

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico -  
mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo - Lambayeque**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

**Eliane Esther Caruajulca Navarrete**

**ASESOR**

**Manuel Alejandro Borja Suarez**

<https://orcid.org/0000-0002-6532-4976>

**Chiclayo, 2026**

**Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico -  
mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo -  
Lambayeque**

PRESENTADA POR

**Eliane Esther Caruajulca Navarrete**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR

Segundo Guillermo Carranza Cieza

PRESIDENTE

Angel Alberto Lorren Palomino

SECRETARIO

Manuel Alejandro Borja Suarez

VOCAL

## **Dedicatoria**

Gracias a Dios por esta oportunidad de cumplir uno de mis metas principales siendo especial para mí vida. A mi padre Rogelio Caruajulca Sánchez, por brindarme su apoyo, sacrificio y motivación de seguir adelante, en especial esta tesis a mi madre Esther Liliana Navarrete Dávila que dejó en este mundo sus enseñanzas, valores, fortaleza, aunque no estés físicamente, eres mi mayor orgullo. Tu amor y de manera espiritual me acompañaste en este proceso por cada desafío y logro.

A mi familia Navarrete Dávila, futuros colegas e Ingenieros de la Universidad que estuvieron conmigo en momentos más difíciles en este proceso.

## **Agradecimientos**

A mi padre por su confianza, paciencia, amor y recursos necesarios por hacer lo posible que yo alcance este triunfo de vida.

A mi tío Johny Elmer Navarrete Dávila por su inconmensurable dedicación constante psicológico en momentos difíciles.

A mi tutor Ingeniero Manuel Alejandro Borja Suárez por su dedicación y perseverancia en el proceso de mi tesis.

Al Ingeniero López Carranza Rubén, por su dedicación, apoyo y tolerancia durante el ciclo académico y desarrollo de tesis siendo fundamental en mi carrera universitaria.

# Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico - mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo - Lambayeque

## INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[tesis.usat.edu.pe](https://tesis.usat.edu.pe)

Fuente de Internet

6%

2

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

4%

3

[repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

4

[repositorio.unsaac.edu.pe](https://repositorio.unsaac.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

[repositorio.ulvr.edu.ec](https://repositorio.ulvr.edu.ec)

Fuente de Internet

<1%

6

[www.mdpi.com](https://www.mdpi.com)

Fuente de Internet

<1%

7

[repositorio.unprg.edu.pe](https://repositorio.unprg.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

8

Fawaz Alharbi, Husnain Haider, Meshal Almoshaogeh, Md Niamot Alahi, Arshad Jamal. "Integrated LCA and LCCA for various compositions and traffic classes of hot mix asphalt and cold in-place recycling pavements in Saudi Arabia", Case Studies in Construction Materials, 2025

Publicación

<1%

9

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

<1%

## Índice

Resumen .....	10
Abstract.....	11
Introducción.....	12
Revisión de literatura.....	14
Materiales y métodos.....	28
Resultados y discusión.....	45
Conclusiones.....	56
Recomendaciones .....	57
Referencias .....	57
Anexos.....	64

## Lista de tablas

Tabla 1: Cemento asfáltico temperatura medio anual.....	18
Tabla 2: Ensayos para agregado fino en una MAC .....	18
Tabla 3: Ensayos para agregado grueso de una MAC .....	19
Tabla 4: Gradación de una MAC.....	19
Tabla 5: Parámetros de acuerdo con el tipo de mezcla.....	20
Tabla 6: Vacíos mínimos para el agregado.....	20
Tabla 7: Tamaño de la muestra.....	23
Tabla 8: Cantidad mínima de muestra de agregado grueso .....	23
Tabla 9: Peso máximo de la muestra de ensayo .....	24
Tabla 10: Tipo de gradación de la muestra.....	25
Tabla 11: Gradación .....	25
Tabla 12: Peso de muestra con relación al tamaño del agregado.....	25
Tabla 13: Peso de muestra según el tipo de agregado .....	26
Tabla 14: Peso mínimo dependiendo del TMN .....	26
Tabla 15: Requisitos de ensayo rice .....	28
Tabla 16: Variable independiente .....	28
Tabla 17: Variable dependiente .....	29
Tabla 18: Variable intervinientes.....	30
Tabla 19: Especificaciones de microesferas de vidrio.....	32
Tabla 20: Muestra patrón para ensayo Marshall.....	33
Tabla 21: Cuadro resumen de obtención de porcentajes.....	34
Tabla 22: Briquetas de la muestra experimental para ensayo Marshall.....	35
Tabla 23: Ensayo Lottman.....	35
Tabla 24: Ensayo de tracción indirecta.....	35
Tabla 25: Ensayo cántabro.....	35
Tabla 26: Resumen de número de briquetas .....	36
Tabla 27: Resultado contenido agregado fino .....	45
Tabla 28: Resultado contenido de humedad agregado grueso.....	45
Tabla 29: Peso específico para agregado fino.....	46
Tabla 30: Peso específico para agregado grueso .....	46
Tabla 31: Azul de metileno.....	46
Tabla 32: Sales totales agregado grueso y fino.....	46
Tabla 33: Durabilidad de sulfato para agregado grueso .....	47
Tabla 34: Durabilidad de sulfato para agregado fino.....	47
Tabla 35: Resultado de equivalente de arena.....	48

Tabla 36: Resultado de abrasión los ángeles .....	48
Tabla 37: Límite de consistencia .....	48
Tabla 38: Resultados método Marshall.....	49
Tabla 39: Resultado pérdida por desgaste .....	50
Tabla 40: Resultado resistencia por humedad inducida.....	51
Tabla 41: Valor de Aditivo .....	52
Tabla 42: Peso de microesferas de vidrio en m3 .....	52
Tabla 43: Densidad C.A en m3 .....	52
Tabla 44: Materiales en m3 .....	52
Tabla 45: Precio unitario de la mezcla convencional .....	53
Tabla 46: Precio unitario de la mezcla experimental óptimo.....	53

## Lista de figuras

Ilustración 1. Índice Retro-reflexión [24] .....	21
Ilustración 2. Cantera Tres Tomas.....	31
Ilustración 3. Cantera Tres Tomas- Agregados grueso y fino .....	31
Ilustración 4. Microesferas de vidrio [43].....	32
Ilustración 5. Granulometría de los agregados .....	36
Ilustración 6. Ensayo de Abrasión de los Ángeles.....	37
Ilustración 7. Peso específico y absorción de agregado grueso .....	37
Ilustración 8. Ensayo de Sales Soluble sen los agregados .....	38
Ilustración 9. Gravedad específica y absorción en agregados .....	38
Ilustración10. Equivalente de Arena.....	39
Ilustración 11. Durabilidad al Sulfato de Magnesio .....	40
Ilustración 12. Azul de metileno.....	40
Ilustración.13. Extracción y adición de cemento asfáltico.....	41
Ilustración 14. Peso específico teórico Máximo .....	42
Ilustración15. Estabilidad y flujo.....	42
Ilustración 16. Colocación de las muestras para realizar ensayo Cántabro .....	43
Ilustración.17. Ensayo Lottman.....	43
Ilustración 18. Muestras de Briquetas para ensayo Tracción Indirecta .....	44
Ilustración 19. Compactación con aditivo óptimo .....	45
Ilustración 20. Losa .....	45

## Lista de diagramas

Diagrama 1: Límite de Consistencia.....	49
Diagrama 2: Resultado de ensayo cántabro por pérdida de desgaste, muestra patrón y adición	50
Diagrama 3: Resultado de ensayo Lottman .....	51

## Resumen

Es fundamental reconocer la importancia de las carreteras en la vida diaria del ser humano y cuan necesario es, por tanto, mantenerlas en buen estado. Se sabe que las carreteras presentan un desgaste continuo y significativo por estar expuestas a condiciones adversas, principalmente del clima y del tránsito vehicular, el cual aumenta juntamente con la densidad poblacional año a año, lo que genera un desgaste continuo en las propiedades físico-mecánicas del pavimento, llegando a convertirse en un inconveniente llegando a perjudicar la seguridad tanto para conductores como para caminantes. Por ello en este estudio se plantea una alternativa para contrarrestar el desgaste del pavimento incorporando microesferas de vidrio a la mezcla asfáltica en diferentes porcentajes, lo que podría significar un mayor tiempo de vida útil. Se ha realizado, de acuerdo a los objetivos, la caracterización de los agregados para el diseño de mezclas asfálticas en caliente con microesferas de vidrio; el diseño patrón para mezcla asfáltica en caliente con agregados naturales y para mezclas asfálticas experimentales con microesferas de vidrio en distintos porcentajes. Se han evaluado los resultados adquiridos de los ensayos de laboratorio realizados, determinando que el porcentaje óptimo de microesferas de vidrio es 10%. Además, se verificó el grado de reflectividad mediante la elaboración de una pequeña losa asfáltica conteniendo el porcentaje óptimo de microesferas. Siendo una alternativa valiosa para pavimentos urbanos de tráfico medio en la región, con la posibilidad de generar beneficios a base de costos y mayor vida útil de la infraestructura vial.

Palabras clave: Pavimento, vida útil, propiedades físico – mecánicas, microesferas de vidrio

### **Abstract**

It is essential to recognize the importance of roads in human daily life and how necessary it is to maintain them in good condition. Roads are known to experience continuous and significant wear due to exposure to adverse conditions, primarily weather and vehicular traffic. This wear increases with population density year after year. This generates continuous wear on the physical and mechanical properties of the pavement, becoming a problem and impairing safety for both drivers and pedestrians. Therefore, this study proposes an alternative to counteract pavement wear by incorporating glass microspheres into the asphalt mix in different percentages, which could result in a longer useful life. In accordance with the objectives, the aggregates for the design of hot-mix asphalt with glass microspheres were characterized; the standard design for hot-mix asphalt with natural aggregates was developed; and experimental asphalt mixes with glass microspheres were developed in different percentages. The results of laboratory tests were evaluated, determining that the optimal percentage of glass microspheres is 10%. Furthermore, the degree of reflectivity was verified by creating a small asphalt slab containing the optimal percentage of microspheres. This represents a valuable alternative for medium-traffic urban pavements in the region, with the potential to generate cost benefits and extend the lifespan of road infrastructure.

**Keywords:** Pavement, service life, physical-mechanical properties, glass microspheres

## Introducción

Los pavimentos asfálticos pueden deteriorarse por una variedad de razones. Uno de los problemas comunes es la formación de grietas, que pueden ser causadas debido a la exposición a la luz solar y a los elementos climáticos. Estas grietas pueden acceder que el agua penetre en la base del pavimento, lo que lleva a la erosión y al debilitamiento de la estructura [1]. Debido que pueden ser causados por el tipo de tráfico y repetido, que ejerce presión sobre el pavimento, provocando que se deforme y se desintegre con el tiempo, generando problemas de transitabilidad e incrementando el deterioro prematuro de la superficie asfáltica [2].

Las carreteras están construidas con múltiples capas que resisten las tensiones causadas por el tráfico. El pavimento flexible es el más comúnmente utilizado a nivel global [3]. Para prevenir problemas como grietas y fisuras en la superficie y la estructura, es fundamental considerar cuidadosamente el diseño del pavimento, los vacíos que contienen, el refuerzo inferior de la carpeta asfáltica y tener en cuenta una variedad de factores, dichas anteriormente con el fin de convertir un pavimento flexible en un camino seguro para los conductores, cumpliendo con las normas actuales establecidos [4].

Es significativo tener en cuenta que a nivel internacional se tienen los mismos problemas. En Estados Unidos, aproximadamente el 32% de la red vial urbana principal se encuentra en condiciones críticas. Para abordar esta situación, se estima que se necesitaría el ingreso total de 112 mil millones de dólares en reparaciones. Las ciudades con mayor deterioro vial, como San Francisco y Los Ángeles en California, enfrentan problemas significativos. Los conductores se ven especialmente afectados, ya que gastan en promedio mil dólares al año en reparar sus vehículos debido a los baches en las carreteras. Además, según un informe de la AASTHO, se estima que Estados Unidos deberá invertir mínimo 740 mil millones de dólares por mantenimiento a toda su infraestructura vial para satisfacer la demanda del país. [5].

A nivel nacional del país, en Perú, la degradación temprana de las carreteras representa un desafío significativo con consecuencias notables para la infraestructura vial y la sociedad en general. A pesar de los intentos por mejorar la calidad de las vías, se observa una rápida degeneración de los pavimentos, especialmente en áreas con mucho tráfico y condiciones climáticas adversas. Este problema se debe a varios factores, como el mantenimiento insuficiente, la inconsistencia en la diversa calidad de materiales, el mal diseño y ejecución de proyectos viales. Esto resulta en la formación de grietas, deformaciones y el desgaste prematuro de la superficie de las carreteras, lo que incrementa los costos de mantenimiento y perjudica la seguridad vial, la eficiencia del transporte y el crecimiento económico de las regiones afectadas [6].

En áreas urbanas como por ejemplo en Cajamarca, se ha registrado un incremento notable en la cantidad de vehículos en circulación desde el 2017, con un aumento del 400%, lo que ha resultado en un incremento significativo de los problemas en la superficie de las calles. Algunas de las posibles razones incluyen un diseño deficiente de la red vial, la utilización de materiales de construcción de baja calidad, el crecimiento del tráfico vehicular y posibles fallos mediante el periodo de ejecución de los proyectos de construcción [7].

En la ciudad de Chiclayo, Lambayeque es complicado aún más con la continua falla de las redes de alcantarillado, algunas de las cuales tienen más de 50 años de antigüedad en el centro urbano. La necesidad de reparar la carpeta asfáltica de manera frecuente, casi a diario, resulta en pérdidas económicas. Pues existen proyectos de red urbana que solamente dan soluciones a corto plazo y esto da un deterioro rápido que a los conductores no les es factible ya que causa mucha molestia y daños tanto personal como para su movilidad de transporte [8].

En distintas revisiones experimentales relacionadas el uso de las microesferas de vidrio son motivos de estudio ya que llaman la atención por su composición y excelente comportamiento para ser un material en cualquier uso de diversos ensayos experimentales, teniendo en consideración su capacidad de resistencia al pavimento, siendo esto útil para el área de ingeniería civil [9]. Por ello, **se investigará la adición de las microesferas de vidrio para mejorar las propiedades físico- mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente** mediante el siguiente proceso: se evaluará dos grupos de control, uno de ellos sin adición del aditivo que lo llamaremos muestra patrón, en tanto el segundo grupo será con la adición de distintos porcentajes del respectivo aditivo, y ver la variación de estos ensayos de acuerdo con el aditivo.

