenido óptimo de asfalto. Se llegaron a los siguientes resultados se encontraron una mejora considerable en las propiedades de los agregados y de las mezclas bituminosas, lo que conduce a una mayor vida útil y un mejor rendimiento del pavimento. El uso de residuos de plástico y agregados reciclados (RCA) en las mezclas bituminosas contribuye a la construcción de carreteras ecológicas y resuelve el problema de su eliminación segura, Finalmente se concluye que los beneficios de utilizar residuos de plástico y agregados reciclados en las mezclas bituminosas, especialmente en términos de rendimiento y vida útil del pavimento, La investigación respaldó la viabilidad de incorporar materiales reciclados en la construcción de pavimentos flexibles como una medida efectiva para abordar la contaminación ambiental y mejorar la sostenibilidad en la industria de la construcción de

carreteras. (Amjad , y otros, 2023) en su artículo de título “Appraising the synergistic use of recycled asphalt pavement and recycled concrete aggregate for the production of sustainable asphalt concrete” El estudio tuvo como objetivo evaluar el rendimiento del asfalto en caliente con el uso simultáneo de pavimento asfáltico reciclado (RAP) y agregado de concreto reciclado (RCA). Se variaron los contenidos de RAP y RCA desde 0% hasta 50%, manteniendo el porcentaje total de materiales reciclados en 50%. Utilizo una metodología de tipo aplicada y diseño experimental, Llegaron a los siguientes resultados Se llevaron a cabo una serie de pruebas, como microscopía electrónica de barrido (SEM), estabilidad Marshall, prueba de resistencia a la tracción indirecta, prueba IDEAL CT, prueba de compresión uniaxial y prueba de módulo resiliente, para evaluar el rendimiento de las mezclas de asfalto reciclado preparadas , Las imágenes de SEM revelaron la presencia de partículas de tamaño medio a fino en RCA, lo que indica una textura superficial rugosa. Con la excepción de las mezclas RAP10 (10% de RAP más 40% de RCA) y RAP50 (50% de RAP), todas las mezclas tenían un valor de estabilidad Marshall mayor que la mezcla de control, siendo el más alto para la mezcla. RAP40 (40% de RAP más 10% de RCA), seguido de la mezcla RAP0 (50% de RCA). En cuanto al módulo resiliente, el efecto de RAP es más pronunciado hasta el 40%, lo que resulta en un aumento casi lineal en los valores, Además, la mezcla RAP40 mostró la mayor resistencia al desgaste y la fatiga, En lo que respecta a la sensibilidad a la humedad, todas las mezclas se desempeñaron de manera satisfactoria, ya que la relación de resistencia a la tracción (TSR) fue superior al 80% , En general, los principales factores que afectarán el rendimiento de las mezclas recicladas fueron la rugosidad superficial, la rigidez del aglomerado envejecido y el rejuvenecedor, Finalmente se concluye que la combinación de RAP y RCA en las mezclas de asfalto reciclado es efectiva y puede mejorar el rendimiento de los pavimentos, Los resultados respaldaron la viabilidad del uso de materiales reciclados en la construcción de pavimentos flexibles y

proporcionaron información valiosa sobre los factores clave que influyen en el rendimiento de estas mezclas. (Chakravarthi, y otros, 2023) en su artículo de título "Evaluation of cold emulsified bitumen mixes using recycled concrete aggregates as a base course" El estudio tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas de mezclas bituminosas en frío preparadas con Agregados de Concreto Reciclado (RCA) en diferentes proporciones (25% y 50%) y con diferentes contenidos de emulsión bituminosa (5%, 6% y 7. %) , Se utilizó una metodología de tipo aplicada y diseño experimental. Llegaron a los siguientes resultados que mostraron una disminución en el grosor total del pavimento para el tráfico de diseño que varió de 5msa a 50msa. Se recomendó el uso de mezclas de RCA tratadas con emulsión bituminosa en las capas base para niveles de tráfico de hasta 20 msa, lo que resultaría en una reducción tanto en los costos como en el grosor total del pavimento , El estudio también concluyó que el contenido óptimo de emulsión del 6% no muestra una mejor resistencia a la deformación permanente , Finalmente concluyó que la estabilización de RCA con emulsión bituminosa en mezclas bituminosas en frío es una alternativa viable y sostenible para la construcción de pavimentos , Los resultados respaldaron la utilización de mezclas de RCA tratadas con emulsión bituminosa en las capas base, lo que puede conducir a una reducción en los costos y en el espesor total del pavimento. Además, se recomienda la consideración de criterios de diseño de mezclas múltiples en lugar de un solo parámetro indicativo, En cuanto a las bases teóricas, según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) El asfalto flexible es una contextura que consta de una capa granular (sustrato, capa base) y una capa superior instituida por materiales bituminosos como ligantes, áridos y aditivos (si los hubiere) , Se estima primariamente pavimento asfáltico sobre capas granulares: mortero asfáltico, pavimento bicapa, micro pavimento, macadán asfáltico, mezcla asfáltica en frío y mezcla asfáltica en acalorado. Para Giodani y Loene (2016), los pavimentos flexibles a aquellos que en sus capas

constitutivas tienen bajos o nulos valores de resistencia a la flexotracción, La distribución deseada se logra mediante el contacto entre los agregados estructurales en forma de bolas de tensión, donde la tensión disminuye con la profundidad desde la superficie, De esta forma, la carga se distribuye por capas sobre el terreno natural, la resistencia de las capas disminuye a medida que te alejas de la carretera, Además, se denomina pavimento a una estructura de vía de circulación en superficie, constituida por una o más capas de material complejo o inmaterial, colocadas sobre un terreno acondicionado, cuya función es asegurar el paso de los vehículos: Con seguridad, con comodidad, con el costo óptimo de operación, superficie uniforme, superficie impermeable, color y textura adecuados, resistencia a la repetición de cargas, resistencia a la acción del medio ambiente. que no transmita a las capas inferiores esfuerzos, mayores a su resistencia, El pavimento flexible es una estructura compuesta por capas granulares el ICG (2018) indica que la capa de rodadura es la parte superior del pavimento, ya sea asfáltico (flexible) u hormigón de cemento portland (duro) o adoquín, cuya función es soportar directamente el tráfico, La subrasante es la capa debajo de la superficie, cuya función primordial es soportar, distribuir y acarrear cargas de tráfico, La capa es de material granular drenante ($CBR \geq 80\%$) o tratada con betún, cal o cemento

,La base es la capa de material del espesor especificado que soporta el zócalo y la carpeta, Además, actúa como capa de drenaje y control de la capilaridad del agua, Dependiendo del tipo, diseño y tamaño del recubrimiento, se puede omitir esta capa,La capa puede ser de material granular ($CBR \geq 40\%$) o tratada con betún, cal o cemento. Garnica (2018) menciona que la mezcla asfáltica Se puede definir como una combinación de áridos minerales aglomerados con un ligante bituminoso y mezclados de forma que los áridos pétreos quedan recubiertos de una película bituminosa uniforme, Las proporciones relativas de estos materiales determinan las propiedades físicas de la mezcla y, en última petición, su postura funcional como recubrimiento. Bobadilla (2022)

Las mezclas asfálticas suelen ser una mezcla de asfalto y agregados minerales pétreos en proporciones precisas y se utilizan en la construcción de pavimentos, Los equilibrios relativos de estos minerales establecen las participaciones físicas de la mezcolanza y, en última instancia, su desempeño como mezcla terminada para una aplicación particular, Arias (2019) La mescolanza asfáltica debe ser perdurable, es decir, debe ser capaz de soportar ejercicios como la separación de la película asfáltica por el impacto del agua sobre el árido, desgaste por tráfico, etc. por qué debido a su estabilidad, tiene que soportar la presión del tráfico, La mezcla debe ser impermeable para que sus componentes no queden expuestos directamente a la intemperie y debe ser fácil de colocar y compactar en el suelo. Cada una de estas y otras propiedades deseables de las mezclas asfálticas. Según Jiménez et al. (2019), Estas mezclas asfálticas se pueden producir en fábricas con el equipo adecuado para la tarea. Según sus propiedades y el espesor de la capa, se dice que imparten capacidad de carga estructural al revestimiento. Minaya (2008) menciona que las mezclas asfálticas en acalorado, se fragmenta en tres grupos: gradación densa, opengraded o combinaciones porosas o abiertas y gap-graded o combinaciones granulométricas incompletas. La tabla ostenta los tipos de composiciones de acuerdo a las peculiaridades granulométricas.

Tabla 1.

Tipos de mezclas

Gradación densa	Open - Garded	Gap - graded
Convencional tamaño máximo nominal usualmente de 12.5 a 19mm (0.5 a 0.75 Pulg.) Large stone, Tamaño Máximo nominal usualmente de 25 a	Poruos Friction course	Gap - graded convencional
37.5mm (1 a 1.5 Pulg) Arena asfalto, Tamaño máximo nominal menos que 9.5mm (0.375 Pulg.)	Base permeable tratada con asfalto	Stone Mastic Asphalt (SMA)

Nota. En esta tabla muestra como todos los tipos de mezclas de acuerdo a las gradaciones existentes.

Fuente: Diseño Moderno de Pavimentos, Minaya, 2008

Las mezclas asfálticas se clasifican de acuerdo al porcentaje de vacíos atrapados luego de haberse compactado en: Densos vacíos de aire (mezclas normales, Superpave y SMA), Semicerradas (vacíos de aire se encuentran entre 6% y 12%), combinaciones abiertas (vacíos de aire mayores a 12%) y combinaciones porosas (vacíos superiores al 20%), Para Garnica et al. (2018) la mezcla asfáltica tiene algunas propiedades importantes para tener en consideración, como la estabilidad que se relata a la cabida de la mezclanza asfáltica para resistir la desproporción y el desplazamiento causados por las cargas del tráfico vehicular, Un revestimiento es estable si congelación su

representación; es inestable si la mezcla muestra de formación permanente, arrugas y otros signos de desplazamiento, La perpetuación es una peculiaridad de una mescolanza asfáltica que relata su cabida para resistir los efectos negativos del aire, el agua, la temperatura y el tráfico, que logran excitar la decadencia del asfalto, la degradación del agregado y la separación de la película asfáltica del agregado, Una buena mescolanza asfáltica no debe envejecer demasiado durante su vida útil, Esta característica está relacionada con el grueso de la película asfáltica y la porosidad del aire, La firmeza a la fatiga es la cabida de una mescolanza asfáltica para resistir las tensiones reiteradas de los vehículos que pasan, La resquebrajadura por fatiga está relacionada con el comprendido de asfalto y la rigidez, Por otro lado, si el contenido de asfalto es demasiado alto, la mezcla se deformará elásticamente (o se deformará menos) en lugar de fallar bajo cargas repetidas, Sin embargo, también debe tenerse en cuenta que la resistencia a la extenuación depende en gran medida de la relación entre el espesor ordenado de las capas y la carga, La tenacidad al daño por relente o impermeabilización se refiere a la resistencia del agua y el aire para entrar o atravesar la mescolanza asfáltica, La resistencia al perjuicio por humedad está relacionada con la naturaleza química del agregado mineral y el comprendido de vacíos de la mescolanza espesada y, por lo tanto, el proceso de oxidación del betún, la adhesión del betún y el drenaje del pavimento, La flexibilidad Es la cabida de una mezcla asfáltica para acomodar el asentamiento y el movimiento gradual de cimientos y subrasantes sin agrietarse ni astillarse, A veces, esta propiedad entra en conflicto con los requisitos de estabilidad, Minaya y Ordoñez (2018) menciona que la carpeta de asfalto soporta de manera constante las cargas cíclicas, a través de la resistencia a la flexión, siempre y cuando no se oxide, ya que surgen con la tracción, originando la falla denominada piel de cocodrilo, La resistencia al deslizamiento reduce el desliz de los neumáticos en temporadas de lluvias, considerar que cuanto más

redondeada sea el agregado, menor es su resistencia al deslizamiento, Cuando el material es poroso, absorbe asfalto y agua en distintos grados, Se considera que 3 métodos para la medición de las dificultades específicas de los agregados, los cuales son gravedad específica bulk, gravedad específica aparente y gravedad específica efectiva; los cuales vienen de los conceptos del volumen de los agregados, Minaya (2018). La gravedad Específica Bulk, G_{sb} se relaciona el peso permeable de un material a una temperatura concreta con el volumen de los agregados, sin considerar los vacíos.