Ante toda esta problemática se plantea la siguiente investigación y surgimiento de necesidad en buscar nuevos materiales, pues resulta interesante las microesferas de vidrio, según [10] menciona que, al adicionar este material en la mezcla asfáltica, mejora sus propiedades, pues le genera menor consistencia, reduciendo el número de vacíos y, por ende, una mayor densidad y resistencia, cabe recalcar que se deberá usar estas microesferas en porcentajes adecuados, teniendo como **objetivo primordial** es evaluar la influencia de microesferas de vidrio en las propiedades físico- mecánicas de mezclas asfálticas en caliente. Así mismo, como **objetivos específicos** caracterizar los agregados para el diseño de mezclas asfálticas en caliente con microesferas de vidrio; del mismo modo en realizar el diseño patrón para mezcla asfáltica en caliente con agregados naturales y para mezclas asfálticas experimentales con microesferas de vidrio en distintos porcentajes; dando a evaluar los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados, determinando el porcentaje óptimo de microesferas de vidrio; como también, verificar el grado de reflectividad mediante la elaboración de una pequeña losa

asfáltica que contenga el porcentaje óptimo de microesferas; para concluir, desarrollar el análisis económico de la propuesta planteada.

## **Revisión de literatura**

### **Antecedentes**

Stavros et. Al [9]el trabajo de investigación, titulado “ Evaluación de la incorporación de residuos de vidrio en hormigón asfáltico para la construcción de capas superficiales”, tuvo como objetivo principal investigar el uso de vidrio en hormigón asfáltico para capas superficiales y evaluar el desempeño de este último, para ello, se aplicó los residuos de vidrio en proporciones de 10% y 15% respecto el peso del cemento asfáltico, concluyendo que, es factible incorporar un 10% de vidrio residual en las capas superficiales de pavimentos destinados a menores volúmenes de tráfico en comparación con aquellos diseñados con mezclas convencionales para mayor tráfico. Sin embargo, al considerar el uso un contenido de vidrio residual del 15% para capas superficiales en carreteras de bajo volumen, es necesario emplear un agente anti decapado adecuado.

Khodary [10], en su trabajo de investigación titulado “Estudio experimental del uso de residuos de vidrio como aditivos en asfalto mezclas de hormigón”, teniendo como objetivo estudiar el efecto del uso de vidrio como mezclas de hormigón asfáltico, para ello, se utilizó la metodología Marshall, elaborando briquetas con residuos de vidrio como adición en porcentajes de 6%, 9%, 12%, 15% y 18% respecto el peso del cemento asfáltico, concluyendo que, el porcentaje óptimo de este aditivo resultó al 15%, pues disminuyó la consistencia de la mezcla, volviéndola más densa, por ende, su estabilidad y resistencia a la compresión incrementó. El aporte de esta investigación es el siguiente, si bien los residuos de vidrio proporcionan resistencia a la mezcla, sin embargo, estos no le generan la propiedad de resistencia a la tracción, pues no se vio alterada esta propiedad, esto debido que el vidrio es un material frágil ante tensiones.

Piscoya [11]en su estudio titulado "Evaluación técnico-económica de la incorporación de microesferas de vidrio en las propiedades mecánicas", el objetivo principal fue la evaluación económica para la combinación bituminosa incorporando vidrio dado para patrón y experimental que posteriormente fueron adquiridos para realizarlos con distintos porcentajes de 2%, 5% y 7% ya que el producto cuenta con el costo de 25kg abarcando el precio del proceso de fabricación. Dando como resultado que para el costo convencional es de S/619.60 por m<sup>3</sup>, y para el 5% de 600.58 por m<sup>3</sup>. Se destacó que las fibras de vidrio son un aditivo valioso para las

mezclas asfálticas dando una mejoría de durabilidad sin ocasionar riesgos prematuros al pavimento.

Fira Barraji [12], en su investigación titulado: “ Investigación sobre el uso de desechos de vidrio triturado como reemplazo de relleno en mezclas calientes” presentó como finalidad en investigar la influencia de vidrio molido como filler sobre el asfalto, para ello utilizó porcentajes de: 25% y 50%, resultando beneficioso el 25%, pues mejoró la resistencia a fatiga y el craqueo térmico; generando como aporte el vidrio en la mezcla asfáltica genera resultados aceptables respecto ensayos de carga y descargas a 190 ciclos.

Y. Issa [13], en su título investigativo: “. Efecto de agregar vidrio triturado a las mezclas “tuvo como finalidad la adición de vidrio triturado como filler en la mezcla asfáltica en caliente, para ello se evaluaron los porcentajes de 5%, 10% y 15% respecto el peso del cemento asfáltico, resultando el 10% como óptimo porcentaje, pues esta mejora la consistencia de la mezcla y genera mejores resultados Marshall, cumpliendo con los límites establecidos según las especificaciones del país. Como aporte se obtiene que, a mayor contenido de este aditivo resulta en desventaja, pues reduce la estabilidad de la mezcla.

Teba Tariq Khaled [14], en su investigación “The Performance of Modified Asphalt Mixtures with Different Lengths of Glass Fiber” su objetivo principal es determinar cuánto sería lo ideal de porcentaje de la fibra de vidrio para el asfalto y también la mejor longitud que de en ello para estas mezclas modificadas. Llevando a cabo el método Marshall y con ello obteniendo porcentajes de fibra de vidrio: 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1, ..., 1.5. dando para diseñar 19 mezclas asfálticas. Según los resultados dados por esta investigación se dio que lo más óptimo fue de 0.5 siendo este la mejor calidad en resistencia al daño por humedad.

Jakarni [15], en su investigación “The usage of Recycled glass in hot mix asphalt”, la idea de emplear residuos de vidrio en la construcción de carreteras se presenta como una solución sostenible a los problemas ambientales y ecológicos. Esta práctica no solo puede reducir los costos de construcción y los gastos asociados con la eliminación de desechos, sino que también puede mejorar el rendimiento del pavimento. Un estudio realizado para evaluar el desempeño de la mezcla asfáltica al reemplazar diferentes combinaciones de agregados con diversas proporciones de vidrio roto demostró que, en general, la estabilidad de la mezcla asfáltica era mayor en comparación con las muestras que no contenían vidrio, aunque esta estabilidad disminuía a medida que se aumentaba la proporción de vidrio. Los resultados sugieren que la incorporación de desechos de vidrio en la mezcla asfáltica es una opción viable y aceptable.

Moses Ogundipe [16], en su tema investigativo de titulado: "Evaluación de los efectos del vidrio de residuos en el hormigón asfáltico mediante uso del ensayo Marshall", resumiendo su investigación averiguó la influencia del vidrio como filler en asfalto caliente, esto bajo la metodología Marshall, para ello se experimentaron los porcentajes de: 8%, 10%, 12%, 14%, 16%, 18% y 20% de vidrio molido, concluyendo que hasta el 18% de este aditivo las características mecánicas de la combinación bituminosa incrementan; sin embargo, al 20% este material se vuelve perjudicial. Como aporte se tiene, el vidrio molido resulta ser un material óptimo en el asfalto caliente; sin embargo, su exceso resulta desventajoso reduciendo las propiedades del mismo.

Avila [17], En su investigación de posgrado llamada "Influencia de vidrio triturado como agregado fino en las la mezcla asfáltica", se propuso evaluar cómo el vidrio afecta las propiedades de dicha mezcla. Se llevaron a cabo pruebas reemplazando parcialmente el agregado fino con vidrio triturado en diferentes proporciones: 2%, 5%, 8% y 12%. Los hallazgos indican el óptimo es 5%, ya que aumenta el peso específico en 1.48%, mejora la estabilidad en un 6.94%, aumenta el flujo en un 17.40% y la rigidez se incrementa en un 19.89%, efectuando con los estándares dado por el MTC. Se concluye que agregar vidrio triturado a las mezclas asfálticas es beneficioso en proporciones bajas, pero puede ser perjudicial en cantidades mayores.

García [18], en esta investigación de pregrado titulado " Influencia de vidrio molido en la variación térmica del asfalto", el objetivo principal fue establecer la cantidad óptima de vidrio para reducir la variación térmica. Para lograrlo, se utilizó la metodología Marshall, produciendo muestras con diversos % de vidrio molido, desde el 1% hasta el 10%. Se encontró que el óptimo porcentaje de vidrio molido fue del 5% en relación al peso de la combinación, lo que resultó beneficioso al aumentar la estabilidad en un 8% y mejorar el flujo en un 6%, sin alterar la densidad de la mezcla. Este estudio aporta al demostrar que la inclusión de vidrio molido puede reducir la variación térmica de la mezcla asfáltica, ya que puede funcionar correctamente incluso a altas temperaturas.

Meléndez y Pinedo [19], Esta investigación de pregrado titulada "Impacto del vidrio molido en mezcla asfáltica ", se propuso evaluar cómo el vidrio molido afecta la mezcla. Para lograrlo, se empleó la metodología Marshall, preparando muestras con distintos % de vidrio molido reciclado como reemplazo parcial del agregado fino, específicamente 8%, 10%, 15% y 20%. Determinando así el óptimo porcentaje de este aditivo fue del 15%, ya que proporcionó una **estabilidad** de 1271 kg y un **flujo** de 3.20 mm. Este estudio destaca que el vidrio molido

reciclado es adecuado para mezclas asfálticas, ya que contribuye a mejorar la estabilidad y, por lo tanto, la resistencia de la mezcla.

Medina [20], En su proyecto de grado titulado "Utilización de Vidrio Reciclado para Mejorar la Capa Asfáltica de un Pavimento Flexible", el objetivo principal fue examinar cómo el vidrio reciclado afecta positivamente la capa asfáltica. Se realizaron pruebas con diferentes proporciones de vidrio reciclado, que oscilaron entre el 4.5% y el 6.5%. Se llegó a la conclusión de que la mezcla que contenía un 5% de vidrio reciclado logró una resistencia de 950 kg y flujo al 3.60 mm. Estos hallazgos indican que aumentar la cantidad de vidrio reciclado tiene un impacto beneficioso en la duración de la combinación bituminosa.

## **Bases Teóricas**

### **Pavimentos**

Un pavimento, desde la perspectiva de la ingeniería civil, es como un complejo sistema de capas superpuestas, concebido no solo para ofrecer una superficie uniforme, sino principalmente para sostener el peso constante de los vehículos y resguardar el suelo que se encuentra debajo, donde la capa de arriba se enfrenta directamente al roce de las ruedas, mientras que las capas que le siguen trabajando en equipo para repartir las fuerzas del tráfico hacia abajo, y finalmente, la capa más profunda actúa como una base sólida que soporta todo el conjunto [21].

### **Mezclas asfálticas**

El término "aglomerados", también conocido como mezclas asfálticas, hace referencia a una combinación que incluye áridos, tanto de granulometría gruesa como fina, y cemento asfáltico [22]. Esta composición asegura que los componentes estén recubiertos por una película continua, producto de la mezcla con el fin de usar en numerosos proyectos, tales como la construcción de carreteras; principalmente compuestas por un 90% de áridos, complementados con un 10% de polvo mineral y ligante asfáltico [23].

**Mezclas asfálticas en caliente:** están a una temperatura alta de 150°C en combinación de los materiales pétreos, con el fin de completar una muestra para realizar un excelente compactado [23].

**Mezclas asfálticas en frío:** la diferencia en esta mezcla es solo que está a temperatura ambiente para su fabricación, usando los mismos componentes y emulsión asfáltica [25].

### **Componentes de las Mezclas asfálticas para briquetas**

### a) Cemento asfáltico o betún (PEN)

Se utiliza como aglutinante en el asfalto, y su viscosidad varía según la temperatura a la que se encuentra [28].

**Tabla 1: Cemento asfáltico temperatura medio anual**

<i>Temperatura medio anual</i>			
24° C o más	24° C-14°C	15° C-5°C	Menos de 5°C
60-70 o 40-50 o modificado	60-70	85-100 o 120-150	Asfalto Modificado

Fuente: Extraído del MTC [23]

### b) Agregados pétreos

Particularmente son materiales trituradas o naturales para realizar los respectivos ensayos, tanto mezclas asfálticas como concreto, además de dar un mejor rendimiento el nivel inferior de la carpeta asfáltica [30]. Por ello, se debe cumplir los datos requeridos en la norma [33].

#### ✓ Agregado fino

Estos son componentes granulares de tamaño reducido que contribuyen a la mejora de la cohesión, densidad y estabilidad de una mezcla. Estos materiales son aquellos que pasan a través del tamiz de malla N°04 y 200, conforme a las especificaciones estipuladas por la norma ASTM [23].

**Tabla 2: Ensayos para agregado fino en una MAC**

<i>Ensayos</i>	<i>Norma</i>	<i>Requerimientos</i>	
		<i>Altitud (m.s.n.m)</i>	
		$\leq 3.000$	$> 3.000$
<i>Equivalente de Arena</i>	MTC E 114	60	70
<i>Azul de Metileno</i>	AASTHO TP 67	8 máx.	8 máx.
<i>Índice de Plasticidad (malla N° 40)</i>	MTC E 111	NP	NP
<i>Durabilidad (al sulfato de Magnesio)</i>	MTC E 209	-	18% máx.
<i>Índice de Durabilidad</i>	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
<i>Índice de Plasticidad (malla N° 200)</i>	MTC E 111	4 máx.	NP
<i>Sales Solubles Totales</i>	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
<i>Absorción</i>	MTC E 205	0.5% máx.	0.5% máx.

Fuente: Extraído del MTC [23]

#### ✓ Agregado grueso

El concepto de "agregado grueso" hace referencia a los componentes granulares de mayor tamaño que proporcionan resistencia estructural y capacidad de carga al pavimento. Estos

materiales son aquellos que quedan retenidos por el tamiz de malla N°4 durante el proceso de tamizado, según las especificaciones establecidas por la norma ASTM [23].

**Tabla 3: Ensayos para agregado grueso de una MAC**

Ensayos	Norma	Requerimientos	
		Altitud (m.s.n.m)	
		≤ 3.000	> 3.000
<i>Durabilidad (al sulfato de Magnesio)</i>	MTC E 209	18% máx.	18% máx.
<i>Abrasión Los Angeles</i>	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
<i>Índice de Durabilidad</i>	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
<i>Partículas chatas y alargadas</i>	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
<i>Caras fracturadas</i>	MTC E 210	85/50	90/70
<i>Sales Solubles Totales</i>	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
<i>Absorción</i>	MTC E 205	1% máx.	1% máx.

Fuente: Extraído del MTC [23]

### Gradación para MAC:

Conforme por el MTC, estos serán empleados para la mezcla asfáltica en caliente, lo cual serán usados para granulometría [23].

**Tabla 4: Gradación de una MAC**

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC- 1	MAC- 2	MAC- 3
<b>25,0 mm (1")</b>	100		
<b>19,0 mm (3/4")</b>	80-100	100	
<b>12,5 mm (1/2")</b>	67-85	80-100	
<b>9,5 mm (3/8")</b>	60-77	70-88	100
<b>4,75 mm (N°4)</b>	43-54	51-68	65-87
<b>2,00 mm (N°10)</b>	29-45	38-52	43-61
<b>425 µm (N° 40)</b>	14-25	17-28	16-29
<b>180 µm (N° 80)</b>	8-17	8-17	9-19
<b>75 µm (N° 200)</b>	4-8	4-8	5-10

Fuente: Extraído del MTC [23]

Usamos algo llamado el Método Marshall. Este método nos da unos números importantes, dependiendo del tipo de mezcla que necesitemos y de cuánto vacíos debe quedar entre los agregados que lleva [26]

*Tabla 5: Parámetros de acuerdo con el tipo de mezcla*

Parámetros de Diseño	Clase de mezcla		
	A	B	C
<b>Marshall MTC E 504</b>			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8.15 kN	5.44 kN	4.53 kN
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	<b>Ver tabla 423-10</b>		
<b>Inmersión- Compresión (mtc e 518)</b>			
1. Resistencia a la compresión Mpa. mín.	2.1	2.1	1.4
2. Resistencia retenida % (mín)	75	75	75
Relación polvo- Asfalto (2)	0,6 - 1,3	0,6 - 1,3	0,6 - 1,3
Relación Estabilidad/ flujo (kg/ cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 <u>Min.</u>		

Fuente: Extraído del MTC [23]

El cual también se planea los vacíos requeridos en el agregado para realizar el método de gradación destacado [23].

*Tabla 6: Vacíos mínimos para el agregado*

Tamiz	Vacíos mínimos para el agregado
	Marshall
2,36 mm (N° 8)	21
4,75 mm (N° 4)	18
9,50 mm (N° 3/8")	16
12,5 mm (1/2")	15
19,0 mm (3/4")	14
25,0 mm (1")	13
37,5 mm (1 1/2")	12
50,0 mm (2")	11.5

Fuente: Extraído del MTC [23]

### Microesferas de Vidrio

Material esférico, utilizado comúnmente para demarcación vial por su característica reflectiva, presenta una excelente durabilidad, genera mayor adherencia y fluidez en la mezcla, alta resistencia ante ácidos y abrasión, es incoloro, con un tamaño entre 150-1180 micras, por su perfil redondeado tiende a mejorar la fluidez en donde se disuelva [29].

La idea principal de la pintura para el pavimento es que las marcas se puedan ver bien de noche. Para que esto funcione, la pintura necesita tener unas microesferas de vidrio y se mezclan con la pintura o se esparcen sobre ella cuando todavía está fresca. [24]

Demostrando las propiedades reflectivas que dan a la pintura, también la cantidad de importancia viable que se da. Para ello, tener en cuenta: la cantidad de este material a usar, y su detalle de refracción, para así tener conciso y lograr conveniente el límite de la retro-reflexión requerido [24]. En este caso se conocen 3 tipos de uso:

✓ Sembrado (Drop-On)

Después de pintar las líneas en la carretera, se añaden unas pequeñas bolitas de vidrio. Gracias a esto, las marcas se ven brillantes y reflejan la luz desde la primera noche, y seguirán haciéndolo hasta que el paso constante de los vehículos las vaya desgastando [24].

✓ Premezclado (Premix)

Esto se da antes de realizar la aplicación, en pinturas en frío, incorporadas por el fabricante [24].

✓ Dual (Premix+ Drop-on)

Combinación de ambos y este si permite optimizar mayor reflectividad para la marca vial, desde ya su colocación en la primera fase, teniendo gran rendimiento de vida útil [24].

### Índice de refracción

Deben ser legibles para el día y noche, lugares con mayor luminosidad y los que no hay se tendrá que hacer mediante un material reflectorizante para así cumplir con la normas ASTM-D4956-99 [24].

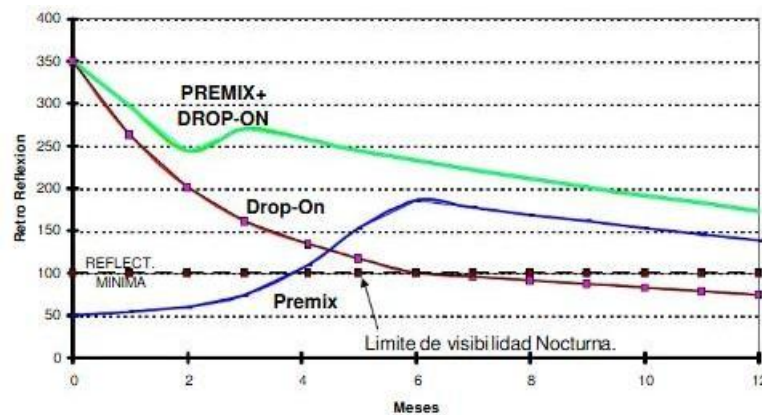


Ilustración 1. Índice Retro-reflexión [24]

### Propiedades de la mezcla asfáltica

Para lograr una mayor calidad en los pavimentos se debe tener en cuenta en su diseño, fabricación e instalación, que contribuyan un desempeño adecuado, entre ello tenemos:

**a) Estabilidad**

Soporte de deformaciones que son causadas por las cargas de tráfico, sin experimentar fisuras ni descomposición prematura, es una propiedad clave. Esta característica garantiza que el pavimento asfáltico mantenga una larga durabilidad y un rendimiento adecuado, incluso en condiciones de tráfico intenso y temperaturas extremas [27]

**b) Durabilidad**

Es la capacidad que tienden a conservar sus propiedades y factores ambientales sin deteriorarse prematuramente. Esto asegura que, incluso bajo condiciones extremas, como cambios de temperatura, humedad y cargas pesadas, mantenga su funcionalidad y no presente fallas como agrietamientos o desintegración [27]

**c) Impermeabilidad**

Evadir que el agua penetre en su estructura. La impermeabilidad es una propiedad esencial en las mezclas asfálticas porque, si el agua llega a infiltrar el pavimento, puede provocar una serie de problemas que afectan su durabilidad, estabilidad y funcionalidad a largo plazo [27].

**d) Trabajabilidad**

Una de sus ventajas principales radica en la facilidad con la que se extiende y se compacta. Sin embargo, su desempeño puede ser incrementado a través de la manipulación de los límites de diseño, selección del material y clasificación granulométrica [27].

**e) Flexibilidad**

Cuando la mezcla asfáltica con una distribución de tamaños de agregado que genera porosidad y un alto porcentaje de asfalto suele exhibir una mayor capacidad de deformación sin generar grieta a comparación con una mezcla de agregados más finos y menor cantidad de ligante [27].

**f) Resistencia a la fatiga**

Carga constante, teniendo una capacidad de resistencia, dando a saber que por los vacíos como la viscosidad revelan una marca importante ya que un alto porcentaje de vacíos [27].

**g) Resistencia por deslizamiento**

La mezcla debe ser idónea de oponer resistencia el desgaste y la deformación plástica cuando está sometida a las tensiones de la carga de tráfico. Esto implica que no se deben generar surcos, ondulaciones o baches en la superficie del pavimento [27].

**Fallas del pavimento**

✓ **Hundimiento**

Originado por un descenso del pavimento de una zona específica que puede ser presentado hacia los bordes como también en el interior de la calzada [27].

✓ **Hinchamiento**

Esto es debido al abultamiento de la superficie del asfalto, teniendo más de 3 m de longitud y esto perjudica el perfil de la vía [27].

✓ **Fisura tipo piel cocodrilo**

Se da por cuestiones irregulares en la carpeta asfáltica, dando un conjunto de grieta [27].

### Ensayo De Laboratorio para agregados naturales

De acuerdo con [21] se presents los siguientes ensayos:

#### a. Contenido de Humedad total de los agregados por secado (NTP 339.185)

Esto determina la cantidad existente de agua que hay en los agregados durante el secado [21].

*Tabla 7: Tamaño de la muestra*

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
4,75 (0,187) (N°4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0
37,5 (21/2)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (21/2)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3 1/2)	16,0
100 (4)	25,0
150 (6)	50,0

Fuente: Extraído del MTC [23]

Se calcula el contenido de humedad total evaporable de la siguiente manera:

$$P= 100 (W-D) /D$$

*Tabla 8: Cantidad mínima de muestra de agregado grueso*

Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayos
mm	pulg	kg
9,5	3/8	1
12,5	1/2	2
19,0	3/4	5
25,0	1	10
37,5	1 1/2	15
50,0	2	20
63,0	2 1/2	35
75,0	3	60
90,0	3 1/2	100
100,0	4	150
125,0	5	300

Fuente: Extraído del MTC [23]

#### b. Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos (MTC E 204)

Determina las dimensiones de los agregados. Durante este proceso, para después agitar mecánicamente en un tiempo prudente y así desglosar las partículas según su tamaño. Después de esta etapa, el material se pesa y tamiza, por últimos, estos datos se figuran en un gráfico granulométrico [21].

#### c. Peso específico y absorción de agregados gruesos (MTC E 206)

Comprueba el peso específico seco, saturado con superficie seca, aparente y la absorción del agregado grueso después de 24 horas [21].

*Tabla 9: Peso máximo de la muestra de ensayo*

Tamaño Máximo Nominal mm (pulg)	Peso Mínimo de la Muestra de Ensayo Kg (lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 1/2)	5 (11)
50,0 (2)	8 (18)
63,0 (2 1/2)	12 (26)
75,0 (3)	18 (40)
90,0 (3 1/2)	25 (55)
100,0 (4)	40 (88)
112,0 (4 1/2)	50 (110)
125,0 (5)	75 (165)
150,0 (6)	125 (276)

Fuente: Extraído del MTC [23]

Para el cálculo se utiliza las siguientes fórmulas:

$$P_{e_m} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

Dónde:

A= Muestra seca en el aire, gramos;

B= Muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos;

C= Peso en el agua de la muestra saturada.

Peso específico de la masa saturada con superficies seca ( $P_{e_{sss}}$ )

$$P_{e_{sss}} = \frac{B}{(B - C)} \times 100$$

Peso específico aparente ( $P_{e_a}$ )

$$P_{e_a} = \frac{A}{(A - C)} \times 100$$

Absorción ( $A_b$ )

$$A_b = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

#### d. Resistencia al desgaste en máquina de los Ángeles – MTC E 207

Da los golpes necesarios al ser sometidos a cargas abrasivas una vez ya introducidas a la máquina de los Ángeles [21].

**Tabla 10: Tipo de gradación de la muestra**

Gradación	Número de Esferas	Masa de la carga (g)
A	12	500 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 25
D	6	2500 ± 25

Fuente: Extraído del MTC [23]

**Tabla 11: Gradación**

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicada, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 1/2")	25,0 mm (1")	1250 ± 25	-	-	-
25,0 mm (1")	19,0 mm (3/4")	1250 ± 25	-	-	-
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (1/4")	-	-	2500 ± 10	-
6,3 mm (1/4")	4,75 mm (N° 4)	-	-	2500 ± 10	-
4,75 mm (N° 4)	2,36 mm (N° 8)	-	-	-	5000
<b>TOTAL</b>		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: Extraído del MTC [23]

#### e. Caras fracturadas MTC E 210

Son las formas de las piedras obteniendo el porcentaje del material de una o dos caras [21].

**Tabla 12: Peso de muestra con relación al tamaño del agregado**

Tamaño Máximo Nominal Muestra de ensayo mínimo mm (pulg.)	Abertura Cuadra, mm (pulg.) Masa, g (aprox. lb .)
9,5 (3/8)	200 (5)
12,5 (1/2)	500 (1)
19,0 (3/4)	1 500 (3)
25,0 (1)	3 000 (6,5)
37,5 (1 1/2)	7 500 (16,5)
50,0 (2)	15 000 (33)
63,0 (2 1/2)	30 000 (66)
75,0 (3)	60 000 (132)
90,0 (3 1/2)	90 00 (198)

Fuente: Extraído del MTC [23]

#### f. Sales solubles Totales- MTC E 219

Mediante la saturación con agua destilada. Posteriormente, se filtra la solución resultante y se analiza el contenido de sales mediante métodos químicos o de conductividad eléctrica [21]. Este ensayo es crucial para apreciar la calidad de agregados, especialmente en regiones con alta salinidad, llegando a provocar corrosión en las estructuras de concreto hasta afectar su durabilidad [36].

$$\% \text{ Sales Solubles} = \frac{1}{\frac{Cx A}{D x B}} \times 100$$

**Tabla 13: Peso de muestra según el tipo de agregado**

Agregado Pétreo	Cantidad mínima (g)	Aforo mínimo (mL)
<b>Grava 50 – 20 mm</b>	1000	500
<b>Grava 20 – 5 mm</b>	500	500
<b>Arena 20 mm</b>	100	500

Fuente: Extraído del MTC [23]

**g. Determinación de partículas chatas y alargadas – MTC E 223**

Sirve para obtener el % perteneciente de partículas que sean alargadas o también chatas pertenecientes al agregado grueso para continuar con la selección [21].