Ecuación 1.

Ecuación de la gravedad específica Bulk

$$G_s = \frac{W_s}{(V_s + V_v) \gamma_w}$$

Fuente: Hoyos

(2018) Dónde:

G_{sb} : gravedad específica bulk del agregado, W_s : peso seco, V_s : volumen de vacíos impermeabilizado, V_{pp} : volumen de vacíos permeabilizado, γ_w : peso específica del agua, 1 gr/cm³

La gravedad Específica Aparente, G_{sa} , se relaciona el peso del aire del material impermeabilizado con el volumen del material que incluye vacíos impermeabilizado.

Ecuación 2.

Ecuación de la gravedad específica aparente

$$G_s = \frac{W_s}{V_s \gamma_w}$$

Fuente: Instituto Nacional de Vías (2017)

Dónde: G_s : gravedad específica aparente

La gravedad Específica Efectiva, G_{se} . Relación del peso en el aire del elemento permeabilizado con volumen de vacíos impermeabilizados y permeabilizados que no absorben el asfalto.

Ecuación 3.

Ecuación de la gravedad específica efectiva

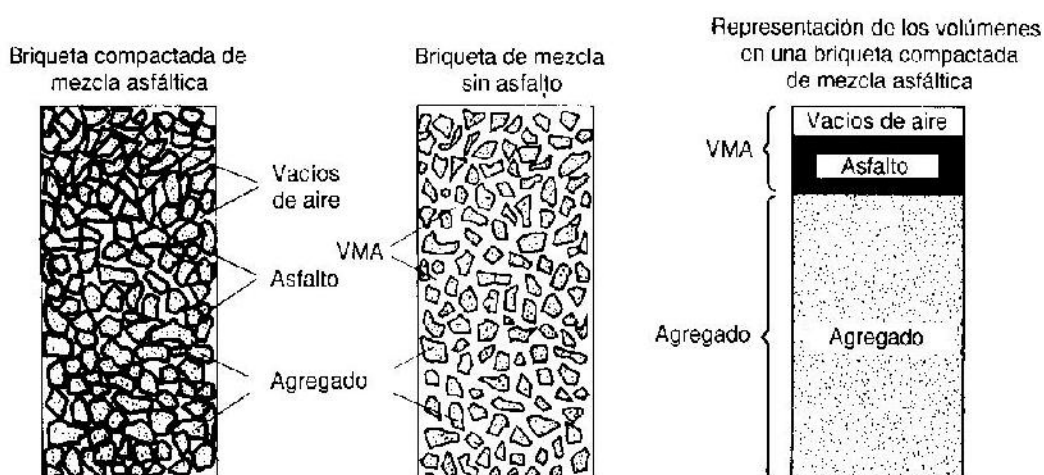
$$G_s = \frac{W_s}{(V_s + V_z - \gamma_a) \gamma_w}$$

Fuente: Minaya, 2018

Donde: G_{se} : gravedad específica efectiva

Figura 1.

Probetas de mezcla compactada



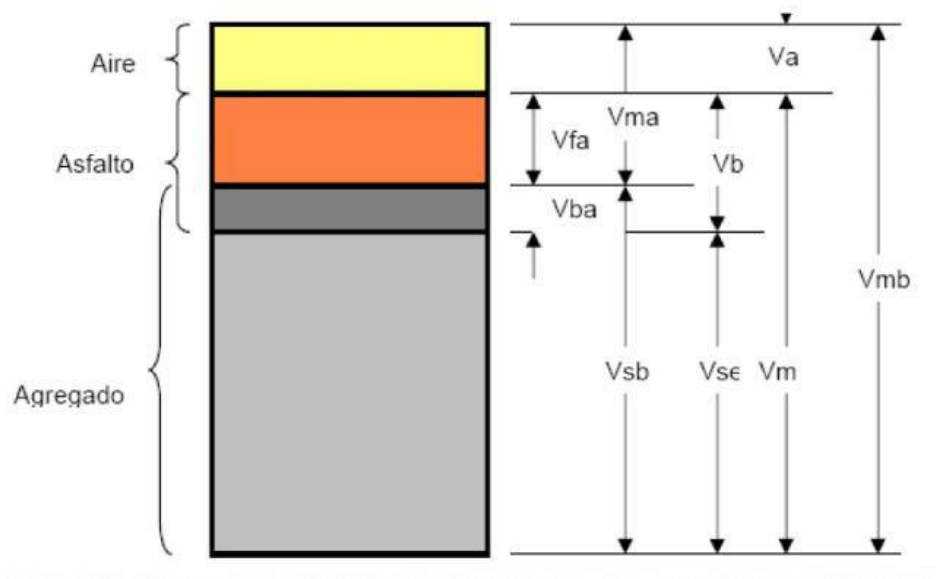
Nota. El gráfico representa las briquetas de mezclas compactadas con u sin mezcla asfáltica. Tomado de Nosetti, 2018.

Sequeira y Cervantes (2018) mencionan que Los vacíos de agregados (AGV, por sus siglas en inglés) son espacios de aire entre partículas de agregados en mezclas de pavimento compactado, incluidos los espacios rellenos de asfalto. El contenido de asfalto efectivo (P_{be}) se considera como la cantidad de asfalto sistémico de la mezcla excepto la cantidad de

asfalto que absorbe el agregado. Los vacíos de aire (V_a) es el volumen total de los pequeños capilares de aire entre las parcelas de agregado revestidas en toda la combinación, mencionada como porcentaje del volumen bulk de la combinación compacta. Los vacíos llenos con asfalto (VFA) Porción del volumen de vacíos entre los aserrines de agregado (VMA) que es obstruido por el asfalto efectivo.

Figura 2.

Esquema de una Muestra HMA Compactada



Nota. El gráfico representa la muestra HMA compactada. Tomado de *Diseño de mezclas asfálticas HMA Método Marshall*. García, (2018)

Dónde:

V_{ma} : volumen de vacíos del agregado, V_{mb} : volumen bulk de la combinación compacta, V_{mm} : volumen de vacíos de la combinación pavimentada, V_{fa} : volumen de vacíos repletos de asfalto, V_a volumen de vacíos con aire, V_b : volumen asfáltico, V_{ba} : volumen asfáltico que fue absorbido, V_{sb} : volumen del agregado mineral (gravedad específica bulk) , V_{se} : volumen del agregado mineral (gravedad específica efectiva), Una combinación para pavimento se tipifica en relación al tamaño de máximo, donde el libro el libro Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design and Construction de la NAPA Research and Education Foundation, explica

que gran cantidad de las mezclas de asfalto en acalorada necesitan densas gradaciones *para los agregados*.

Tabla 2.

Composición del Cemento Asfáltico

Asfalto	Temperatura a (°C)	Flotación (s)	Viscosidad d (Poises)
Convencional	60	198	1241.50
	70	147	712.12
	80	102	245.02
Asfalto-PVC	60	387	3203.32
	70	269	1978.48
	80	173	982.00
Asfalto-LN	60	403	3364.00
	70	288	2175.70
	80	190	1158.67
Asfalto-CM	60	200	1262.26
	70	140	639.46
	80	80	16.66

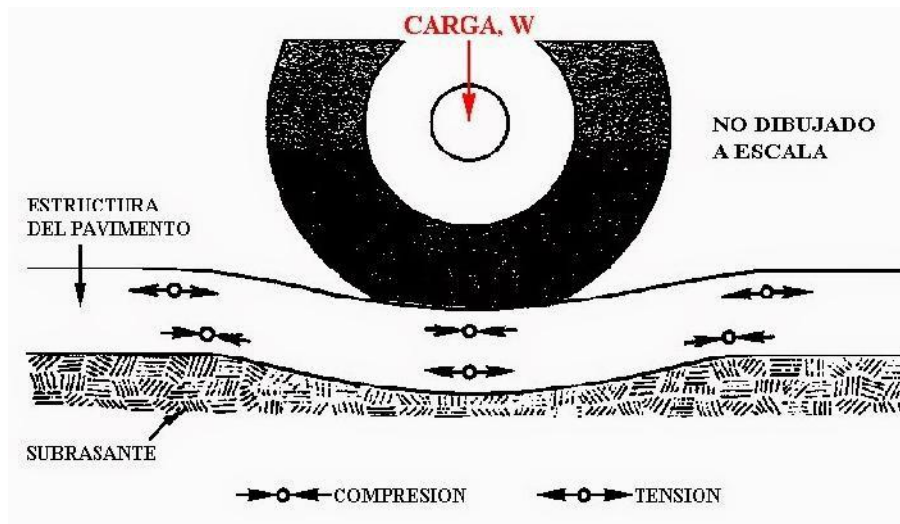
Nota. Se muestra la composición del cemento asfáltico mediante los aspectos de temperatura, flotación y viscosidad. Rondón et al., (2019)

Rondón et al., (2019) Cuando una emulsión asfáltica se concentra a un pavimento como ligante, está expuesta a una serie de influencias que perturban su vida útil. Estas actividades están relacionadas especialmente con el tránsito vehicular y el medio ambiente, y contribuyen en diversos grados a la destrucción de la mezcla. Las principales fallas de la mezcla asfáltica son: desproporción permanente, fisuración por fatiga y fisuración por disminución temperatura, Deformación permanente, de acuerdo con los resultados de las pruebas en carretera y la investigación realizada por AASHTO (Asociación Americana de Oficiales Estatales y de Carreteras) en los Estados Unidos sobre el fenómeno de la deformación permanente, algunos investigadores coinciden en que se alcanza precisar

como un canal longitudinal o depresión debido a la aplicación de cargas de tráfico, composición de la superficie de la carretera Una o más capas en la forma de la banda de rodadura digno a la compresión, el tendencia lateral o dualidades.

Figura 3.

Deformación del pavimento producido por esfuerzos de tensión y compresión.