**Tabla 14: Peso mínimo dependiendo del TMN**

Tamaño máximo nominal malla cuadrada mm – (pulgada)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg – (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 1/2)	15 (33)
50,0 (2)	20 (44)
63,0 (2 1/2)	35 (77)
75,0 (3)	60 (130)
90,0 (3 1/2)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
112 - (4 1/2)	200 (440)
125 (5)	300 (660)
150 (6)	500 (1100)

Fuente: Extraído del MTC [23]

**h. Gravedad específica y absorción de agregado fino – MTC E 205**

Peso de la arena fina a comparación con el agua, y esto cuánto puede acumular dando un valor, según la gravedad específica. [21].

$$P_{em} = \frac{W_o}{(V - Va)}$$

Dónde:

Pem: Peso específico de masa

Wo: Peso en el aire de la muestra secada en el horno

V: Volumen del frasco en cm<sup>3</sup>

Va: Peso en gramos o volumen de agua ya añadido al frasco

**i. Determinación del Índice de Plasticidad – MTC E 111**

Indicado mediante el promedio de dos contenido de humedad [21], según fórmula:

$$\text{Límite plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

**j. Equivalente de Arena de agregado fino – MTC E 114**

Presencia sobre suelos finos de carácter plásticos, polvo o suelos arcillosos [21].

**k. Azul de Metileno – AASHTO TP 57**

Son los que quedan en el filtro mediante este proceso, en cuanto se visualice el halo azul este procedimiento queda ahí.[21].

## **Ensayo para la mezcla asfáltica**

### **1. Método del ensayo Marshall (MTC E 504)**

El ensayo Marshall en mezcla asfáltica implica compactar una muestra de la mezcla en un molde Marshall a una temperatura determinada y utilizando la carga estándar. Después, se determina la estabilidad y flujo de la mezcla mediante la aplicación de carga repetida y la medición de la deformación [23]. Los resultados ayudan a evaluar la capacidad de soporte y durabilidad de la mezcla asfáltica, así como para cargas de tráfico en pavimentación y construcción de carreteras. [39].

### **Ensayos de estabilidad y flujo**

Evalúa la firmeza de la combinación bituminosa frente a la deformación. En contraste, el ensayo de flujo cuantifica el cambio en su forma cuando se somete a cargas [21].

### **2. Peso específico Bulk**

Peso de la muestra y volumen de agua. En otras palabras, mide cuántas veces es más pesado un volumen dado del material, considerando su porosidad, en comparación con el mismo volumen de agua. Este cálculo es fundamental para caracterizar la densidad aparente del material. [23]. Se sigue la siguiente fórmula:

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B - C}$$

A= Peso en seco, g

B-C= Peso respecto al volumen con respecto al

agua a 25°C B= Peso saturado seco de la briqueta, g

C= Peso en el agua

### **3. Ensayo de la densidad máxima teórica**

Permite evaluar la calidad de la compactación y la resistencia del pavimento, ayudando a garantizar su durabilidad y desempeño bajo las condiciones de tráfico y climáticas a las que estará expuesto [23]

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad máxima teórica} = \frac{\text{Volumen desplazado por la muestra}}{\text{Peso de la muestra seca}}$$

**Tabla 15: Requisitos de ensayo rice**

<i>TMN del agregado mm('')</i>	<i>Pesaje mínimo de la muestra (kilos)</i>
50 (2)	6
37.5 (1 ½)	4
25 (1)	2.5
19 (3/4)	2
12.5 (1/2)	1.5
9.5 (3/8)	1
4.75 (Nº4)	0.5

Fuente: Extraído del MTC [23]

#### 4. Cántabro de pérdida al desgaste (MTC E-515)

Evalúa el desgaste de los agregados gruesos empleados en la elaboración de asfalto. El resultado se indica como el porcentaje de pérdida de peso de la muestra, ofreciendo datos fundamentales sobre la durabilidad y la calidad del material frente a la abrasión de los Ángeles[23]. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

#### 5. Ensayo Lottman modificado (MTC E 522)

Determina el grado de deterioro que es causado por la humedad, donde se visualiza en las MAC produciendo del cemento asfáltico, la pérdida de adhesión y los materiales pétreos [23], dado lo siguiente:

$$ITS = [(2 \times P) / (\pi \times D \times H)]$$

### Materiales y métodos

#### Operación de Variables

##### Variables

- ✓ Independiente: Microesferas de vidrio

*Tabla 16: Variable independiente*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	UNIDADES	INSTRUMENTO
<b>Independiente:</b> Microesferas de vidrio	Es un producto esférico, presenta una excelente durabilidad, genera mayor adherencia y fluidez en la mezcla, alta resistencia ante ácidos y abrasión [22].	Porcentaje respecto el peso del cemento asfáltico	0%, 5%, 10%, 15%	Balanza Electronica con aproximacion de 0.1 g

- ✓ Dependiente: Propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas

Tabla 17: Variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSION	INDICADORES	UNIDADES	INSTRUMENTO	NORMATIVA
Propiedades físico- mecánicas de las mezclas asfálticas	Propiedades físicas de la mezcla asfáltica	parámetros volumétricos	cm	Espesor o altura de especímenes compactados de mezclas asfálticas	MTC E 507
		Método Bulk	gr/gr °C	Peso Específico aparente y Peso Unitario empleando especímenes saturados con superficie seca	MTC E 514
		Densidad teórica máxima	%	Ensayo para determinar la gravedad específica teórica máxima de la mezcla sin compactar	ASTM D 2041, AASHTO T 209
	Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica	Estabilidad de la mezcla asfáltica	Kg	Ensayo de Marshall	MTC E 504, ASTM D 1559
		Flujo de la mezcla asfáltica	mm	Ensayo de Marshall	MTC E 504, ASTM D 1559
		Resistencia a la tracción indirecta	Mpa	Ensayo tracción indirecta	ASTM D4867
		Resistencia al daño inducido por humedad	Kpa	Ensayo de Lottman Modificado	(MTC E 522)
		Pérdida de desgaste	%	Ensayo Cántabro	(MTC E 515)

✓ Variable Intervinientes: Caracterización de agregados naturales

Tabla 18: Variable intervinientes

VARIABLE INTERVINIENTES	UNIDADES	VALOR	NORMATIVA
Granulometría	%	%	Análisis Granulométrico De Agregados Gruesos Y Finos (MTC E 204)
Gravedad específica y absorción agregado grueso	gr/cm <sup>3</sup>	1 máx	Peso específico y absorción de agregados gruesos - MTC E 206
Gravedad específica y absorción agregado fino	gr/cm <sup>3</sup>	0.5 máx	Gravedad específica y absorción de agregados gruesos - MTC E 205
Caras fracturadas	%	85/50	Porcentaje de caras fracturadas - MTC E 210
Partículas chatas y alargadas	%	10 máx	ASTM 4791
Sales Solubles de agregados	%	0.5 máx.	Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles - MTC E 219
Abrasión de agregados	%	40 máx	Resistencia al desgaste en máquina de los Ángeles - MTC E 207
Durabilidad de Agregados (al sulfato de magnesio)	%	18 máx.	Durabilidad al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio - MTC E 209
Equivalente de arena de agregados finos	Adimensional	60	Método de Ensayo para el valor de equivalente de arena de Agregado Fino - MTC E 114
Índice de plasticidad malla n°40	%	NP	Determinación de limite plástico de los suelos e índice de plasticidad - MTC E 111
Índice de plasticidad malla n°200	%	4 máx.	Determinación de limite plástico de los suelos e índice de plasticidad - MTC E 111

### Asfalto

- El cemento asfáltico PEN 60/70
- Diámetro de la microesfera: (Tamiz N°100)
- Tipo de tráfico: Tráfico medio

### Criterio de Selección

### Proceso de obtención de Materiales

Dentro de los materiales se destaca:

### Agregados

- **Cemento Asfáltico y agregados Pétreos**

Se obtuvieron los materiales respectivos, tanto el Cemento asfáltico PEN 60/70 y los agregados fino y grueso para los ensayos a realizar en los laboratorios de la Universidad, estos materiales son de la cantera “Tres Tomas”, ubicado en el distrito de Manuel Mesones Muro, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque.



Ilustración 2. Cantera Tres Tomas

### **Agregado grueso y fino**

Adquirido de la cantera mencionada con el fin de cumplir con los requisitos del MTC [21]



Ilustración 3. Cantera Tres Tomas- Agregados grueso y fino

### **Microesferas de Vidrio**

Las microesferas de vidrio fueron obtenidas de la empresa proveedora **POTTERS BALLOTINI PANAMERICANA, S. DE R.L DE C.V, Lima- Perú**, teniendo en cuenta que se comprometió a vender el material requerido durante la ejecución del desarrollo de la actividad, la cual cuenta con ficha técnica del producto requerido para la investigación:

- ✓ Descripción: Microesferas de Vidrio M 247 Tipo I
- ✓ Empaque: Saco de 25 Kg

### **Especificaciones**

*Tabla 19: Especificaciones de microesferas de vidrio*

Requisito	Especificación	Método de Prueba
Esfericidad (%)	% 70 mínimo	MT- AC- 05
Contenido de Sílice (%)	% 60 mínimo	MT- AC- 13
Índice de Refracción	1.50 - 1.51	MT- AC- 09
Gravedad específica	2.3-2.6 gr/ cm <sup>3</sup>	MT- AC- 12
Flotación	Cumple	MT- AC- 04
Resistencia a Agentes Químicos	Cumple	MT- AC- 10
Granulometría (%)	% Pasa	MT- AC- 03

El material se llevó al laboratorio para realizar su caracterización siendo tamizado por la malla 100 y que cumpla con los límites establecidos de acuerdo al peso del agregado fino.



Ilustración 4. Microesferas de vidrio [43]

### **Diseño De Investigación**

La presente investigación tendrá como diseño 2 grupos, tanto de control que no se le aplicará ningún estímulo y el segundo grupo, experimental a este si se le añadirá ciertos porcentajes para un diseño de combinación con un cemento asfáltico PEN 60/70, para así medir las propiedades mecánicas por el método de Marshall, cántabro, soporte al daño inducido por humedad.

$$OC \rightarrow -X1 \rightarrow M1: \text{Control}$$

$$Oe \rightarrow X1 \rightarrow M2: \text{Experimental}$$

Donde:

- $O$  = Mezclas asfálticas en caliente.

- -X1 = Ausencia de estabilizantes (sin estímulos).
- X1 = Adición de micro esferas de vidrio.
- M = Medición de las propiedades de las muestras asfálticas.

## **Población, muestra**

### **Población**

Estudios de briquetas elaboradas con y sin microesferas de vidrio, con el fin de determinar su influencia en el asfalto en caliente dado a desarrollar 122 briquetas de muestras que estarán ensayándose según proporción detallada de la norma correspondientes al cuadro de MAC convenciones con contenidos de 4%, 4.5%, 5%, 5.5% y 6% en peso que están en una variación del 0.5 para mi diseño patrón, por las cuales se realizarán 5 de cada una, sumando un total de 25 briquetas que serán analizados para tráfico medio, y así obtener mediante el diseño de combinación por el método Marshall mientras que en el experimental constituido por microesferas de vidrio, ficha técnica, se realizará 97 briquetas (muestras de control y experimental) para realizar con dichos ensayos lo cual permitirá el grado de error en ambas fases, teniendo consideración en sus porcentajes a dar, por ello se da en proporción al peso del agregado fino para los distintos porcentajes considerando en el grupo control y tráfico.

*Tabla 20: Muestra patrón para ensayo Marshall*

<b>TRÁFICO MEDIO</b>	
<b>% MAC</b>	<b>N° briquetas</b>
4%	5
4.50%	5
5%	5
5.50%	5
6%	5
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>

### **Muestra**

Es de carácter no probabilístico, dado que la elección de los elementos de estudios experimentales se ha realizado según criterio del investigador para este ensayo experimental.

### **Rango de Aplicación**

Para determinar un aproximado de estos porcentajes de microesferas de vidrio se realizó un análisis previo de antecedentes y que estos cumplan con sus determinados porcentajes óptimos.

- El 5% según [17], cumplen con todos los parámetros a dar sobre sus propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, esto con la adición de vidrio en el agregado fino,

dando un mejoramiento de estabilidad y flujo, como también el incremento de su rigidez.

- Al añadir el 10%, según [19], el efecto de vidrio de esta cantidad de porcentaje en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente indicando que, a mayor porcentaje de este aditivo, a comparación de la mezcla convencional, ambas cumplen con los requisitos e incluso mucho mejor da como resultado de una mayor estabilidad y flujo.
- Según [19] el 15%, de acuerdo con el resultado óptimo del cemento asfáltico y luego la adición del aditivo se destaca que a este nivel de porcentaje contribuye mejor su estabilidad y resistencia a la mezcla.

*Tabla 21: Cuadro resumen de obtención de porcentajes*

<b>% de investigación</b>	<b>% Óptimos</b>	<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Conclusión</b>
2% -5%-8%-12%	2%	Según Avila [17]	Influencia de vidrio triturado como agregado fino en las la mezcla asfáltica	Dado con este porcentaje cumple con la <b>rigidez</b> que se da entre 1700 kg/cm-4000 kg/cm (MTC,2013), pero se da el incremento de la cantidad de vacíos en la mezcla asfáltica convirtiendo esta propiedad muy reducida.
	5%	Según Avila [17]	Influencia de vidrio triturado como agregado fino en las la mezcla asfáltica	Aumenta el peso específico en 1.48%, mejora la <b>estabilidad</b> en un 6.94%, aumenta el <b>flujo</b> en un 17.40% y la <b>rigidez</b> se incrementa en un 19.89%, efectuando con los estándares dado por el MTC [17]
	8%	Según Avila [17]	Influencia de vidrio triturado como agregado fino en las la mezcla asfáltica	Al añadir al agregado fino con este porcentaje da el incremento d ela cantidad de vacíos en a mezcla asfáltica hasta un 60.28% más[17].
8%-10%-15%-20%	10%	Meléndez y Pinedo [19]	Impacto del vidrio molido en mezcla asfáltica	Al agregar el 10% de acuerdo a la investigación el efecto del vidrio reciclado molido en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente incorporando vidrio molido con los porcentajes del 10%,15%,20% el autor determinó que existe la estabilidad y flujo y que al aumenta vidrio molido en comparación de la mezcla convencional ambas investigaciones presenta mayor incremento de estabilidad y flujo.
3%-6%-9%-12% -15%	12%	Según Freire	Uso de vidrio molido en las mezclas asfálticas, con el propósito de reducir la contaminación.	El contenido óptimo es del del 5.80%,. El autor concluye finalmente que: conforme aumenta el contenido de vidrio molido, la gravedad específica Bulk disminuye, mientras que el <b>porcentaje de vacíos, la estabilidad y el flujo</b> Marshall aumentaron; siendo el porcentaje óptimo de vidrio triturado fue del 12%.
8%-10%-15% -20%	15%	Meléndez y Pinedo [19]	Impacto del vidrio molido en mezcla asfáltica	Determinando así el óptimo porcentaje de este aditivo fue del 15%, ya que proporcionó una estabilidad de 1271 kg y un flujo de 3.20 mm. Este estudio destaca que el vidrio molido reciclado es adecuado para mezclas asfálticas, ya que contribuye a mejorar la <b>estabilidad</b> y, por lo tanto, la <b>resistencia</b> de la mezcla. [19]
	20%	Según Moses Ogundine [16]	Influencia del vidrio como filler en asfalto caliente	Al incrementar más de vidrio en este caso el 20% el material se vuelve perjudicial ya eque su exceso resulta desventajoso reduciendo las propiedades del mismo [16].

Tabla 22: Briquetas de la muestra experimental para ensayo Marshall

<b>TRÁFICO MEDIO</b>			
<b>%MAC/ % VIDRIO</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>
4%	3	3	3
4.50%	3	3	3
5%	3	3	3
5.50%	3	3	3
6%	3	3	3
<b>TOTAL</b>	45		

Tabla 23: Ensayo Lottman

<b>TRÁFICO MEDIO</b>				<b>TOTAL</b>
<b>MICROESFERAS DE VIDRIO</b>				
<b>Muestra patrón</b>	<b>Muestra experimental</b>			
0%	5%	10%	15%	24
6	6	6	6	

Tabla 24: Ensayo de tracción indirecta

<b>TRÁFICO MEDIO</b>				<b>TOTAL</b>
<b>MICROESFERAS DE VIDRIO</b>				
<b>Muestra patrón</b>	<b>Muestra experimental</b>			
0%	5%	10%	15%	12
3	3	3	3	

Tabla 25: Ensayo cántabro

<b>TRÁFICO MEDIO</b>				<b>TOTAL</b>
<b>MICROESFERAS DE VIDRIO</b>				
<b>Muestra patrón</b>	<b>Muestra experimental</b>			
0%	5%	10%	15%	16
4	4	4	4	

*Tabla 26: Resumen de número de briquetas*

Tabla resumen de ensayo	
Ensayo	PARCIAL
Propiedades Mecánicas de la muestra patrón: Ensayo Marshall	25
Propiedades mecánicas de la muestra con adición: Ensayo Marshall	45
Prop. Mecánica: Ensayo Lottman	24
Prop. Física: Ensayo Cántabro	16
Prop. Mecánica: Ensayo de Tracción Indirecta	12
<b>TOTAL</b>	<b>122</b>

## Ensayo de caracterización de los agregados

### 1. Granulometría

Se comienza a pesar 2000gr para grueso y fino, para después pasar por las mallas correspondientes. El retenido que queda en cada malla pasa a pesar y apuntar de acuerdo a la norma.



Ilustración 5. Granulometría de los agregados

### 2. Abrasión

Con ayuda del tamizado granulométrico se da un resultado de  $\frac{1}{2}$ " y  $\frac{3}{8}$ " se selecciona el material y pasa a la máquina va a una velocidad de 30rpm a 33rpm logrando 500 vueltas, luego a tamizar por el N°10.



Ilustración 6. Ensayo de Abrasión de los Ángeles

### 3. Peso específico y absorción de agregado grueso

Se sumergió las piedras y deja reposar por 24h para posteriormente proceder con el ensayo de Absorción, luego se deja secar en la superficie, se pesa la muestra con la tara y luego se sumerge en la canastilla y procede a pesar otra vez.



Ilustración 7. Peso específico y absorción de agregado grueso

### 4. Ensayo de Sales Solubles

Disolvemos los agregados finos y gruesos, primero tomamos 500 gramos de la mezcla. Luego, sumergimos estas muestras por completo en agua destilada y las revolvemos durante unos 8 minutos. Finalmente, las secamos en un horno dentro de las 24 horas para poder calcular el porcentaje que quedaron.



Ilustración 8. Ensayo de Sales Soluble sen los agregados

### 5. Gravedad específica y absorción de agregado fino

Lo que hacemos es pesar medio kilo del material. Después, lo echamos en una botella y la llenamos con medio litro de agua. Agitamos la botella un buen rato, como por 20 minutos, para que no haya aire atrapado, y la dejamos reposar por 24 horas. Al día siguiente, mezclamos el material, botamos el agua con cuidado de no perder nada, lo secamos en el horno, esperamos que se enfríe y lo volvemos a pesar.



Ilustración 9. Gravedad específica y absorción en agregados

### 6. Equivalente de arena

Tamizado en el N°4. Además, 100ml de agua se extraen para reemplazar con solución stock, promedio de 1 minuto agitar, para después introducir en un recipiente volumétrico (fiola) y se completa su capacidad hasta los 500 cm<sup>3</sup>, con el fin de que no quede ningún tipo de aire atrapado. Finalmente, se separa el material del agua mediante decantación

cuidadosa para evitar pérdidas, se seca en un horno, se enfría y finalmente registrar su peso final.



Ilustración10. Equivalente de Arena

### 7. Índice de Plasticidad

Por la malla N°40 y 200, peso 140gr para después colocar agua destilada hasta saturarlo procediendo a realizar el ensayo con una cuchara de Casa Grande.

### 8. Partículas Chatas y Alargadas

Primero, las tamizamos, para separarlas por tamaños, colocando en orden teniendo cuidado el tamaño y forma de las piedras. Algunas son más planas, como una galleta aplastada; otras son largas y delgadas, como un fideo. Las que no son ni muy planas ni muy largas, las ponemos en otro montón. Al final, contamos cuántas piedritas hay en cada montón para saber qué forma es la más común en nuestra muestra.

### 9. Caras Fracturadas

Se pesó 1Kg del que pasa por el tamiz ½" y se separó todas las piedras según sus caras para luego contar y pesar.

### 10. Durabilidad al Sulfato de Magnesio

¾ y 3/8 de 1 kg, tamiz N°4, 300gr de piedra y esto dejamos reposar por 16-18hr. Luego pasado el tiempo correspondiente procedemos a colocar las muestras en el horno para su respectivo secado y así sucesivamente los 7-8 días como el mismo procedimiento.



Ilustración 11. Durabilidad al Sulfato de Magnesio

### 11. Azul de metileno

Pasado por el tamiz N°200 y obteniendo un peso de 50 gr para después mezclar en un recipiente con 250 ml de agua y además el azul metileno hasta obtener una mezcla casi color azul. Por último, se procede a hacer los cálculos correspondientes teniendo en cuenta que cada punto 2 se obtiene de 15 ml.



Ilustración 12. Azul de metileno

## PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

### Diseño de mezcla

#### Método Marshall

- Mediante este método determina la proporción de asfalto adecuada, esto llevando a cabo según normativa de TMN, empleando según también MAC-2. Por ello, se realizan muestra, fabricando briquetas con diferentes porcentajes adicionales de aditivo o diseño patrón.

- Se realizó el peso adecuado de piedra, arena y filler, pesando para las briquetas de control y de la misma manera se usará para la experimental.
- El cemento asfáltico se deja en un recipiente para luego dar uso en calentar con la finalidad de volverlo en estado líquido, y también en una tara irán los agregados.
- Una vez colocada ya la mezcla con los agregados pétreos, se prepara el molde y esto son oclcados con círculos de papel en la base, finalmente se coloca otro papel en la superficie y empieza la compactación de acuerdo a tipo de tráfico y realizar los golpes requeridos, dando 55 golpes.



Ilustración.13. Extracción y adición de cemento asfáltico

### **Peso específico aparente y peso unitario**

- ✓ Una vez ya teniendo todas las briquetas se realizar las medidas de alturas y diámetros donde se registrarán de cada uno de ellas y además el peso en aire del espécimen seco. Luego se sumergió en un baño de agua por unos minutos hasta que la canastilla esté estable y poder adquirir el peso en agua. Por último, se registra el estado saturado que secó en la superficie.

### **Peso específico teórico Máximo**

- ✓ Primero se registra el peso del contenedor y esto se colocará el agua hasta un cierto límite tomando nota del peso y también se colocó la muestra de mezcla asfáltica no compactada la cual de estar fría registrando el peso del contenedor y muestra, esperando unos minutos.



Ilustración 14. Peso específico teórico Máximo

## ENSAYO MARSHALL

### Estabilidad y Flujo

- ✓ Se toma apunte la medida de la altura del espécimen usando un vernier con el propósito de corregir las estabilidades obtenidas en el ensayo. Esto con la finalidad de obtener un análisis de estabilidad y flujo de las combinación bituminosa donde será empleada con el ensayo Marshall.



Ilustración 15. Estabilidad y flujo

- ✓ Además, se mantienen especímenes a baño de agua por un lapso de tiempo de 30 minutos a temperatura de 60°C, luego esto colocados al aparato Marshall para analizar la carga de fallo y registrar los valores.

### Ensayo Cántabro

- ✓ Se comienzan a colocar la muestra dentro de la máquina dejando dar 300 vueltas, esto sin utilizar las esferas. Una vez finalizado el ensayo se procede a pesar para verificar el desgaste al peso anterior que tenía.

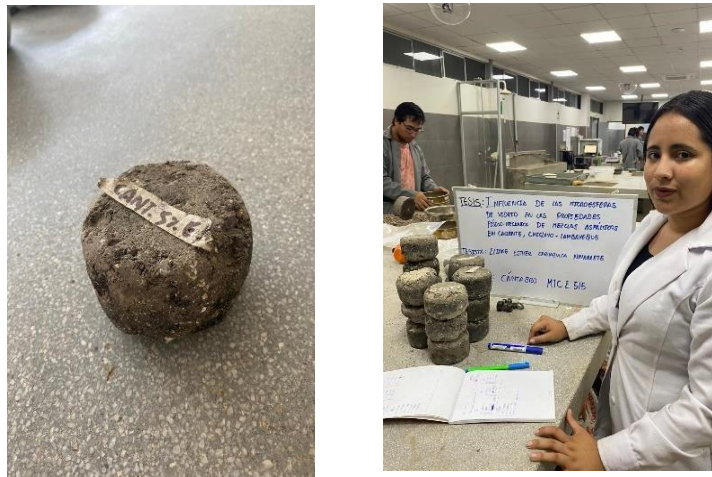


Ilustración 16. Colocación de las muestras para realizar ensayo Cántabro

### Ensayo de humedad inducida de Lottman

- ✓ Consiste en tener en seis briquetas de acuerdo a los porcentajes calculados, tanto cemento asfáltico como del aditivo, además se tomó las medidas adecuadas: altura, diámetro y peso de cada briqueta.
- ✓ Luego, se dividió en dos grupos, de las cuales la mitad fueron al congelador por dieciséis horas y el otro grupo se colocaron en un balde sumergido por dos horas, realizando el procedimiento adecuado. Después de este periodo se realiza un baño maría con temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$  por 24 horas. Finalmente se baja la temperatura por dos horas y se pasa a realizar el ensayo.



Ilustración.17. Ensayo Lottman

### Ensayo de Tracción Indirecta

- ✓ En este ensayo se necesita tres muestras por cada porcentaje óptimo calculado y se realiza mediante una máquina de ensayos.

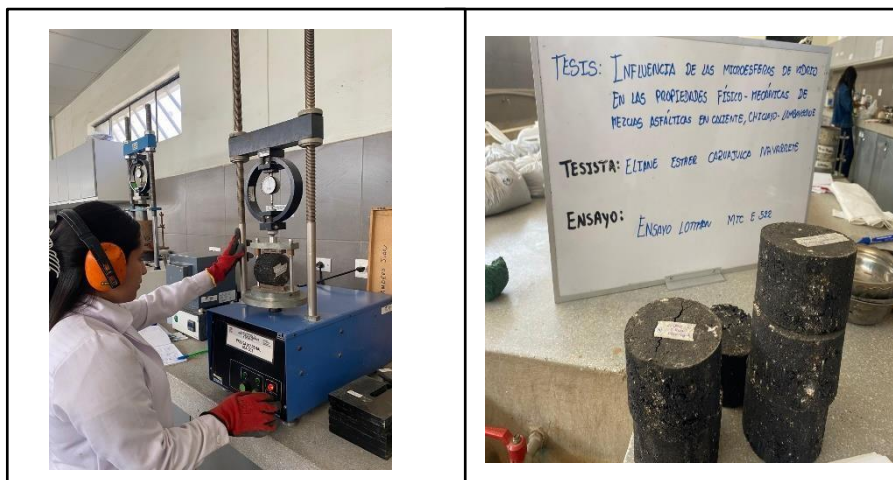


Ilustración 18. Muestras de Briquetas para ensayo Tracción Indirecta

### Visualización de Losa 50\*50

Después de haber realizado los ensayos correspondientes y contenido óptimo de las microesferas de vidrio se procedió a realizar una losa de 50\*50 de 6 cm de espesor, dado con el 10% del aditivo y cemento asfáltico del 4.7%, con esto resultó que el nivel de retroflexión es menor, ya que no sería perjudicial para el conductor, cumpliendo así dentro de los estándares establecidos de la norma. Se tomó un periodo de cada cierta hora, comenzando del día, tarde y noche, viendo así los distintos niveles de retroflexión a nivel visual.



Ilustración 19. Compactación con aditivo óptimo

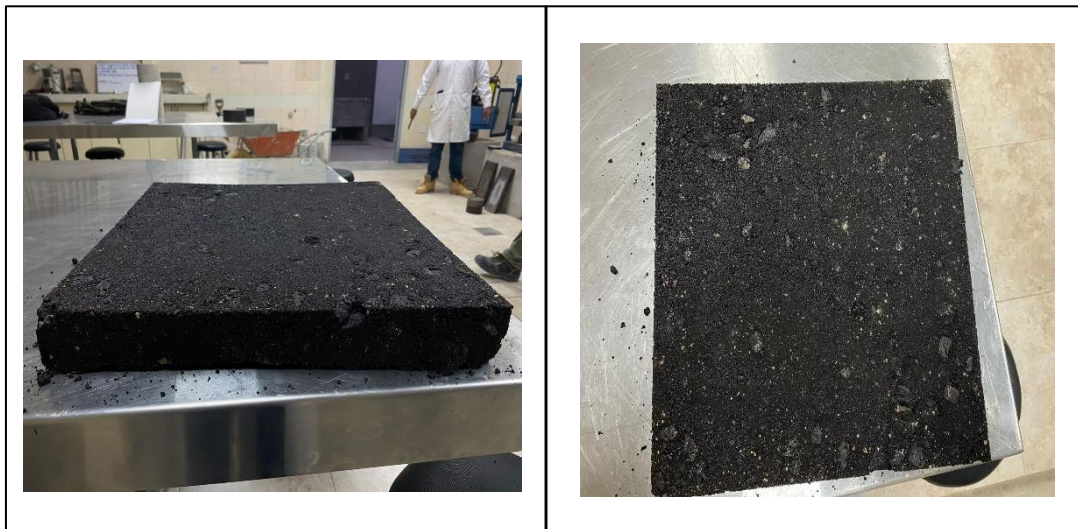


Ilustración 20. Losa

## Resultados y discusión

### Resultados

#### Contenido de Humedad

#### Agregado fino

*Tabla 27: Resultado contenido agregado fino*

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>1000</b>	<b>1000</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>992.32</b>	<b>992.32</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.77	0.77
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.77</b>	

El resultado del contenido de humedad es 0.77 %.