Nota. El gráfico representa la deformación producida por los esfuerzos de tensión y compresión en la estructura del pavimento. Tomado: *Asphalt Institute's Thickness Design Manual, 2018*

Las deformaciones principales vienen a ser la deformación plástica el cual es una concavidad cerca del centro de la carga aplicada con pequeñas crestas o crestas a ambos partes de la hendidura. Esta deformación longitudinal generalmente es causada por agujeros de aire insuficientes (menos del 4%) en la alfombra. En estas condiciones, la compactación excesiva puede hacer que el asfalto llene los vacíos entre los agregados, evitando que se peguen entre sí. La desproporción por consolidación es una indentación cercana a la carga aplicada, pero sin protuberancias que la acompañen a ambos lados de la indentación. Este tipo de desproporción longitudinal es causada por vacíos de aire excesivos (más del 8%) en la

alfombra inmediatamente de la compactación. Esta circunstancia hace que la alfombra se endurezca a lo extenso de los vestigios de las ruedas del vehículo, sustancialmente durante el primer estío. La deformación mecánica es el resultado del asentamiento del sótano, el fondo o la terraza con la alteración de los patrones de grietas. Este tipo de daño ocurre cuando la estructura del

pavimento no está diseñada para la carga que soportará, Según Elías et al. (2020) El hormigón de demolición se puede reciclar, aunque no se puede reciclar en sus componentes originales o en su forma original completa. En cambio, el concreto se tritura en un agregado llamado agregado de concreto reciclado. El reciclaje de hormigón para producir agregado grueso y reemplazar el hormigón natural es una práctica que debe iniciarse lo antes posible, ya que está disponible a partir de los suministros de roca cada vez más escasos ,Según Martínez (2020) El Árido de Hormigón Reciclado (ACR) no es más que un árido utilizado para hormigón que anteriormente se utilizó en otro proyecto que fue demolido e industrialmente no era más que escombros. El material se utiliza, entre otras cosas, como base o sustrato para la construcción de nuevas carreteras o la reparación de estructuras existentes. Los fundamentos del concreto reciclado son que contiene agregados de concreto reciclado que se mezclan con cemento, agregados naturales (grava y arena), agua y aditivos para producir concreto con propiedades físicas y mecánicas equivalentes al concreto convencional, El hormigón reciclado es todo el hormigón hecho de materiales hechos por el hombre y reutilizado como un agregado de hormigón; se pueden usar diferentes porcentajes del 1% al 100% para reemplazar los agregados naturales, Moreno et al. (2019), El reciclaje o recobro del concreto exhibe dos ventajas primordiales: Reducir el uso de nuevos materiales minerales, así como los costos de extracción y transporte, así como los costos ambientales relacionados, Reducir el desperdicio de materiales meritorios innecesarios que consiguen ser reutilizados y reciclados,A pesar de estas

preeminencias, el reciclaje del hormigón no posee un impacto demostrativo en la disminución de la huella de CO₂ (salvo algunas deflaciones que se alcanzan conseguir en el transporte), La primordial fuente de emisiones de carbono en el concreto es la producción de cemento (la mezcla de cemento y agregados para hacer concreto), El componente de cemento del hormigón no se puede separar para reciclarlo o reciclarlo como cemento nuevo, por lo que reciclar el hormigón no puede reducir las emisiones de carbono.

Concreto como agregado

Concreto como agregado; la mayor parte del concreto reciclado se usa como agregado en las bases de las carreteras, generalmente en forma granular. El atributo del agregado fabricado estriba de la calidad del material único y del grado de procesamiento y apartamiento. La contaminación de otros materiales también puede afectar la calidad. No obstante, los minerales más finos producen productos de mayor valor, su producción también tiene un mayor impacto ambiental. Después de la limpieza, el concreto reciclado a menudo es comparable en calidad y rendimiento al agregado nuevo, aunque puede haber algunas limitaciones en cuanto a su durabilidad. Los materiales que contienen placas de yeso pueden tener aplicaciones más limitadas. Además, de los beneficios ambientales de usar concreto reciclado también pueden ser financieros, dependiendo de las condiciones y circunstancias locales. Los componentes encierran: 1) Proximidad y cuantía de áridos naturales aprovechables. 2) Confiabilidad, calidad y cantidad del suministro de RCD (disponibilidad de materiales y cabida de las infraestructuras de procesamiento).

3) Sentencia pública sobre la eficacia de los productos procesados 4) Fomento de la contratación pública 5) Normas y reglamentos que demandan un tratamiento caracterizado de los áridos reciclados y las constituyentes primas. 6) Tasas y tarifas para vertederos de materiales minerales naturales y residuos domiciliarios

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Viene a ser de tipo aplicado, Porque las variables de la encuesta que respaldan la teoría se utilizan cuando se basan en los resultados de investigaciones básicas conocidas y están destinadas a abordar las preocupaciones de la población. Además, también es explicativo porque los resultados explicarán lo que sucedió (Ñaupás et al., 2018, p.120).

Diseño de investigación

La siguiente investigación es de diseño experimental, Ríos (2017) menciona que un diseño experimental consta de dos o más factores en diferentes niveles, y su unidad experimental cubre todas o algunas de las posibles combinaciones entre estos niveles. Si se consideran todas las combinaciones posibles, se denomina diseño completo, y si no, se denomina diseño factorial parcial, que se utiliza cuando el número total de combinaciones es demasiado grande y se omiten algunas combinaciones.

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (2018) el Diseño de investigación experimental: el diseño de indagación experimental se esgrime para determinar las relaciones de causa/efecto en un contexto. Este es un diseño de pesquisa que observa la secuela de una variable independiente sobre una variable dependiente.

Enfoque de investigación

La investigación es de enfoque cuantitativo, Esto significa que la manipulación de las variables en estudio, al mismo tiempo que interfieren deliberadamente en las variables, fue evaluada en las evaluaciones correspondientes.

Según Baena (2017) La investigación aplicada es un enfoque no

sistemático para localizar una solución a un problema en específico. Estos problemas o asuntos alcanzan ser a nivel individual, grupal o comunitario. Se llama asistemática porque va directamente a la solución.

3.2. Variables y operacionalización

Equivale a enunciación operacional, es expresar, conceptos a nivel no experimental, encontrando compendios reales, itinerarios u sistematizaciones para el cálculo del concepto relevante; es hacer conexiones entre observaciones, actitudes y conceptos.

Variable independiente:

Concreto reciclado. - Cement Sustainability Initiative (2018) menciona que El reutilizamiento de concreto es una manufactura instituida en diversos países y la totalidad del concreto se alcanza triturar y reutilizar como agregado. Las tecnologías existentes para reciclar mediante trituración mecánica ya están disponibles y son relativamente económicas.

Variable dependiente:

Mezcla Asfáltica. - Las mezclas asfálticas ayudan a proteger de forma rápida y eficaz los firmes de las carreteras y restaurar la regularidad del firme, evitando su deterioro, lo que se interpreta en un acrecentamiento del consumo de los vehículos y de las emisiones de CO₂. Peña (2018).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población es el total de mecanismos a indagar que conserva propiedades que

intiman considerarse como tales. Estas unidades logran ser vías, personas, objetos y otros. Por lo tanto, la población será conformada por 240 briquetas elaboradas por el diseño de Marshall.

Muestra

Según Arias (2021) es una cuantía explícita, significativo para concretar la

población, Es por eso, la muestra para la indagación son 240 briquetas de asfalto para los experimentos en laboratorio.

Muestreo

Hernández y Mendoza (2018) la indagación exhibe un muestreo no probabilístico, ya que las muestras serán seleccionadas por conveniencia de los investigadores. Para los valores de carácter no probabilístico, se debe considerar, el contenido y parámetros del proyecto de investigación, (p.200).

Tabla 3.

Tabla de muestreo

TABLA DE MUESTREO								
ENSAYOS	DOSIFICACIONES							TOTAL
	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	
Ensayo de Estabilidad Marshall (>230 Kg)	10	10	10	10	10	10	10	60
ENSAYO DE VACIOS (2% A 8%)	10	10	10	10	10	10	10	60
Ensayo de Flujo (8 a 20)	10	10	10	10	10	10	10	60
Resistencia a la Tracción Lottman (> 80KG)	10	10	10	10	10	10	10	60
PARCIAL	40	40	40	40	40	40	40	240

Nota. La tabla representa la cantidad de muestras que se realizarán por dosificación y por ensayo

Unidad de análisis

La unidad de análisis de este estudio se centra en pavimentos flexibles en la región de Moquegua, considerando la incorporación de concreto reciclado como la variable independiente. La investigación abordará la problemática de la disminución de la estabilidad Marshall en pavimentos flexibles y propondrá soluciones mediante la evaluación de diferentes porcentajes de adición de concreto reciclado (0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de investigación

Se aplicará la técnica de la observación, que realizará el investigador al objeto en estudio. En donde se media por instrumentos de la observación

Observación directa

Se hace mención de que la observación directa implica que el investigador mismo recopile información sin intervenir en los temas en cuestión. En este enfoque, se aprovecha directamente el sentido de observación del investigador (Baena, 2018)

Instrumentos de recolección de datos

En cuanto a ello, se utilizarán fichas de observación y criterios técnicos de Perú, así como hojas de Microsoft Excel para evaluar cada método. Estas herramientas nos permitirán evaluar y documentar lo observado durante el estudio. La ficha de observación, brinda que el estudiador tome apunte de las situaciones que el estudiador, logra observar durante el estudio (Hernandez, y otros, 2018)

Validez

Este proceso implica garantizar que el resultado sea atribuible a la variable independiente y no sea influenciado por otras circunstancias que puedan interferir, y estas circunstancias deben

ser controladas (Baena, 2018).

Confiabilidad

“La confiabilidad de instrumento determinado de medición refiere que debe producirse resultados iguales en el mismo muestra las repetidas veces que se hace.” Ñaupas et al. (2018) La confiabilidad en este estudio de investigación estará amparada por los certificados de calibración de los equipos de laboratorio que se usarán en las pruebas, los mismos ensayos que serán asesorados y realizados por un experto de la materia y de las normas ASTM.

3.5. Procedimientos

La realización del asfalto con adición de concreto se realizará en 5 pasos, los cuales divisarán desde su recolección de los agregados (piedra chanchada, arena y concreto) hasta los resultados de los tanteos. Recaudación de agregados, boceto de mezcla asfáltica-Método Marshall, preparación y evaluación de la mezcla asfáltica, traslado de muestras, ensayos en laboratorio.

Así mismo, se contempla 08 etapas generales para el desarrollo de la indagación.

Etapas 01: Recopilación de datos

Se lleva a cabo el proceso de recopilación y medición de la información oportuna sobre las variables identificadas en el estudio para poder obtener respuestas correctas y confirmar las hipótesis.

Etapas 02: Preparación del concreto reciclado

En el departamento de Moquegua, existen demoliciones de infraestructuras los cuales servirán para el propósito de la investigación.

Etapas 03: Ensayos de Laboratorio

Las pruebas se realizan de acuerdo con las especificaciones que rigen las

normas, tales como: B. Estándares de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM), Manual de Pruebas de Materiales MTC (EM 2000), Estados Unidos.

DETERMINACION DE LA GRANULOMETRÍA

La granulometría se distinguió teniendo en cuenta que correspondería cumplir con una de las especificaciones establecidas en la EG 2013, para el presente proyecto se considerará una gradación con especificación MAC II, aplicando el método Marshall.