#### Agregado grueso

*Tabla 28: Resultado contenido de humedad agregado grueso*

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>2876</b>	<b>2876</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>2870</b>	<b>2870</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.2	0.2
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.21</b>	

Los resultados de los ensayos obtenidos en el laboratorio para evaluar el contenido de humedad es 0.21 %.

#### Peso específico

Arena

*Tabla 29: Peso específico para agregado fino*

1.- Peso de la Arena <del>Sup.</del> Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	<b>951.34</b>
2.- Peso de la Arena <del>Sup.</del> Seca + Peso del Frasco	(g)	638.12
3.- Peso del Agua	(g)	313.22
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	636.32
5.- Peso del Frasco	(g)	<b>138.12</b>
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	<b>498.2</b>
7.- Volumen del frasco	(g)	500
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.667</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.667
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.693
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.36</b>

Los resultados de los ensayos obtenidos en el laboratorio para peso específico en el agregado fino son de 0.36%

### Piedra

*Tabla 30: Peso específico para agregado grueso*

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	<b>4244</b>
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	<b>4280</b>
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso de canastilla	(g)	<b>3400</b>
4.- Peso de la canastilla	(g)	<b>880</b>
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	2520
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.411</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.432
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.462
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.85</b>

Se obtuvo de los ensayos obtenidos en el laboratorio para peso específico en la arena son de 0.85%

### Azul de Metileno

*Tabla 31: Azul de metileno*

MUESTRA	Azul de Metileno	Cantidad de Solución	Peso del Material Fino (N° 200)	Resultado	Especificación EG -213	
	Cada	NÚMERO			Mín.	Máx.
AGREGADO FINO - pasa 200	Cada 0.5 ml	8.0	5.0	1.60	-	8

Se obtuvo un resultado de 1.60

### Sales Totales de Agregado grueso y fino

*Tabla 32: Sales totales agregado grueso y fino*

**A.G.A.F**

Peso de beaker				g.	32.77	31.96
Peso de beaker + residuo de sales				g.	32.79	32.02
Peso de residuo de sales			(4)-(3)	g.	0.02	0.06
Volumen de la solución tomada				ml	100	100
Constituyentes de sales solubles totales			$\frac{[(5) \times (1000000)]}{(6)} \times (1)$	ppm	200	600
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco			(7) / 10000	(%)	0.02	0.06

Se obtuvo por 0.02% y del fino 0.06%

**Durabilidad de los Sulfatos**

Piedra

*Tabla 33: Durabilidad de sulfato para agregado grueso*

Tamaño de los tamices		Gradación Original	Gradación de la Muestra Originales	Peso de las Fracciones comprendido antes del ensayo (g)	Nº de Partículas	Peso Ret despues del ensayo (g)	Pérdida Total (%)	Pérdida Corregida (%)	Nº de Partículas
Pasa	Retiene	(peso)	(%)	ensayo (g)					
3/4"	1/2"	320	54.0	153.8	56	148	3.8	2.0	42
19 mm	12.5 mm								
1/2"	3/8"	158.9	26.8	1119	56	1113	0.5	0.1	36
12.5 mm	9.5 mm								
3/8"	Nº 4	113.5	19.2	387	56	385	0.5	0.1	
9.5 mm	4.75 mm								
Totales		592.4	100.0	1659.8		1646		2.3	

La pérdida corregida en durabilidad de los sulfatos para agregado grueso es del 2.3%

Arena

*Tabla 34: Durabilidad de sulfato para agregado fino*

Tamaño de los tamices		Gradación	Gradación de la	Peso de las Fracciones	Peso Ret.	Pérdida	Pérdida
		Original	Muestra Originales	comprendido antes del ensayo (g)	después del ensayo (g)	Total	Corregida
		(peso)	(%)			(%)	(%)
Pasa	Retiene						
3/8"	Nº 4	142.6	15.5	100	91.5	8.5	1.3
9.5 mm	4.75 mm						
Nº 4	Nº 8	115.6	12.5	100	74.53	25.5	3.2
4.75 mm	2.36 mm						
Nº 8	Nº 16	120.6	13.1	100	96.1	3.9	0.5
2.36 mm	1.18 mm						
Nº 16	Nº 30	117.6	12.7	100	96.3	3.7	0.5
1.18 mm	600 µm						
Nº 30	Nº 50	126.9	13.8	100	91.84	8.2	1.1
600 µm	300 µm						
Nº 50	Nº 100	168.9	18.3	100	91.84	8.2	1.5
300 µm	150 µm						
Nº 100		130.5	14.1	100	88.5	11.5	1.6
150 µm							
	Totales	922.7	100.0	700	630.61		9.7

## Equivalente de arena

*Tabla 35: Resultado de equivalente de arena*

ALTURA MAXIMA DEL MATERIAL FINO (cm.)	5.80	6.15	6.05
ALTURA MAXIMA DE LA ARENA (cm.)	4.40	4.50	4.30
EQUIVALENTE DE ARENA	75.9 %	73.2 %	71.1 %
EQUIVALENTE DE ARENA (EA)	73 %		

Se adquirió el 73%

## Abrasión

*Tabla 36: Resultado de abrasión los ángeles*

- Peso inicial antes del ensayo	5000.0
- Peso final después de las 200 revoluciones	4896.0
- Peso final después de las 500 revoluciones	4284.0
- % de desgaste por abrasión	14.3
- % de uniformidad	0.1

Resultó el 0.1 % al desgaste

## Límite de Consistencia

- Por la malla 40 no presenta plasticidad
- Por la malla 200 muestra el 2.49%

*Tabla 37: Límite de consistencia*

Datos de ensayo.	Límite líquido				Límite Plástico
Nº de tarro	12	15	18	1	20
Nº de golpes	32	24	14	14	
Tarro + suelo húmedo	32.6	42.6	41.5	41.5	12.1
Tarro + suelo seco	31.6	38.7	37.5	37.5	11.05
Agua	1	3.9	4	4	1.05
Peso del tarro	28	25.92	28	28	7.23
Peso del suelo seco	3.6	12.78	11.5	11.5	3.82
Porcentaje de humedad	27.78	30.52	34.78	34.78	27.49

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	29.97
Límite Plástico	27.49
Índice de Plasticidad	2.49

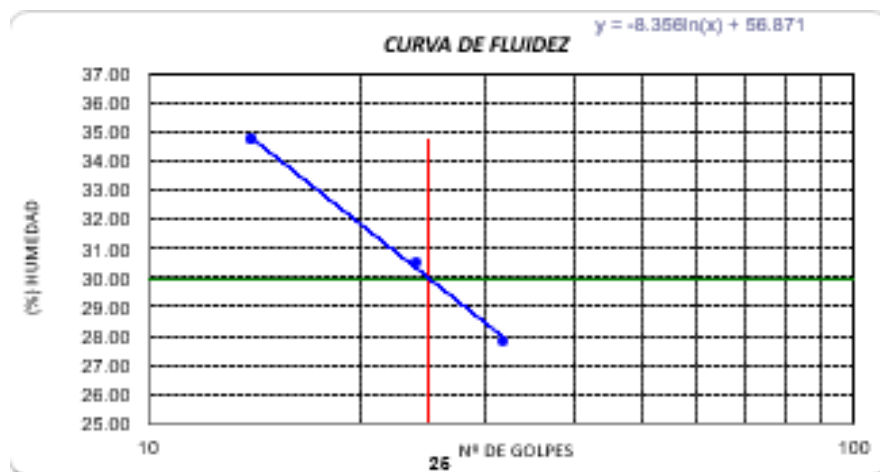


Diagrama 1: Límite de Consistencia

## Resultado Diseño de Mezcla

Se realizó primero el ensayo Marshall

Tabla 38: Resultados método Marshall

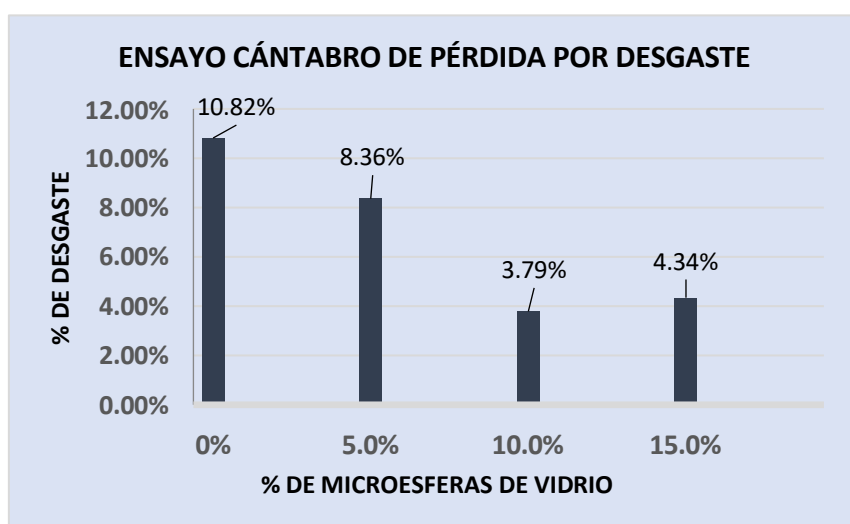
RESULTADOS	
Optimo Contenido <u>C.A</u>	4.7
Peso Unitario (gr/cm <sup>2</sup> )	2.565
Vacios (%)	4.00
Vacios del Agregado mineral (%)	12.89
Vacios Llenados de C.A (%)	70.00
Flujo (mm)	8.03
Estabilidad (Kg)	5080
Relación Polvo Asfalto	0.75

## Ensayo Cántabro

Este ensayo se ve la pérdida de desgaste, la muestra patrón dio como resultado de un 10.82%, en cambio las muestras experimentales con el 5% de adición tuvieron un resultado de desgaste del 8.36%; las del 10%, se presentó con una pérdida de 3.79%, por último el 15%, dio un desgaste del 4.34%.

*Tabla 39: Resultado pérdida por desgaste*

ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS								
N° DE BRIQUETA	TIPO DE FILLER	% DE FILLER	N° DE REVOLUCIONES	TEMPERATURA °C	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESGASTE	PROMEDIO
1	CONVENCIONAL	0%	300	24°C	1217.00	1126	7.48%	10.82%
2	CONVENCIONAL		300	24°C	1134.00	986	13.05%	
3	CONVENCIONAL		300	24°C	1205.00	1149	4.65%	
4	CONVENCIONAL		300	24°C	1088.00	891	18.11%	
1	ADICIÓN	5.0%	300	24°C	1117.00	971.47	13.03%	8.36%
2	ADICIÓN		300	24°C	1083.00	1015	6.28%	
3	ADICIÓN		300	24°C	1119.00	1006	10.10%	
4	ADICIÓN		300	24°C	1115.00	1070	4.04%	
1	ADICIÓN	10.0%	300	24°C	1124.00	1085	3.47%	3.79%
2	ADICIÓN		300	24°C	1107.00	1056	4.61%	
3	ADICIÓN		300	24°C	1198.00	1148	4.17%	
4	ADICIÓN		300	24°C	1137.00	1104	2.90%	
1	ADICIÓN	15.0%	300	24°C	1115.00	1074	3.68%	4.34%
2	ADICIÓN		300	24°C	1151.00	1093	5.04%	
3	ADICIÓN		300	24°C	1134.00	1076	5.11%	
4	ADICIÓN		300	24°C	1186.00	1144	3.54%	



*Diagrama 2: Resultado de ensayo cántabro por pérdida de desgaste, muestra patrón y adición*

### Resistencia a la humedad inducida

Estos ensayos presentan la resistencia que se obtienen de las muestras tanto húmedas como secas, mediante tracción indirecta. Dando a conocer que la resistencia seca es superior a la húmeda. Al realizar los siguientes ensayos en el diseño patrón la resistencia seca es menor a

la húmeda, dando como resultado 3.37kg/cm<sup>2</sup> y 4.12kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, dando una resistencia retenida de 122.49%. En las muestras con adición del 5% se tiene resultados de 3.47kg/cm<sup>2</sup> peso sumergido y 4.18kg/cm<sup>2</sup> peso seco, dando una resistencia de 83.09%. En las muestras con adición del 10% se tiene resultados de 3.50kg/cm<sup>2</sup> peso sumergido y 4.13kg/cm<sup>2</sup> peso seco, dando una resistencia de 84.79%. Por último, la adición de 15% se tiene resultados de 4kg/cm<sup>2</sup> peso sumergido y 3.43kg/cm<sup>2</sup> peso seco, dando una resistencia de 116.75%; siendo los resultados mayores que el porcentaje mínimo establecido por MTC 80% mín.