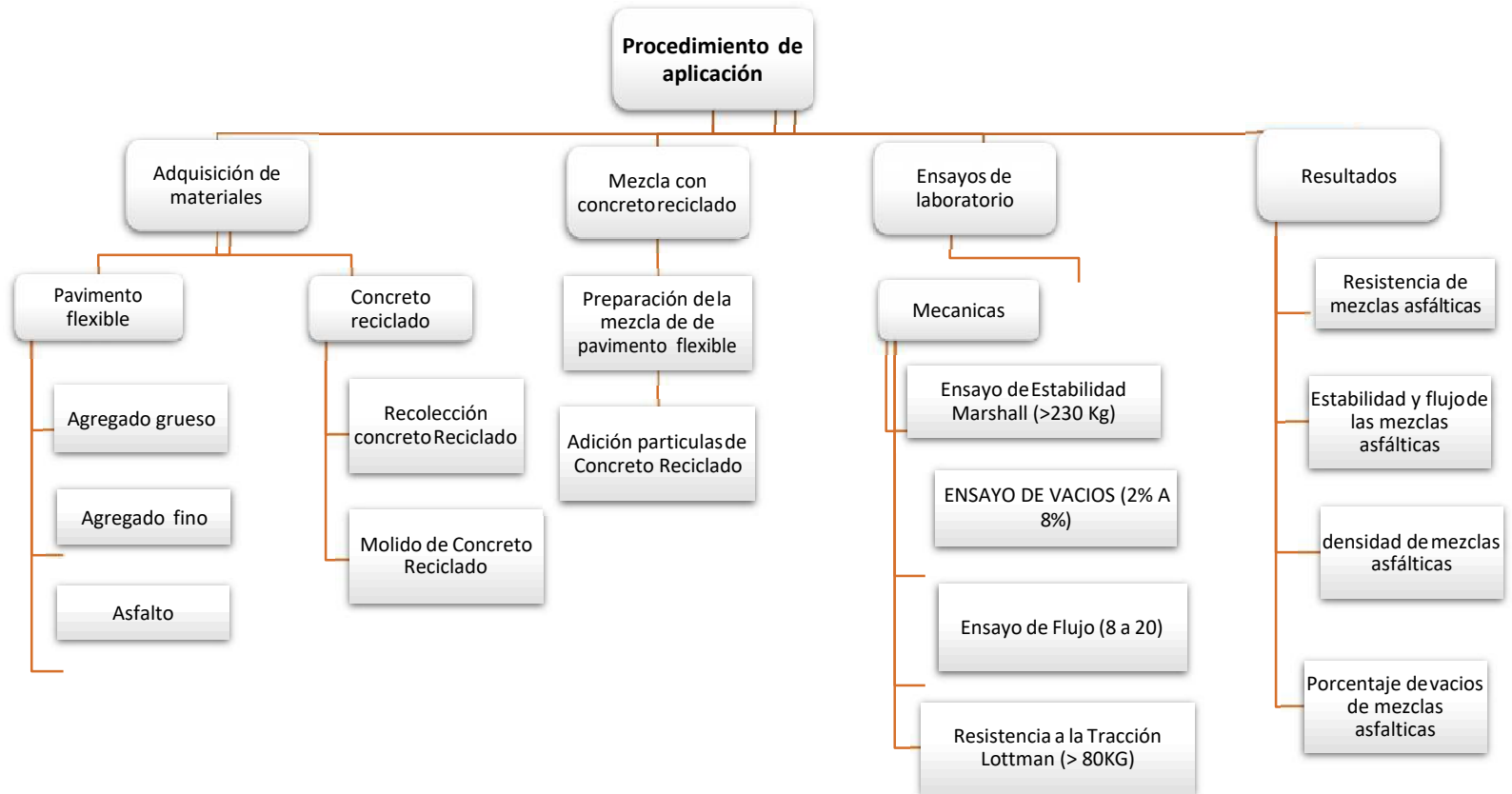
MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559), Este régimen reside en modelar briquetas con la miscelánea de agregado y asfalto en acalorado. Estas briquetas se con desemejantes porcentajes de asfalto se forma cuando los agregados, asfalto y caucho haya sido aprobado según especificaciones establecidas, de calidad, tamaño, resistencia, etc.

PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS

Para decretar el comprendido imponderable de asfalto se preparó 5 muestras de briquetas para ser mezclados con los agregados, esto con la finalidad al obtener los resultados en los gráficos donde se aprecie un valor optimo bien definido, este porcentaje de asfalto variara según cada 0.5% de asfalto.

Figura 4.

Procedimiento de aplicación



Nota. Se muestra a continuación el procedimiento experimental a desarrollar en la investigación.

3.6. Método de análisis de datos

En este estudio, los resultados se lograrán a través de pruebas de laboratorio, se presentarán mediante tablas y figuras, con la finalidad de interpretar los hallazgos de manera objetiva (Hernández & Mendoza, 2018).

En esta fase, se desplegará una meticulosa exploración para extraer información sustancial de los conjuntos de datos recolectados durante la investigación. La primera tarea consistirá en la organización y preparación de los datos, garantizando su integridad y depurando posibles valores atípicos. Se llevará a cabo la codificación de variables para facilitar su manipulación y comprensión.

En lugar de centrarse predominantemente en técnicas estadísticas, se adoptará un enfoque descriptivo más detallado. Se realizará una exploración minuciosa de los datos para identificar patrones, tendencias y peculiaridades que puedan surgir, proporcionando una comprensión cualitativa enriquecedora.

Se destacará la interpretación de hallazgos relevantes, resaltando conexiones significativas y observaciones clave. A través de un análisis detallado y exhaustivo, se buscará profundizar en la comprensión del fenómeno bajo investigación. Este método de análisis, predominantemente descriptivo, permitirá una apreciación más rica y contextualizada de los resultados, resaltando la complejidad inherente de las relaciones identificadas en la investigación.

Finalmente, se procederá a la interpretación de los resultados obtenidos a lo largo del análisis de datos. Se relacionarán los hallazgos con los objetivos de la investigación y se discutirán las implicaciones prácticas de los mismos. Cualquier limitación en el análisis se destacará, y se sugerirán áreas para investigaciones futuras.

3.7. Aspectos éticos

Para Hernández y Mendoza, la moral es la fuente de análisis de la ética profesional (2018). Los autores son responsables de la autenticidad de los resultados sin modificar las informaciones que se evalúa y sus cálculos; hay especialistas calificados de investigación y supervisión. El investigador es el responsable registrar todos los datos y observaciones generados en el transcurso de la indagación. Los datos originales de las investigaciones, deben conservarse durante un espacio mínimo de cinco años desde el término de su publicación. Para ello, el investigador debe disponer de un sistema de copias de seguridad para los datos e información que se guarda en formato electrónico.

Los parámetros primordiales a seguir es enaltecer la propiedad intelectual, la privacidad y la confiabilidad; conceder el debido crédito a todas las contribuciones de otros investigadores; divulgar los beneficios, documentar adecuadamente todas las prestezas de indagación y comunicar los datos de la cualidad más minuciosa y objetiva viable. Sin embargo, se debe evitar el apoyo de prácticas editoriales irresponsables. Sus principales objetivos son hacer avanzar la ciencia, compartir conocimientos dentro de la comunidad, utilizar datos de investigación externos (públicos o no publicados) sin permiso y tergiversar los datos.

En términos generales, según el Código de Ética de la UCV (2017) Los buenos resultados científicos requieren la consideración de las políticas básicas de conducta científica en la indagación científica. Esto se debe a que de su veracidad depende la aceptación de los resultados por parte de la generalidad científica y la percepción del lector en general. El propósito es velar porque La indagación que se perpetra en el marco de la Universidad César Vallejo está sujeta a los más penetrantes estándares de excelencia científica con el fin de atestiguar la exactitud del conocimiento científico, redimir los derechos y la ventura de los intelectuales y la propiedad erudita, y facilitar una mejor promoción. responsabilidad y honestidad. Promover la integridad científica, incluida la

práctica científica y la línea de intelectuales.

IV. RESULTADOS

Los resultados que se cumplen a raíz del **objetivo general**, el cual es: Determinar el efecto que tiene el concreto reciclado en mezclas asfálticas para perfeccionar pavimentos flexibles en Moquegua

Tabla 4.

Resumen de los resultados generales y promedios

Promedio	Variable independiente						
	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
Variable Dependiente							
Ensayo de Estabilidad Marshall (>230 Kg)	270.69	267.57	260.72	248.82	248.82	241	235.03
Ensayo de Vacíos (2% a 8%)	6.2	6.53	6.7	6.97	7.31	7.6	7.88
Ensayo de Flujo (8 a 20)	14.25	16.27	18.53	20.75	23.24	26.28	28.62
Resistencia a la Tracción Lottman (> 80KG)	87.9	87.32	86.61	85.87	85.01	83.99	82.91

Interpretación:

De la tabla 04, la cual muestra los resultados obtenidos del cual:

Se pudo obtener para los ensayos de Estabilidad Marshall (>230 Kg) el mayor con 270.69 Kg esto con el 0% además se obtuvo el mínimo 235.03 para una adición de 6%, por otro lado el ensayo de vacíos (2% a 8%) se obtuvo el mayor

% de vacíos de 7.88% con un porcentaje de adición 6% mientras que el menor

% de vacíos fue con el 0% de adición, además para Ensayo de Flujo (8

a 20) el menor % fue de 14.25% con la adición de 0% y la mayor fue de 28.62% con un porcentaje de adición de 6%, por otro lado para la Resistencia a la Tracción Lottman (> 80KG) se obtuvo 87.9% para el 0% de adición mientras que el menor fue para el 6% de adición obteniendo 82.91%

Los resultados que se cumplen a raíz del objetivo **específico 01**, el cual es Determinar el efecto de la incorporación de concreto reciclado en **la resistencia de mezclas asfálticas** para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua,

Tabla 5.

Resultados de objetivo específico 01

RESISTENCIA ALA TRACCION LOTTMAN (>80 KG)

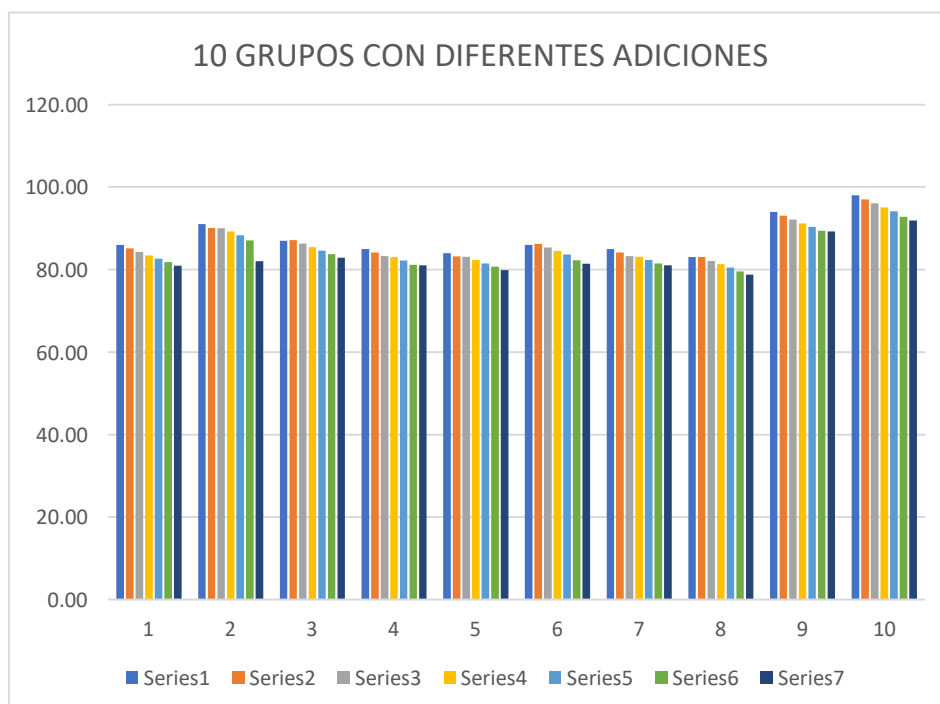
ADICIONES							
MUESTRAS	00%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
M#01	86.00	85.14	84.29	83.45	82.61	81.79	80.97
M#02	91.00	90.09	90.05	89.24	88.35	87.06	82.04
M#03	87.00	87.14	86.27	85.41	84.55	83.71	82.87
M#04	85.00	84.15	83.31	83.04	82.21	81.20	81.03
M#05	84.00	83.16	83.14	82.31	81.49	80.67	79.86
M#06	86.00	86.24	85.38	84.52	83.68	82.24	81.42
M#07	85.00	84.15	83.31	83.14	82.31	81.49	81.04
M#08	83.00	83.04	82.14	81.32	80.51	79.54	78.74
M#09	94.00	93.06	92.13	91.21	90.30	89.39	89.24
M#10	98.00	97.02	96.05	95.09	94.14	92.80	91.87
PROMEDIO	87.90	87.32	86.61	85.87	85.01	83.99	82.91

Interpretación:

De la tabla 05, la cual muestra los resultados obtenidos aplicado a 10 muestras se obtuvieron los datos promedio para cada porcentaje 0%,1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6% de adición Concreto reciclado los que fueron desarrollado en laboratorio teniendo como resultados promedios para la presente investigación, todos los ensayos se realizan en condiciones especiales con F'C= 210 kg/cm² de absorción, LA de desgaste y pruebas de resistencia a la compresión. Para la presente investigación, de acuerdo al ensayo de resistencia a la tracción obtuvo 87.90kg de la muestra patrón, con la incorporación de 1% de concreto reciclado la resistencia a la tracción fue 87.32%,con la incorporación de 2% de concreto reciclado la resistencia a la tracción fue 86.61%,con la incorporación de 3% de concreto reciclado la resistencia a la tracción fue 85.87%,con la incorporación de 4% de concreto reciclado la resistencia a la tracción fue 85.01%,con la incorporación de 5% de concreto reciclado la resistencia a la tracción fue 83.99%con la incorporación de 6% de concreto reciclado la resistencia a la tracción fue 82.91%.

Figura 5.

El ensayo resistencia a la tracción Lottman (>80 kg)



Nota. En la figura se muestra los 10 grupos de muestras con las diferentes adiciones realizadas para el ensayo a tracción Lottman (>80 kg)

Figura 6.

Ensayo de Lottman en relación a las adiciones



Nota. En la figura se evidencia las muestras con las diferentes adiciones realizadas para el ensayo a tracción Lottman (>80 kg)

Los resultados que se cumplen a raíz del objetivo **específico 02**, el cual es Determinar el efecto de la incorporación de concreto reciclado en la **estabilidad y flujo de las mezclas asfálticas** para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua.

Tabla 6.*Resultados de objetivo específico 2***ENSAYO DE ESTABILIDAD MARSHALL (>230 KG)**

MUESTRAS	ADICIONES DE CONCRETO RECICLADO						
	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
M#01	260.21	262	254.14	246.52	239.12	228	225
M#02	280.5	272.09	274	268	265	257.05	249.34
M#03	270	271	262.87	254.98	247.33	239	235
M#04	260	252.2	244.63	249	238	230.86	223.93
M#05	263	268	255	247.35	239.93	229	222.13
M#06	285.5	276.94	268.63	271	262.87	254.98	248
M#07	235.8	235	235	227.95	218	215	208.55
M#08	268.5	260.45	252.63	255	247.35	239.93	236
M#09	285	287	278	270	265	255	247.35
M#10	298.4	291	282.27	273.8	265.59	257.62	255
PROMEDIO (kg)	270.69	267.57	260.72	256.36	248.82	241	235.03

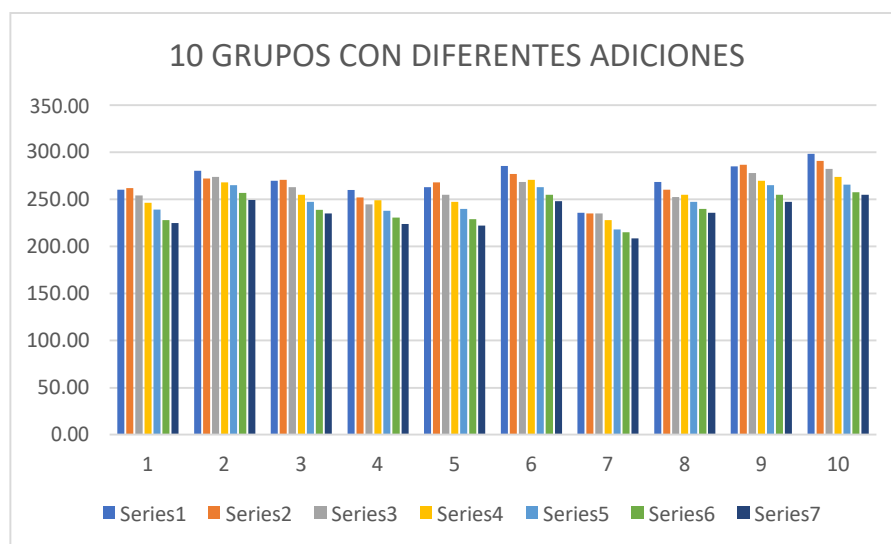
Interpretación:

De la tabla 08, la cual muestra los resultados obtenidos aplicado a 10 muestras se obtuvieron los datos promedio para cada porcentaje 0%,1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6% de adición de Concreto reciclado los que fueron desarrollado en laboratorio teniendo como resultados promedios con la incorporación de 0% de porcentaje de concreto reciclado se obtuvo de acuerdo al ensayo de estabilidad obtuvo una estabilidad de 270.69 kg, con la incorporación de 1% de porcentaje de concreto reciclado se obtuvo de acuerdo al ensayo de estabilidad obtuvo una estabilidad de 267.57, con la incorporación de 2% de porcentaje de concreto reciclado se obtuvo

de acuerdo al ensayo de estabilidad obtuvo una estabilidad de 260.72, con la incorporación de 3% de porcentaje de concreto reciclado se obtuvo de acuerdo al ensayo de estabilidad obtuvo una estabilidad de 256.36 Kg, con la incorporación de 4% de porcentaje de concreto reciclado se obtuvo de acuerdo al ensayo de estabilidad obtuvo una estabilidad de 248.82 Kg, con la incorporación de 5% de porcentaje de concreto reciclado se obtuvo de acuerdo al ensayo de estabilidad obtuvo una estabilidad de 241 Kg, con la incorporación de 6% de porcentaje de concreto reciclado se obtuvo de acuerdo al ensayo de estabilidad obtuvo una estabilidad de 235.03 Kg,

Figura 7.

Grupos con diferentes adiciones



Nota. En la figura se muestra los 10 grupos con las diferentes adiciones para el ensayo Marshall (>230Kg). Tomado de Fuente propia

Figura 8.

Estabilidad en comparativa a las distintas adiciones



Nota. En la figura se muestra los 10 grupos con las diferentes adiciones para el ensayo de estabilidad. Tomado de Fuente propia

Según normativa EG-2023:

- La resistencia mínima para asfalto en frío (emulsión) es de 230 kg.
- Todas las muestras cumple con la estabilidad mínima requerida

Los resultados que se cumplen a raíz del objetivo **específico 03**, el cual es: Determinar el efecto de la incorporación de concreto reciclado en **la densidad de mezclas asfálticas** para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua.

Tabla 7.

Resultados de objetivo específico 3

ENSAYO DE FLUJO (8 A 20)

ADICIONES							
MUESTRAS	00%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
M#01	14.00	15.68	18.50	20.72	23.21	25.99	27.05
M#02	14.50	17.05	19.10	21.39	23.95	26.80	30.02
M#03	14.60	16.35	19.24	21.55	24.13	27.03	28.01
M#04	13.90	15.57	17.44	19.53	21.87	25.54	28.60
M#05	14.20	16.05	18.55	20.78	23.27	26.06	29.19
M#06	14.10	15.79	17.69	19.81	22.19	25.14	27.05
M#07	14.00	16.25	18.44	20.65	23.13	25.91	29.02
M#08	14.00	15.68	17.56	19.67	22.03	25.77	28.86
M#09	14.30	17.55	19.55	21.90	24.52	27.47	28.04
M#10	14.90	16.69	19.24	21.55	24.13	27.14	30.40
PROMEDIO	14.25	16.27	18.53	20.75	23.24	26.28	28.62

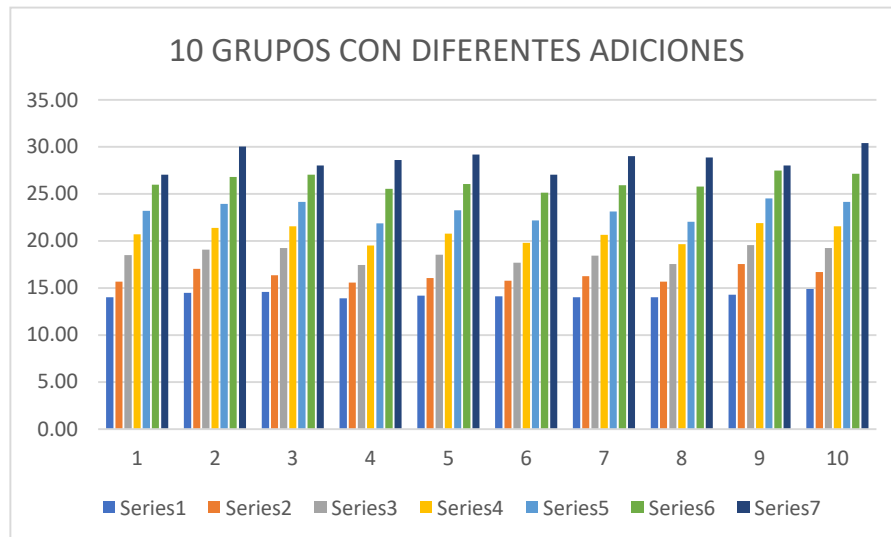
Interpretación:
n:

De la tabla 10, la cual muestra los resultados obtenidos aplicado a 10 muestras se obtuvieron los datos promedio para cada porcentaje 0%,1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6% de adición de Concreto reciclado los que fueron desarrollado en laboratorio teniendo como resultados promedios para la presente investigación, de acuerdo al ensayo de flujo obtuvo 14.25% de la muestra patrón, con la incorporación de 1% de concreto reciclado el flujo fue 14.25%, con la incorporación de 2% de concreto reciclado el flujo fue 18.53%,con la incorporación de 3% de concreto reciclado el flujo fue 20.75%,con la incorporación de 4% de concreto reciclado el flujo fue

23.24%, con la incorporación de 5% de concreto reciclado el flujo fue 26.28% con la incorporación de 6% de concreto reciclado el flujo fue 28.62%.

Figura 9.

Grupos con diferentes adiciones para el ensayo de Flujo



Nota. En la figura se muestra los 10 grupos con las diferentes adiciones del RAP para el ensayo de Flujo. Tomado de elaboración propia.

Figura 10.

Resultados de Flujo en relación a las adiciones



Nota. En la figura se muestra el grafico de flujo en relación las cantidades de adición en las mezclas asfálticas.

Los resultados que se cumplen a raíz del objetivo **específico 04**, el cual es Determinar el efecto de la incorporación de concreto reciclado en el **porcentaje de vacíos** de mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua.

Tabla 8.