**Tabla 40: Resultado resistencia por humedad inducida**

ENSAYO LOTTMAN					
% Microesferas de vidrio	N°MUESTRA	RESISTENCIA HUMEDAD (kg/cm <sup>2</sup> )	N°MUESTRA	RESISTENCIA SECA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA RETENIDA
0%	1	4.87	4	0.85	122.49%
	2	3.78	5	4.23	
	3	3.72	6	5.02	
	<b>Promedio</b>	4.12		3.37	
5%	1	3.52	4	3.67	83.09%
	2	3.27	5	4.42	
	3	3.63	6	4.45	
	<b>Promedio</b>	3.47		4.18	
10%	1	3.52	4	4.55	84.79%
	2	3.63	5	4.37	
	3	3.36	6	3.48	
	<b>Promedio</b>	3.5		4.13	
15%	1	3.84	4	3.55	116.74%
	2	3.77	5	4.01	
	3	4.4	6	2.73	
	<b>Promedio</b>	4		3.43	

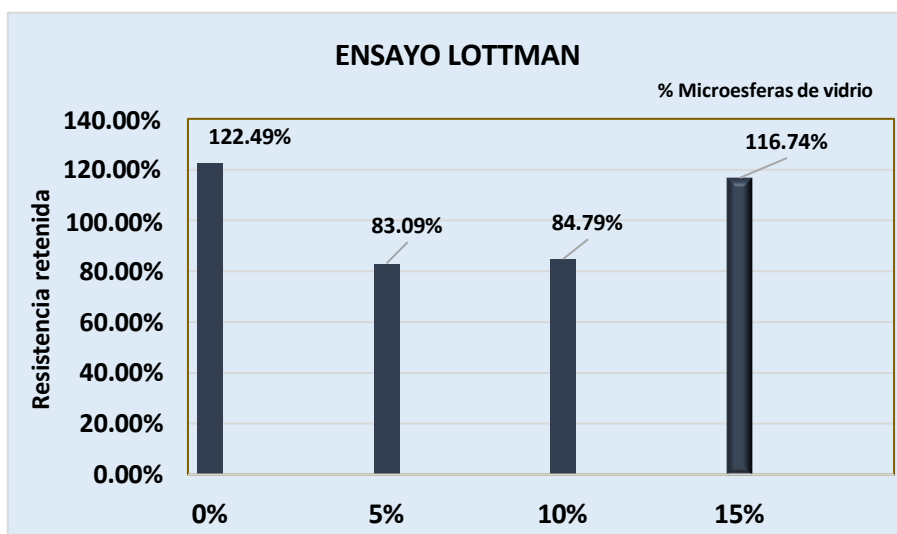


Diagrama 3: Resultado de ensayo Lottman

## ANÁLISIS ECONÓMICO

Se realizó un análisis económico donde nos lleva a visualizar con mayor precisión los costos por metro cúbico. Por ello, garantizar los materiales de buena calidad para evitar daños prematuros al pavimento.

*Tabla 41: Valor de Aditivo*

Especificaciones	Valor	Peso
Extracción	35	60
Transporte	20	
Porceso microesferas de	25	
Costo Total	80	

*Fuente: Elaboración propia*

También se indica el peso del aditivo a 25kg, lo que se considera una densidad de 0.025gr/m<sup>3</sup>, lo cual se tendrá que garantizar los mejores componentes para una buena combinación asfáltica.

*Tabla 42: Peso de microesferas de vidrio en m<sup>3</sup>*

PESO	DENSIDAD		M3 de filler	Peso de una bolsa (kg)	M3 de cemento
	gr/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>		kg	
25	0.025	25	1.33	42.5	0.0135

*Fuente: Elaboración propia*

Como dato principal se debe saber que el precio de 5 galones, que en volumen nos da 19.56 y obteniendo 0.0196 m<sup>3</sup> de C.A

*Tabla 43: Densidad C.A en m<sup>3</sup>*

Un balde	Densidad		M3 <u>C.A</u>
	kg	kg/cm <sup>3</sup>	
19.56	1.033	1033	0.0196

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 44: Materiales en m<sup>3</sup>*

MATERIAL	M3	PESO	PRECIO	PRECIO EN M3	PESO EN KG DE 1 M3
PEN 60/70	0.0196	19.56	150	7668.769	1000
Piedra Triturada	1	2674	85	85.000	2674
Arena	1	2559	70	70.000	2559
Microesfera de vidrio	1.33	25	1970	1481.203	18.7970
Filler (cemento)	0.0135	42.5	32	2370.370	3148.15

*Fuente: Elaboración propia*

## COSTOS UNITARIOS MEZCLAS ASFÁLTICAS

Tabla 45: Precio unitario de la mezcla convencional

ELABORACION DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE					
Rendimiento m3/día	360	EQ	360		544.800
DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/	PARCIALS/
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>5.33</b>
Operario	hh.	4	0.089	28.88	2.57
Peón	hh.	6	0.133	20.70	2.76
<b>MATERIALES</b>					<b>510.18</b>
Asfalto PEN 60/70	gal		13.520		10.13
Piedra chancada 1/2"	m3		0.430	85.00	36.55
Arena	m3		0.510	70.00	35.7
Cemento (filler)	kg		14.260	30.00	427.8
<b>EQUIPO</b>					<b>29.29</b>
Herramientas manuales	%		0.050	5.33	0.27
Planta de asfalto	hm	1	0.022	342.90	7.54
Cargador frontal	hm	1	0.022	236.30	5.2
Volquete de 15 m3	hm	2	0.044	160.00	7.04
Rodillo neumático	hm	1	0.022	160.00	3.52
Compactador V TP-7HP	hm	1	0.022	160.00	2.2
Rodillo tandem	hm	1	0.022	160.00	3.52

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 45 estos valores se comprenden con el procedimiento de acuerdo al rendimiento m3 al día, donde se describe la mano de obra, los materiales convencionales y los equipos respectivos, dando un total de S/ 544. 80. Así como también en la tabla 46 se incluye ya con el aditivo obteniendo un valor de S/794.477 y así obtener mejores resultados futuros.

Tabla 46: Precio unitario de la mezcla experimental óptimo

ELABORACION DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE					
Rendimiento m3/día	360	EQ	360		794.477
DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/	PARCIALS/
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>5.323</b>
Operario	hh.	4	0.089	28.88	2.570
Peón	hh.	6	0.133	20.70	2.753
<b>MATERIALES</b>					<b>758.545</b>
Asfalto PEN 60/70	gal		13.520	30.00	405.600
Piedra chancada 1/2"	m3		0.430	85.00	36.550
Arena	m3		0.510	70.00	35.700
Cemento (filler)	kg		14.260	0.75	10.695
Microesfera de vidrio	KG		25.000	10.80	270.000
<b>EQUIPO</b>					<b>30.609</b>
Herramientas manuales	%		0.050	5.33	0.267
Planta de asfalto	hm	1	0.022	342.90	7.544
Cargador frontal	hm	1	0.022	236.30	5.199
Volquete de 15 m3	hm	2	0.044	160.00	7.040
Rodillo neumático	hm	1	0.022	160.00	3.520
Compactador V TP-7HP	hm	1	0.022	160.00	3.520
Rodillo tandem	hm	1	0.022	160.00	3.520

Fuente: Elaboración propia

## Discusión

1. El primer objetivo específico, caracterizar los agregados para el diseño de mezclas asfálticas en caliente con microesferas de vidrio, presenta los análisis revelaron un contenido de humedad que los agregados, tanto finos (0.77%) como gruesos (0.21%), contenían poca humedad. Esta baja cantidad de agua es beneficiosa para la mezcla asfáltica, ya que facilita una buena unión entre el asfalto y los agregados. Al evitar el exceso de humedad, se logra una mejor integración de la mezcla y se disminuye el riesgo de que se deteriore antes de tiempo por separación de sus componentes. Así como también, en peso específico y absorción, se encontraron en la arena (0.36%) y las piedras (0.85%) son los apropiados. Esto significa que los materiales no absorben demasiada agua, lo cual es crucial para que el asfalto se pegue bien y la mezcla se mantenga intacta. Una absorción baja en los agregados es clave para lograr una mezcla de asfalto estable, lo que a su vez garantiza un pavimento duradero y resistente.  
Para azul de metileno se dio resultado (1.6%) nos dice que la arena tiene muy poca arcilla o polvo fino que pueda causar problemas. Esto es bueno porque si hubiera mucha arcilla, el asfalto no se pegaría bien y la mezcla se podría dañar con la humedad. En tanto a sales se visualiza que las piedras tenían casi nada de sal (0.02%) y la arena tampoco mucha (0.06%). Esto es una excelente noticia, porque significa que los materiales tienen muy poquita sal, lo que ayuda a que el asfalto se pegue bien y la mezcla no se desarme. Si no hay sales dañinas, la mezcla se mantiene en buen estado y dura más, incluso si llueve mucho. Por ello para saber sobre la durabilidad consta que las piedras casi no se deshicieron con el sulfato (perdieron solo 17.3%) y la arena aún menos (9.7%). Esto quiere decir que los materiales son fuertes y resisten bien el frío, el calor. Esto es importante para los pavimentos que están en zonas donde llueve y hace sol seguido o donde se usan sales para el hielo y otras sustancias que pueden dañar el asfalto. Por último, para la máquina de abrasión, el resultado de 14.3%, lo que indica que las piedras son bastante resistentes al roce constante de los carros. Esto es bueno porque significa que el pavimento no se va a desgastar tan rápido por el tráfico constante. Como resultado, tendremos un pavimento que dura más y no se rompe tan fácilmente en la superficie.
2. El segundo objetivo específico consta en realizar diseño patrón para combinación en caliente con agregados naturales y experimentales en distintos porcentajes, los resultados obtenidos evidenciaron que nivel de C.A y el aditivo son convenientes para empezar los diseños de mezcla, por ello se usó el método de Marshal el cuál se verifica el uso patrón de 4.7% de C.A y tanto para el experimental donde se comienza con el

primer porcentaje del 5% dando un resultado de 4.9%; del 10% con un contenido de 5.1% y por último el 15% de adición de microesferas de vidrio con un contenido de 5%., datos comparativos según Khodary (2020), en su investigación titulado: “Estudio experimental del uso de residuo de vidrio como aditivo en mezclas de asfalto”, se observó que usó este método para obtener los porcentajes correspondientes de inicio a los siguientes ensayos, lo cual, usó adición en porcentajes de 6%, 9%, 12%, 15% y 18% respecto el peso del cemento asfáltico, concluyendo que, el porcentaje óptimo de este aditivo resultó al 15%. Concluyendo que estos comportamientos de la presente investigación se confirman que es necesario iniciar por este método para así tener puntos claves determinando el contenido ligante.

3. Respecto al tercer objetivo, evaluar los resultados de los ensayos de laboratorio determinando el óptimo de microesferas de vidrio fueron mediante los ensayos Marshall, Cántabro y resistencia a la humedad inducida, dentro de ello se evalúa los % de aire, el cual dio un resultado de muestra patrón de 4% y para la adición del aditivo accesible dado es de 5% a 5.30%, el 10% a 5.60% y del 15% a 5.52%, comparados con la norma. Así mismo Y.Issa (2024), en su título investigativo: “ Efecto de agregar vidrio triturado a las mezclas “tuvo como finalidad la adición de vidrio triturado como filler en la mezcla asfáltica en caliente, para ello se evaluaron los porcentajes de 5%, 10% y 15% respecto el peso del cemento asfáltico, resultando el 10% como óptimo porcentaje, pues esta mejora la consistencia de la mezcla y genera mejores resultados Marshall, cumpliendo con los límites establecidos según las especificaciones. Similar a los contenidos establecidos de cada muestra y así cumpliendo la mejoría, sin embargo, Moses Ogondipe [16], indica que a mayor porcentaje de este aditivo puede ser desventajoso ya que reduce las propiedades del mismo. También con respecto a estabilidad y flujo, según Avila [17], en su investigación el óptimo es el 5% mejorando su estabilidad del 6.94% y flujo del 17.40%, lo cual es una leve diferencia de resultados de 9.65%.
4. Como cuarto objetivo se elaboró una pequeña losa asfáltica con el óptimo porcentaje de microesferas de vidrio, esto dando como resultado del 10% de este aditivo, indicando que no existe un grado grave reflectante, y perjudicial para el conductor, ya que cumple con los parámetros establecidos de refracción, esto se realizó mediante manera visual a cada cierto tiempo, así como indica los datos al ser comparados con los resultados de la investigación realizada por Starvos (2023), mediante imágenes visual indica que es poco los % de este aditivo que no genera mayor la radiación solar que incide sobre su superficie lo que resulta que es legible para el día y noche, lugares con mayor

luminosidad y los que no hay, se tendrá que hacer mediante un material reflectorizante para así cumplir con las normas ASTM-D4956-99 (2024). Por ello, se verificó mediante una losa de 50\*50, con espesor de 6 cm, confirmando que, al porcentaje no elevado, no es perjudicial para conductor ni pasajeros.

5. El último objetivo es el desarrollo económico de la propuesta planteada, en la presente investigación se obtiene mediante el monto por m<sup>3</sup> para mezclas asfálticas convencionales, así como también para experimentales. Teniendo como resultado S/544.80 para convencional y S/794.47 del aditivo, datos que al ser comparados con lo encontrado por, Piscoya (2024) en su investigación: “Evaluación técnico-económica de la incorporación de microesferas de vidrio en las propiedades mecánicas”, determina para convencionales S/ 619.60 y para mezclas S/ 600.58 por m<sup>3</sup>.

## Conclusiones

1. Se concluye que la caracterización de los agregados mediante ensayos, cumplen con los parámetros establecidos, quiere decir que después de ellos se puede realizar con confianza los diseños para el pavimento convencional y próximas investigaciones al añadir algo más a la mezcla asfáltica y así evitar mayores problemas al pavimento en un futuro.
2. La adición de microesferas de vidrio incrementa notablemente la estabilidad de la mezcla, resultando una mejor unión entre agregados y el cemento asfáltico, contribuyendo mejor resistencia al tráfico ideal a las cargas permitidas para vías urbanas. Dando como resultado de la estabilidad y flujo Marshall con adición óptimo del 10% se logra una estabilidad de 3440kg y flujo de 10.67mm incrementando así su relación, por el cual se evidencia mejoría a los parámetros, siendo capaz de soportar carga vehicular, pero tener en cuenta que tener un flujo menor puede ocasionar fractura al pavimento.
3. También vimos que las piedras soportan mucho el desgaste, con un resultado de 14.3% en la prueba de abrasión y solo un 3.79% de pérdida en la prueba Cántabro. Esto nos dice que la mezcla es buena para soportar el tráfico constante y el roce de los carros, así que el pavimento durará. Además, descubrimos que, si le añadimos microesferas de vidrio a la mezcla, se vuelve aún más resistente al desgaste. Esto significa que el pavimento podría durar más tiempo porque no se desgastará ni se romperá tan fácilmente en la superficie.
4. Adicionalmente, los ensayos de Lottman revelaron que la adición del 10% de microesferas de vidrio mejora la capacidad de la combinación bituminosa frente a los efectos de la humedad. Esta capacidad de mantener la adherencia entre los componentes

en presencia de agua es crucial para prevenir el deterioro acelerado del pavimento en zonas con alta humedad o durante las temporadas de lluvia.