Resultados del objetivo específico 4

ENSAYO DE VACIOS (2% A 8%)							
ADICIONES							
MUESTRAS	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
M#01	6.00	6.38	6.38	6.65	6.92	7.19	7.51
M#02	6.20	6.45	6.71	6.97	7.32	7.69	8.00
M#03	6.30	6.68	6.95	7.23	7.51	7.81	8.13
M#04	6.00	6.35	6.45	6.85	7.10	7.40	7.70
M#05	6.10	6.48	6.74	7.01	7.29	7.58	7.69
M#06	6.80	7.11	7.24	7.53	8.05	8.31	8.64
M#07	6.00	6.24	6.49	6.28	6.53	6.79	7.06
M#08	6.20	6.58	6.65	6.92	7.31	7.60	7.89
M#09	6.30	6.55	6.81	7.50	7.80	8.11	8.44
M#10	6.10	6.44	6.55	6.81	7.25	7.55	7.78
PROMEDIO	6.20	6.53	6.70	6.97	7.31	7.60	7.88

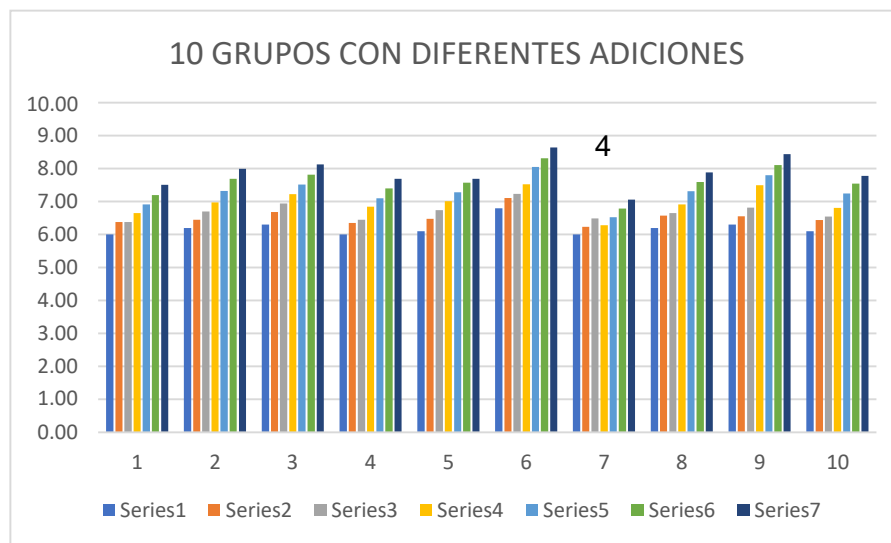
Interpretación:
n:

De la tabla 09, la cual muestra los resultados obtenidos aplicado a 10 muestras se obtuvieron los datos promedio para cada porcentaje 0%,1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6% de adición de Concreto reciclado los que fueron desarrollado en laboratorio teniendo como resultados promedios para la presente investigación, de acuerdo al ensayo de porcentaje de vacíos obtuvo 6.20% de la muestra patrón, con la incorporación de 1% de

concreto reciclado el porcentaje de vacíos fue 6.53%, con la incorporación de 2% de concreto reciclado el porcentaje de vacíos fue 6.70%, con la incorporación de 3% de concreto reciclado el porcentaje de vacíos fue 6.97%, con la incorporación de 4% de concreto reciclado el porcentaje de vacíos fue 7.31%, con la incorporación de 5% de concreto reciclado el porcentaje de vacíos fue 7.60%, con la incorporación de 6% de concreto reciclado el porcentaje de vacíos fue 7.88%.

Figura 11.

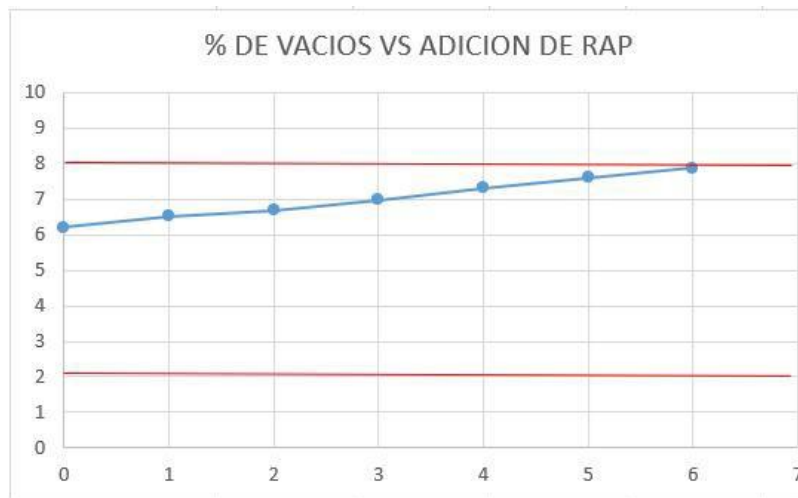
Grupos con diferentes adiciones para ensayo de vacíos (2% a 8%)



Nota. En la figura se muestra los 10 grupos con las diferentes adiciones para el ensayo de vacíos (2% a 8%). Tomado de Fuente propia

Figura 12.

Porcentaje de Vacíos en relación de la adición RAP



Nota. En la figura se muestra los porcentajes de vacío y su relación con la adición del RAP en las mezclas asfálticas. Tomado de Fuente propia.

V. DISCUSIÓN

Según Ramírez (2022), en cuanto a la estabilidad, el porcentaje no ha llegado a 815, pero la estabilidad máxima ha llegado a 670, que equivale al 1,5% del abrasivo, pero está lejos del estándar establecido. En términos de fluidez, ninguna de las dosis dentro de la norma logró el mejor efecto, pero aun así no cumplió con el estándar del 1% prescrito; finalmente, para la proporción de vacíos, fue la única variable que cumplió con el estándar, pero solo porcentajes de 1% y 1.5%. Para la presente investigación, de acuerdo al ensayo de estabilidad obtuvo una estabilidad de 270.69 kg, con la incorporación de 1% de concreto reciclado la estabilidad fue 267.57 kg, con 2% se obtuvo 260.72 kg, con 3% se obtuvo 256.36kg, con 4% se obtuvo 248.82kg, con 5% se obtuvo 241.00kg y con 6% se obtuvo 235.03kg. Concluyendo que, a cuanto más dosificación de concreto reciclado, la estabilidad se reduce.

Según Tejada Briosó (2022), que la adición de (PET) y caucho molido tuvo un efecto significativo en la relación de vacíos, aumentando así el porcentaje de V.M.A., relleno de vacíos CA, la estabilidad/flujo disminuyó a 1794 kg/cm, como se indica, pero inferior al de las mezclas convencionales. el precio unitario de las mezclas de eco asfalto se determina por metro cúbico (m³) empleando una miscelánea de 1% (PET) y 1% de caucho. Para la presente investigación, de acuerdo al ensayo de porcentaje de vacíos obtuvo 6.20% de la muestra patrón, con la incorporación de 1% de concreto reciclado el porcentaje de vacíos fue 6.53%, con 2% se obtuvo 6.70%, con 3% se obtuvo 6.97%, con 4% se obtuvo

7.3%, con 5% se obtuvo 7.60% y con 6% se obtuvo 7.88%. Concluyendo que, a cuanto más dosificación de concreto reciclado, el porcentaje de vacíos incrementa.

Según Choton García (2020), con su tema *Mejoramiento de propiedades del concreto reutilizando los materiales reciclados de construcción en pavimento rígido para bajo volumen de tránsito en el distrito Lurín, 2019*, donde tuvo como objetivo establecer como la perfección del concreto

instiga en un pavimento rígido reutilizando bastos reciclados. Todos los ensayos se realizan en condiciones especiales con $F'C= 210 \text{ kg/cm}^2$ de absorción, LA de desgaste y pruebas de resistencia a la compresión. Para la presente investigación, de acuerdo al ensayo de resistencia a la tracción obtuvo 87.90kg de la muestra patrón, con la incorporación de 1% de concreto reciclado la resistencia a la tracción fue 87.32% con 2% se obtuvo 86.61%, con 3% se obtuvo 85.87%, con 4% se obtuvo 85.01%, con 5% se obtuvo 83.99% y con 6% se obtuvo 82.91%. Concluyendo que, a cuanto más dosificación de concreto reciclado, la resistencia a la tracción disminuye.

Según Morante (2019), tuvo como objetivo determinación del comportamiento de mezclas de gránulos de caucho triturado de llantas usadas (NFU) con tamaño de partícula definido; junto con material de molienda RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) 1%, 1.5%, 2% y 2.5% en mezcla en frío. El porcentaje de residuo bituminoso obtenido fue del 6,5% frente al 10,5% de las muestras obtenidas del Dr. Calles José Fernández Salvador y Julio Larrea. Para la presente investigación, de acuerdo al ensayo de flujo obtuvo 14.25% de la muestra patrón, con la incorporación de 1% de concreto reciclado el flujo fue 14.25%, con 2% se obtuvo 18.53%, con 3% se obtuvo 20.75%, con 4% se obtuvo 23.24%, con 5% se obtuvo 26.28% y con 6% se obtuvo 28.62%. Concluyendo que, a cuanto más dosificación de concreto reciclado, el flujo incrementa.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye para el ensayo de resistencia que a medida que se va incrementando la dosificación de concreto reciclado la estabilidad flujo es inversamente proporcional esta va disminuyendo de puesto que De las 10 muestras, los datos promedio para cada porcentaje 0%,1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6% de adición de Concreto reciclado los que fueron desarrollado en laboratorio teniendo como resultados promedios para la presente investigación, todos los ensayos se realizan en condiciones especiales con $F'C= 210 \text{ kg/cm}^2$, el de desgaste y pruebas de resistencia a la compresión. Para la presente investigación, de acuerdo al ensayo de resistencia a la tracción obtuvo 87.90kg de la muestra patrón, con la incorporación de 1% de concreto reciclado la resistencia a la tracción fue 87.32%, con la incorporación de 6% de concreto reciclado la resistencia a la tracción fue 82.91%.

Concluye que para los ensayos de Estabilidad Marshall (>230 Kg) el mayor con

270.69 Kg esto con el 0% además se obtuvo el mínimo 235.03 para una adición de 6%, por otro lado el ensayo de vacíos (2% a 8%) se obtuvo el mayor % de vacíos de 7.88% con un porcentaje de adición 6% mientras que el menor % de vacíos fue con el 0% de adición, además para Ensayo de Flujo (8 a 20) el menor

% fue de 14.25% con la adición de 0% y la mayor fue de 28.62% con un porcentaje de adición de 6%, por otro lado para la Resistencia a la Tracción Lottman (> 80KG) se obtuvo 87.9% para el 0% de adición mientras que el menor fue para el 6% de adición obteniendo 82.91%.

Se concluye que la dosificación de concreto reciclado tiene un impacto significativo en la estabilidad y flujo de los pavimentos. En el ensayo de estabilidad, se observa una relación inversamente proporcional, donde la

estabilidad disminuye a medida que se incrementa la dosificación. Por ejemplo, con un 0% de concreto reciclado, la estabilidad promedio fue de 270.69 kg, mientras que con un 6% de concreto reciclado, la estabilidad promedio disminuyó a 235.03 kg. En contraste, en el ensayo de flujo, se encuentra una relación directamente proporcional, con un aumento en la dosificación de concreto reciclado correlacionado con un incremento en la estabilidad del flujo. Para la muestra patrón, el flujo fue del 14.25%, mientras que con la incorporación del 6% de concreto reciclado, el flujo promedio se incrementó significativamente a 28.62%.

Se concluye para el ensayo de porcentaje de vacíos que a medida que se va incrementando la dosificación de concreto reciclado el porcentaje de vacíos es directamente proporcional esta va también incrementando puesto que de las 10 muestras, los datos promedio para cada porcentaje 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6% de adición de Concreto reciclado los que fueron desarrollado en laboratorio teniendo como resultados promedios para la presente investigación, de acuerdo al ensayo de porcentaje de vacíos obtuvo 6.20% de la muestra patrón, con la incorporación de 1% de concreto reciclado el porcentaje de vacíos fue 6.53%, con la incorporación de 2% de concreto reciclado el porcentaje de vacíos fue 6.70%, con la incorporación de 3% de concreto reciclado el porcentaje de vacíos fue 6.97%, con la incorporación de 4% de concreto reciclado el porcentaje de vacíos fue 7.31%, con la incorporación de 5% de concreto reciclado el porcentaje de vacíos fue 7.60%, con la incorporación de 6% de concreto reciclado el porcentaje de vacíos fue 7.88%.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que, considerando la disminución en la estabilidad del flujo con el incremento de la dosificación de concreto reciclado, se recomienda realizar un análisis detallado de las propiedades mecánicas de las mezclas. Investigue la posibilidad de ajustar la proporción de otros materiales en la mezcla para contrarrestar la disminución de estabilidad, asegurando que el pavimento cumpla con los requisitos de resistencia y durabilidad necesarios. Además, se podría explorar la aplicación de aditivos o modificadores para mejorar la cohesión de la mezcla con concreto reciclado. Dado que los resultados de los ensayos de Estabilidad Marshall, vacíos, flujo y resistencia a la tracción muestran variaciones significativas con diferentes porcentajes de adición de concreto reciclado, se recomienda llevar a cabo análisis adicionales para comprender las interacciones entre los componentes de la mezcla y sus efectos en estas propiedades.

Se recomienda realizar ajustes precisos en la dosificación de concreto reciclado para optimizar la estabilidad y el flujo del pavimento. Se sugiere realizar pruebas adicionales para determinar la dosificación ideal que cumpla con los requisitos de estabilidad y flujo simultáneamente. Además, es crucial investigar la posible combinación con otros materiales o aditivos que puedan mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla, especialmente en términos de estabilidad. Este enfoque integral ayudaría a garantizar un pavimento que cumpla con los estándares de rendimiento deseados. Dado que el aumento en el porcentaje de vacíos puede afectar la durabilidad y resistencia del pavimento, se recomienda realizar un análisis detallado de la relación entre la dosificación de concreto reciclado y los vacíos. Se podría explorar la posibilidad de ajustar la proporción de otros materiales en la mezcla para controlar el aumento de vacíos y garantizar un pavimento con propiedades mecánicas óptimas.

REFERENCIAS

Aguirre López, Aldemar y Castillo Restrepo, Daniel Felipe. 2017. Evaluación de las propiedades del concreto reciclado como agregado pétreo, procedente de demoliciones. Pereira, Risaralda : s.n., 2017.

Aleman, Freddy. 2019. Escritura científica: Guía para la preparación de tesis de grado y artículos científicos. Managua : s.n., 2019.

Arias Geoge; Galvis Wilson, Orduña Leonel, Rodriguez Jenny, Sanchez Gustavo. 2019. Mezclas Asfálticas. 2019.

Arias Gonzáles, José Luis. 2021. Diseño y Metodología de la Investigación. Lima : Enfoques Consulting EIRL, 2021.

Baena P.G. 2017. Metodología de la INVESTIGACIÓN. 2017.

Balbin Archi, Robinson y Chochon Gomez, Victor Hugo. 2019.
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CON MATERIAL RECICLADO PARA LA MEJORA DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL PAVIMENTO EN EL TRAMO KM 90+000 AL KM 95+000 DE LACARRETERA CANTA A HUAYLLAY UBICADO EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CANTA EN EL DEPARTAMENTO DE LIMA
2019. Lima –Perú : s.n., 2019.

Barbosa Macías, Juan Felipe, Jarava Jaramillo, Andrés Guillermo y López Albornoz, Juan Diego. 2020. Tratamiento superficial de agregados reciclados de concreto para su utilización en mezclas asfálticas. Bogotá : s.n., 2020.

Bobadilla Peña, Jorge Ronaldo, y otros. 2022. Uso de polímeros en asfalto: una revisión. 2022. Pregrado.

Carrasco Montesdeoca, Raúl Bernardo. 2018. APLICACIÓN DEL USO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN

EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA, ANÁLISIS DE COSTO E IMPACTO AMBIENTAL. Quito – Ecuador : s.n., 2018.

Cement Sustainability Initiative. 2018. RECICLANDO CONCRETO. 2018.
Choton Garcia, Genesis Sarai. 2020. Mejoramiento de propiedades del concreto reutilizando los materiales reciclados de construcción en pavimento rígido para bajo volumen de tránsito en el distrito Lurín, 2019. Lima – Perú : s.n., 2020.

Claudio Giodani, Diego Leone. 2016. Pavimentos. 2016.

Código de Ética en Investigación de la Universidad Vallejo. **Universidad Cesar Vallejo. 2017.** Lima : s.n., 2017.

Correo Lesmes, Camilo Andres. 2018. Implementación de mezcla asfáltica modificada con gránulo de caucho en el barrio San Carlos de la localidad de Tunjuelito. Bogotá : s.n., 2018. Pregrado.

EFFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE AGREGADOS DE CONCRETO RECICLADO SOBRE EL AMBIENTE Y LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE HUAMACHUCO. **Elías Silupu, Jorge, y otros. 2020.** Trujillo : s.n., 2020.

EL CONCRETO CON AGREGADOS RECICLADOS COMO PROYECTO DE SOSTENIBILIDAD URBANA. **Martinez Urieles, Pablo Emilio. 2020.** Santa María : s.n., 2020.

Flores Barrios, Elvira Milagritos. 2020. Influencia de los residuos plásticos reciclados al añadirlos a una mezcla asfáltica modificada en caliente, Trujillo. Trujillo – Perú : s.n., 2020.

García Corzo, Augusto. 2018. Diseño de mezclas asfálticas HMA Metodo Marshall. 2018.

Garnica Anguas, Paul, y otros. 2018. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS. Sanfandila : s.n., 2018.

Guaje Guerra, Jairo Andrés. 2020. Estudio del agregado reciclado de

residuos de construcción y demolición en celdas de confinamiento con llantas desechadas para la construcción de obras viales en Colombia. Bogotá – Colombia : s.n., 2020.

Instituto de Capacitacion y Gerencia. 2018. Diseño de pavimentos flexibles y rígidos. 2018.

Maguiña Salazar, Walther Teófilo. 2019. Caucho reciclado de llantas en la mezcla de Asfalto a Compresión para mejorar las Propiedades Mecánicas. Lima : s.n., 2019. Pregrado.

Mezclas asfálticas en frío en Costa Rica, conceptos, ensayos y especificaciones. **Jimenez Acuña, Monica, Sibaja Obando, Denia y Molina Zamora Doris. 2019.** 2019.

Minaya Gonzales, Silene. 2008. DISEÑO MODERNO DE PAVIMENTOS. Lima : s.n., 2008.

Minaya Gonzalez, Silene y Ordoñez Huamán, Abel. 2018. Diseño moderno de pavimentos asfálticos. 2018.

Ministerio de Transportes y comunicaciones. 2016. Manual de Carreteras. 2016.

Morante Gomez, Mary Belen. 2019. UTILIZACION DE GRANULOS DE CAUCHO TRITURADO DE NEUMATICOS FUERA DE USO EN MEZCLAS ASFALTICAS EN FRIO CON EMULSION Y MATERIAL FRESADO. Quito : s.n., 2019.

Ñaupas Paitán, Humberto, y otros. 2018. Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis. Bogotá : s.n., 2018.

Paul Garnica Anguas, Mayra Flores Flores, José Antonio Gómez López, Horacio Delgado Alamilla. 2018. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DE MEZCLAS ASFÁTICAS. Sanfandila : s.n., 2018.

Propiedades mecánicas del concreto fabricado con agregados reciclados extraídos de escombros de mampuestos de arcilla cocida. **MORENO ANSELMÍ, Luis, OSPINA GARCIA, Miguel y RODRÍGUEZ POLO, Kelly. 2019.** 2019,

Revista Espacios.

Ramírez Ramírez, Julio Enrique. 2022. Concreto asfáltico reciclado con caucho molido para el rejuvenecimiento en una mezcla asfáltica tibia. Lima– Perú : s.n., 2022.

Ríos Ramírez, Roger Ricardo. 2017. Metodología para la investigación y redacción. Málaga : s.n., 2017.

Rondón Quintana, Hugo Alexander , y otros. 2019. Experiencias sobre el estudio de materiales alternativos para modificar asfaltos. 2019.

Salazar Raymond, María Belén, Icaza Guevara, María de Fátima y Alejo Machado, Oscar José . 2018. La importancia de la ética en la investigación. 2018.

Sequeira Rojas, Wendy y Cervantes Calvo, Víctor. 2018. CONSISTENCIA DE LOS DISEÑOS DE MEZCLA SEGÚN LA METODOLOGÍA MARSHALL. San José : s.n., 2018.

Tejada Brioso, Nicolai Alvin. 2022. Diseño de una mezcla asfáltica ecológica usando polietileno de tereftalato (PET) reciclado y caucho molido. Pimentel – Perú : s.n., 2022.

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. 2018. Metodología de la Investigación e Investigación Aplicada para Ciencias Económicas y Administrativas. Nicaragua : s.n., 2018.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Título: “EFECTO DE LA ADICION DEL CONCRETO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD MARSHALL EN PAVIMENTOS FLEXIBLES, MOQUEGUA, 2023”							
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
¿De qué manera afecta el concreto reciclado en mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua?	Determinar el efecto que tiene el concreto reciclado en mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua.	El concreto reciclado afecta en las propiedades mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua	INDEPENDIENTE	Dosificación	Dosificación con 0%	Intervalo	Enfoque Cuantitativo
			concreto reciclado		Dosificación con 2.5%	Intervalo	
					Dosificación con 3.5%	Intervalo	
					Dosificación con 4.5%	Intervalo	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICOS	DEPENDIENTE	Propiedades	Peso Especifico	De razón	Diseño Experimental
¿De qué manera afecta la incorporación de concreto reciclado influirá en la resistencia de mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua?	Determinar el efecto de la incorporación de concreto reciclado influye en la resistencia de mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua.	La incorporación de concreto reciclado afecta en la resistencia de mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua.	DEPENDIENTE	Propiedades	Absorción	De razón	Nivel
					Granulometría	Intervalo	
¿De qué manera afecta incorporación de concreto reciclado influirá en la estabilidad y flujo de las mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua?	Determinar el efecto de la incorporación de concreto reciclado influye en la estabilidad y flujo de las mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua.	La incorporación de concreto reciclado afecta en la estabilidad y flujo de las mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua.	Mezclas asfálticas (Diseño de Marshall)	Propiedades	Resistencia	De razón	
¿De qué manera afecta incorporación de concreto reciclado influirá en la densidad de las mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua?	Determinar el efecto de la incorporación de concreto reciclado influye en la densidad de mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua.	La incorporación de concreto reciclado afecta en la densidad de mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua.			Estabilidad y flujo	De razón	
						Densidad	
¿De qué manera afecta incorporación de concreto reciclado influirá en el porcentaje de vacíos de mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua?	Determinar el efecto de la incorporación de concreto reciclado influye en el porcentaje de vacíos de mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua.	La incorporación de concreto reciclado afecta en el porcentaje de vacíos de mezclas asfálticas para mejorar pavimentos flexibles en Moquegua.			Porcentaje de vacíos	De razón	

Anexo 02: Matriz operacional

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
concreto reciclado	Como concreto reciclado se reconoce a todo aquel concreto que se fabrica de un material de origen artificial y se re-utiliza como agregado en el concreto; los porcentajes de variación pueden ir entre el 1% al 100% de uso como agregado reemplazante de un agregado de origen natural, Moreno et al (2019).	Los materiales que pueden re-utilizarse son aquellos que presentan alguna resistencia mecánica, y soporten un proceso de trituración mecánica; se ha empleado desde residuos de plástico, hasta residuos de mezclas de concreto reforzado subproducto de la demolición de concreto, Moreno et al (2019).	Dosificación	Dosificación con 0%
				Dosificación con 2.5%
				Dosificación con 3.5%
				Dosificación con 4.5%
			Propiedades	Resistencia mecánica
				Peso Especifico
Mezclas asfálticas (Diseño Marshall)	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-Pavimentaci%c3%b3n-29-ilovepdf-compressed.pdf	Propiedades	Resistencia
				Estabilidad y flujo
				Ahuellamiento
				Porcentaje de vacíos

Instrumento de recolección de datos

Para **ensayo análisis granulométrico** de la combinación de agregados

	Análisis granulométrico					
	Tamaño muestra	Grava chancada SI	Arena chancada SI	Arena zarandeada <1/4 SI	Arena zarandeada <3/8 SI	Filler
Piedra chancada de 1/2"						
Arena triturada						
Arena natural						
Muestra de concreto reciclado						

Nota. La tabla representa el instrumento para el análisis granulométrico de los agregados

Ensayo de Abrasión de los Ángeles

Material	Tamices ASTM				Masa de tamaño	
	Que pasa		Retenido sobre		Gradación	
Piedra mediana	Pulg.	(mm)	Pulg.	(mm)		
Masa seca inicial de la muestra						
Masa seca retenido en la malla N°12						
Masa seca que pasa en la malla N°12						
Porcentaje de perdida						
Resistencia al desgaste						
% DE PERDIDA POR ABRASION						

Nota. La tabla representa el instrumento para el ensayo de Abrasión los Ángeles

Diseño del cemento asfáltico PEN 60/70, 3 briquetas

ENSAYOS	NUMERO DE PROBETAS		
	1	2	3
% C.A. En peso de la mezcla			
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			

Nota. La tabla representa el instrumento para el ensayo diseño de la mezcla asfáltica

ENSAYO DE CARAS FRACTURADAS
AS 1M 02421

SOLICITA
TUIS
CANTERA

A.- CON UNA CARA FRACTURADA

Tamaño Máximo del Agregado	Superficie de Contacto	Superficie de Contacto	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
2"	17	162	51.1%	84.9%	222	147	581.9
1.19"	17	162	51.1%	84.9%	222	147	581.9
1"	34	166	50.1%	49.2%	166	404.0	1019.0
3/4"	107	496	20.2%	17.0%	296	1208.0	2079.0
1/2"	347	149	8.0%	49.0%	149	2006.0	1584.0
TOTAL	507	1883.0					5844.0

% con una Cara Fracturada: Total B: 88.4%

B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS

Tamaño Máximo del Agregado	Superficie de Contacto	Superficie de Contacto	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
2"	1	1379	42.2%	57.8%	1372	239.0	1712.0
1.19"	17	671	29.9%	76.1%	671	299.0	905.0
1"	34	162	14.3%	88.7%	162	372.0	1143.0
3/4"	107	205	8.3%	80.7%	205	301.0	1542.0
1/2"	347	126	4.3%	80.7%	126	714.0	2192.0
TOTAL	306	1803.0					6694.0

% con dos o mas Caras Fracturadas: Total B: 48.9%



Observaciones:

Geotecnia & Pavimentos del Sur S.A.

Geotecnia & Pavimentos del Sur S.A.

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES

SOLICITA: VIKTOR RIANOSCOCHI-HUELA ONOAN

TUIS: PAVIMENTOS RD-18 LIS, MOQUIGUA 2da CANTON DE MOQUIGUA

CANTUA: MATUA

MAJERIA: AGUACAPALINO (FOIA; MAY102)

Exposición de Sulfatos	Sulfato en el agua (ppm)	Tipo de Cemento
Mediana	150 - 1,000	
Alta	> 1,000	
Muy Alta	> 3,000	



Observaciones:

Geotecnia & Pavimentos del Sur S.A.

Geotecnia & Pavimentos del Sur S.A.

Geotecnia & Pavimentos del Sur S.A.

EQUIVALENTE DE ARENA
AITM 02419

SOLICITA
TUIS
CANTERA

UBICACION

VICTOR RIANOSCOCHI-HUELA DAMIAN MARSHUL PARA

PAVIMENTOS RD-18 LIS, MOQUIGUA 2da CANTON DE MOQUIGUA

MAJERIA: AGUACAPALINO (FOIA; MAY102)

MUESTRA

	N° 01	N° 02	N° 03
Tiempo inicial de reposo	3:21 p. m.	3:23 p. m.	3:26 p. m.
Tiempo final de reposo	3:31 p. m.	3:33 p. m.	3:36 p. m.
Tiempo inicial de sedimentación	3:33 p. m.	3:35 p. m.	3:38 p. m.
Tiempo final de sedimentación	3:53 p. m.	3:55 p. m.	3:58 p. m.
Altura máxima de material	10.50	11.00	10.80
Altura máxima de la arena	8.1	8.2	8

EQUIVALENTE DE ARENA (%)

	58	56	56
PROMEDIO (SUP.)			57

Observaciones:



Geotecnia & Pavimentos del Sur S.A.

Geotecnia & Pavimentos del Sur S.A.

Geotecnia & Pavimentos del Sur S.A.

EQUIVALENTE DE ARENA
AITM 02419

SOLICITA
TUIS
CANTUA

1 YICTO de FAHOSCO de IHUUA DAMIAH

PAVIMENTOS RD-18 LIS, MOQUIGUA 2da CANTON DE MOQUIGUA

MAJERIA: AGUACAPALINO (FOIA; MAY102)

MUESTRA

	N° 01	N° 02	N° 03
Tiempo inicial de reposo	3:21 p. m.	3:23 p. m.	3:26 p. m.
Tiempo final de reposo	3:31 p. m.	3:33 p. m.	3:36 p. m.
Tiempo inicial de sedimentación	3:33 p. m.	3:35 p. m.	3:38 p. m.
Tiempo final de sedimentación	3:53 p. m.	3:55 p. m.	3:58 p. m.
Altura máxima de material	10.50	11.00	10.80
Altura máxima de la arena	8.1	8.2	8

EQUIVALENTE DE ARENA (%)

	58	56	56
PROMEDIO (SUP.)			57

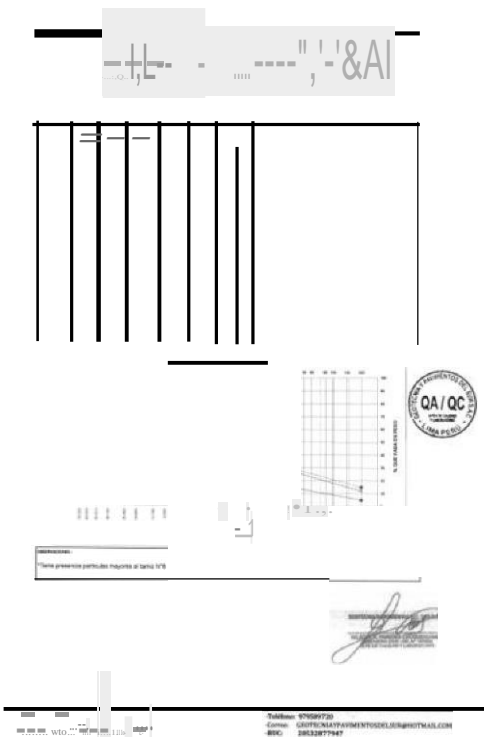
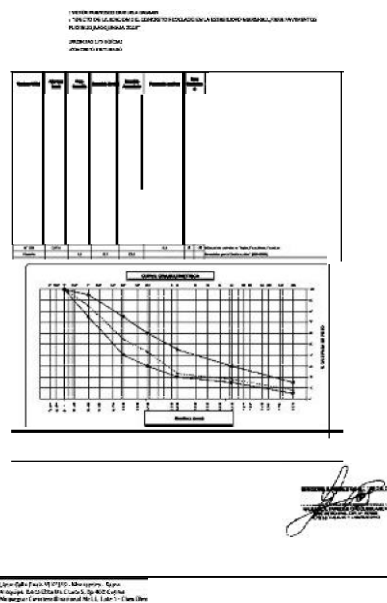
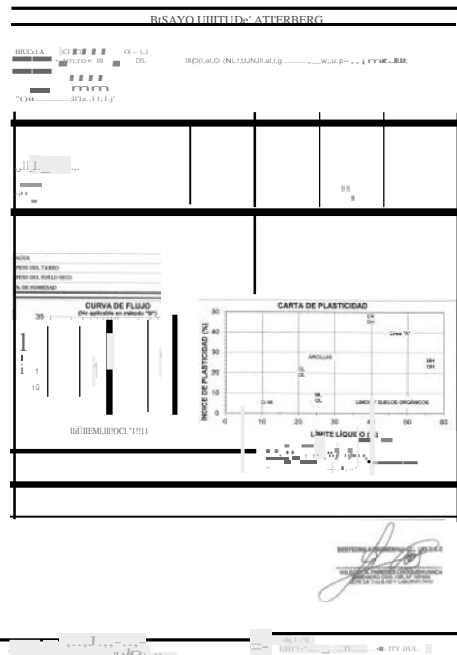
Observaciones:



Geotecnia & Pavimentos del Sur S.A.

Geotecnia & Pavimentos del Sur S.A.

Geotecnia & Pavimentos del Sur S.A.



SOUOTA: VICTHAAmici-O IA

INDICACIONES: (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39) (40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58) (59) (60) (61) (62) (63) (64) (65) (66) (67) (68) (69) (70) (71) (72) (73) (74) (75) (76) (77) (78) (79) (80) (81) (82) (83) (84) (85) (86) (87) (88) (89) (90) (91) (92) (93) (94) (95) (96) (97) (98) (99) (100)

RESUMEN DE DATOS ATTERBERG						
Índice de Plasticidad (IP)	Límite Líquido (LL)	Límite Líquido (LL)	Límite Líquido (LL)	Límite Líquido (LL)	Límite Líquido (LL)	Límite Líquido (LL)
M ₀₁	U	U	U	U	U	U
M ₀₃	U	U	U	U	U	U
M ₀₄	U	U	U	U	U	U
M ₁₁	U	U	U	U	U	U
Mom	U	U	U	U	U	U

[Signature]

PANEL FOTOGRÁFICO











TrsB: f FEC-10-; ;. C. a - i- i- cro rv
 /I'
 "I)tl CO/NC71ETO, fc1w" Ja111/
 Lt:, EST111311-ii Il\li1'-S "P ""
 ,0j;...1.ctnJ1{)5 f Llx I" L fS,
 . rloadot Ge" . 2.0?."
 :Z, _: i/ g