5. La incorporación del aditivo de microesferas de vidrio permite que la mezcla asfáltica alcance una densidad óptima, lo que se traduce en una mayor impermeabilidad y resistencia a las deformaciones. Esto asegura una compactación homogénea y estable, disminuyendo la formación de vacíos y la aparición de fisuras. En consecuencia, sus propiedades físico-mecánicas mejoradas la hacen especialmente adecuada para pavimentos en áreas urbanas con alto volumen de tráfico vehicular, como la ciudad de Chiclayo-Lambayeque. Su incrementada durabilidad y resistencia ante el desgaste y la humedad la presentan como una solución eficaz para extender la vida útil de la infraestructura vial en la región.
6. El análisis económico de la propuesta planteada se determinó minuciosamente para la mezcla asfáltica convencional y con la incorporación de microesferas de vidrio.

### Recomendaciones

1. En consecuencia, se aconseja la implementación de estudios longitudinales para analizar el envejecimiento y la durabilidad de la mezcla. Esta acción proporcionará información valiosa sobre su desempeño real en condiciones de servicio prolongado y bajo diversas condiciones climáticas.
2. Para ver si la mezcla que ya experimentamos funciona bien en la práctica, se sugiere usarla en proyectos de pavimentación urbana. Teniendo en cuenta que dio buenos resultados en las pruebas, lo ideal sería empezar con proyectos pequeños en calles con mucho tráfico en Chiclayo-Lambayeque para comprobar cómo rinde en condiciones reales y ver si podemos mejorarla para que dure aún más.
3. Se recomienda realizar un análisis profundo del comportamiento de la mezcla experimental en climas extremos y diversos tipos de suelo. La información que obtengamos de esto será fundamental para decidir si se puede usar en más lugares del país.

### Referencias

- [1] Andrés Costa, “Pavement Pathologies. Asphalt and Paving Magazine Committee Member. Available”, “*Asphalt and pavement magazine*”, vol. IX, n.33, 2019 [En línea]. Disponible en: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://asefma.es/wp-content/uploads/2019/05/31.-patologias-5.pdf](https://asefma.es/wp-content/uploads/2019/05/31.-patologias-5.pdf)

- [2] D.R, “*Ministry of Public Works and Communications*”. Identification of pavement failures Accedido: 22 de mayo de 2024 [En líneas]. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/3024/Capitulo4.pdf
- [3] P. Pereira, J. Pais, “Métodos de diseño de pavimentos, mezclas y desafíos para el desarrollo de un método europeo”, *Revista de ingeniería*. 4 (4), págs. 316 – 346. 2018 [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2017.06.001>
- [4] A. Mishra, & D. Patel, “IRJET”, “*Análisis de la deformación estructural en pavimento flexible utilizando el programa Kenlayer*, pág. 1168 – 1173. 2019 [En línea]. Disponible en: <https://www.irjet.net/archives/V6/i8/IRJET-V6I8218.pdf>
- [5] P. Univision, “The worst roads in the country, due to potholes and poor paving, are in California, Univision”, Nov 1, 2017. Disponible en: <https://www.univision.com/local/los-angeles-kmex/las-peores-carreteras-del-pais-por-baches-y-mala-pavimentacion-se-encuentran-en-california>
- [6] A. Campos, I. Barboza, “Premature deterioration of flexible pavements in the urban area of the city of Chota” 2020 [En línea]. Disponible en: <https://unach.edu.pe/rcnorandina/index.php/ciencianorandina/article/download/40/46/48>
- [7] Chuquilín, M.A. “Evaluación del pavimento flexible de la carretera Ciudad de Dios – Cajamarca en la zona altoandina con aplicación del método del índice de condición del pavimento en el año”, Tesis de maestría, Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. 2019 [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3022>
- [8] Ingeniería actual. Nuevos Pavimentos para Chiclayo 2019. [En línea]. Disponible en: <https://ingenieriaactual.wordpress.com/category/problematicas/>
- [9] Kalampokis, Stavros, Danai Kalama, Fotini Kesikidou, Maria Stefanidou and Evangelos Manthos, 2023. Evaluation of glass waste in asphalt concrete for construction of Surface. 16, no. 14: 4938. [En línea]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/ma16144938>

- [10] Farag Khodary, “Estudio experimental del uso de residuos de vidrio como aditivos en Mezclas de asfalto”, *“Internacional de Avances en Investigación Científica e Ingeniería”*, Vol. 04, núm. 12.2020.en: [https://www.academia.edu/38182249/Experimental\\_Study\\_of\\_using\\_Waste\\_Glasses\\_as\\_additives\\_in\\_Asphalt\\_Concrete\\_Mixtures](https://www.academia.edu/38182249/Experimental_Study_of_using_Waste_Glasses_as_additives_in_Asphalt_Concrete_Mixtures)
- [11] A. Piscocoya, “Evaluación técnico-económica de la incorporación de microesferas de vidrio en las propiedades mecánicas”.2024. [En línea]. Disponible: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/765>
- [12] Firas Barraaj, “Investigación sobre el uso de desechos de vidrio triturado como reemplazo de relleno en mezclas asfálticas calientes. MDPI”, *“Infraestructura Verde y Sostenibilidad de Materiales Reciclados”*. Vol. 15. N° 03, 2023. en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/3/2241>
- [13] Y. Issa.”Efecto de agregar vidrio triturado a la mezcla asfáltica”. *“Academia de Polonia Nauk”*2018. Accedido: 23 de mayo de 2024[En línea].. Disponible en: <https://bibliotekanauki.pl/articles/230322>
- [14] Teba Tariq Khaled,.”El rendimiento de mezclas asfálticas modificadas con diferentes longitudes de fibra de vidrio” 2024. [En línea]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42947-024-00443-x>
- [15] M. Jakarni, “El uso de vidrio reciclado en mezclas asfálticas en caliente” [En línea].. Disponible en: <https://journal.ump.edu.my/construction/article/view/6324/1339>
- [16] Olumide Moses Ogundipe, “Evaluación de los efectos del vidrio de residuos en el hormigón asfáltico mediante el ensayo marshall”, 2018. [En línea]. Disponible en: **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.**<https://hrcak.srce.hr/file/343585>
- [17] Avila Escalante, “Influence of ground glass on the asphalt. Postgraduate Thesis, Huancayo” Peruvian University of the Andes, Peru. 2022 [En línea]. Disponible en: [https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/4418/T037\\_47495808\\_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/4418/T037_47495808_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- [18] Garcia Ccanto, “Study of the addition of ground glass of the hot mix asphalt,. Undergraduate thesis, Huancayo”, National University of Central Peru, Peru.2020. [En línea]. Disponible en: [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6797/T010\\_73509106\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6797/T010_73509106_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [19] Melendrez Caucha y Pinedo Pinedo, “Effect of recycled ground glass in the preparation of hot mix asphalt, using aggregates from the La Soledad quarry”. Undergraduate thesis, Trujillo. Cesar Vallejo University, Peru. 2020 en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44315>
- [20] Medina Carhuatocto,. “Use of Recycled Glass to Improve the Asphalt Carpet of the Flexible Pavement on Av. Leguía blocks 01 to 26 Chiclayo – Lambayeque 2021”. Undergraduate thesis, Chiclayo. Cesar Vallejo University, Peru. 2021 [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93245>
- [21] “MANUAL DE MATERIALES”, *Gob.pe*, 2016. [En línea]. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- [22] MTC, *Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos* 2014 [En línea]. Disponible: <https://bit.ly/3CemRyN>
- [23] Ministerio de transportes y Comunicaciones, *Manual De Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción*, EG-2013. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3mk85Rm>
- [24] ICG, *Pavimentos Urbanos*, CE 010-AÑO 2010. en: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- [25] S. Minaya y A. Ordoñez, Diseño de mezclas asfálticas, Cap. 10. , [En línea]. Disponible en: <https://hugoalcantara.files.wordpress.com/2014/02/acapitulo-10-disec3b1o-de-mezclas-asfc3a1lticas.pdf>.
- [26] A. P. Rodríguez, Asphalt mixtures, Chap. 3, en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3334/34065-14.pdf?sequence=14>.

- [27] N. CMT, Asphalt materials, additives and mixtures, Part 4. Pavement materials, Chap. 1. Quality of asphalt materials, [En línea]. Disponible en: <https://normas.imt.mx/normativa/N-CMT-4-05-001-05.pdf>.
- [28] D. S. N°001-2022-produce, Technical regulation on Hydraulic cement used in buildings and constructions, chapter 1, [En línea]. Disponible en: <https://actualidadgubernamental.pe/norma/decreto-supremo-001-2022-produce/84208acb-a00f-4330-b066-836ee0382abe>
- [29] Chemifabrik, Micro glass spheres. 2024 <https://chemifabrik.com.pe/producto/microesferas-de-vidrio/>
- [30] Rafael M. Jose. Pavement Engineering – Materials. Institute of Construction and Management ICG, 5th edition: Lima, Peru. 2016 [En línea]. Disponible en: [https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria\\_de\\_pavimentos\\_Alfonso\\_Montejo\\_Fonseca](https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Montejo_Fonseca)
- [31] Agnusdei, médico de cabecera; Gnoni, MG; Sgarbossa, F. ¿Son eficaces los sistemas de depósito-devolución en la gestión de los envases de vidrio? *Estado del arte y direcciones futuras en Europa*. Ciencia. Medio ambiente total, 851 , 158256. 2022: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158256>
- [32] Yinfei, D.; Mingxin, D.; Haibin, D.; Deyi, D.; Peifeng, C.; Cong, M. “Incorporación de microesferas de vidrio huecas para enfriar pavimentos asfálticos: evaluación preliminar de masilla asfáltica”. *Construcción Construir. Madre*. 2020 Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118380>
- [33] R Abejón, M. Margallo, R. Aldaco, ELSEVIER, “Evaluación de impacto ambiental de residuos en España”, Vol. 721, 2020[En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137744>
- [34] Xing, B.; Fan, W.; Zhuang, C.; Qian, C.; Lv, X, “Morfológicos de cargas minerales en polvo de las propiedades reológicas sobre masillas asfálticas a altas y medias temperaturas”. *Tecnología en polvo*.2019 [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.03.014>
- [35] Min, Z.; Zhou, L.; Wang, Q.; Zhang, Y, “Evaluación del rendimiento de una mezcla de epoxi y asfalto mezclada con agregado de vidrio”, *J. Mater. Civilización*.

- Ing.2019 [En línea]. Disponible en: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0002731](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0002731)
- [36] Simón, A.; Mazzotta, F.; Eskandarsefat, S.; Sangiorgi, C.; Vignali, V.; Lantieri, C.; Dondi, G, “Aplicación experimental de masilla en polvo de residuos de vidrio en mezclas asfálticas densas recicladas”, *Revista de materiales en Ingeniería civil*. Vol. 31, n°6. 2019 <https://doi.org/10.1080/14680629.2017.1407818>
- [37] Alson, Bevelyn Graces, “ Ensayos de propiedades físicas y mecánicas de áridos” Parte 6: *Determinación de la densidad de partículas y absorción de agua*. CEN: Bruselas, Belgica 2022. <https://hdl.handle.net/20.500.12852/952>
- [38] Freire Alvear, K. N. “Use of ground glass in asphalt mixtures, with the purpose of reducing pollution. Quito, Ecuador”: Pontifical University Catholic of Ecuador. 2018. [En línea]. <http://dx.doi.org/10.46488/NEPT.2023.v22i01.051>
- [39] Desmond E. Ewa, O. Ukpata y A. Godwin. “Uso de finos de vidrio de desecho para mejorar la relación de rigidez del asfalto” *Civil & Ambiental inegiería*. 2022 [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/23311916.2022.2107197>
- [40] S. Alberto, S. Robert, S.J. Miguel y Z.M. Elmer: “Efecto del vidrio usado en las propiedades de las mezclas de hormigón asfáltico”, *Jordan Journal of Civil Engineering*. Vol.14, n°1, .2018 . Accedido: 25 de mayo de 2024 [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Mousa-Bani-Baker/publication/325630405\\_Effect\\_of\\_Waste\\_Glass\\_on\\_Properties\\_of\\_Asphalt\\_Concrete\\_Mixtures/links/5b1978bcaca272021cef4f9b/Effect-of-Waste-Glass-on-Properties-of-Asphalt-Concrete-Mixtures.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mousa-Bani-Baker/publication/325630405_Effect_of_Waste_Glass_on_Properties_of_Asphalt_Concrete_Mixtures/links/5b1978bcaca272021cef4f9b/Effect-of-Waste-Glass-on-Properties-of-Asphalt-Concrete-Mixtures.pdf)
- [41] Sadeghnejad, M., Arabani, M., Taghipoor, M., “Predicción del impacto de la temperatura y con el comportamiento de ahuellamiento de las mezclas de asfalto y vidrio”, *Revista Internacional de investigación y tecnología de pavimentos*.vol.11, n°3. 2018 Accedido: 26 de mayo de 2024 [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijprt.2017.10.006>.
- [42] Al-Saeedi, B. J. K, Al-Jameel, H. A. E, “Rendimiento sostenible de la capa base de asfalto iraquí usando el vidrio reciclado como reemplazo de agregados”, *Revista de la Universidad de Babilonia, Ciencias de la Ingeniería*, 2018. Accedido: 25 de mayo de 2024 [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29196/jub.v26i5.869>

- [43] Vialux- Microesferas de vidrio, *Vialux, insumos y equipos industriales*. Disponible en:<https://vialux.com.pe/producto/micoresferas-de-vidrio-allotini/?v=929493f558ce>

## Anexos



## Especificación

ES-MVDO-10  
Rev.02 17/08/11  
Página 1 de 1

## M 247 Tipo I

## Especificación Producto

## Generalidades

Descripción	Microesfera de Vidrio M 247 Tipo I
Tipo	Drop On
Aplicación	Highway Marking
Empaque	Saco de Polipropileno de 25 Kg.

## Especificaciones

Requisito	Especificación	Método de Prueba
Esfericidad (%)	% 70 mínimo	MT-AC-05
Contenido de Silice (%)	% 60 mínimo	MT-AC-13
Contenido de Plomo (ppm)	200 ppm máximo	MT-AC-06
Contenido de Arsénico (ppm)	75 ppm máximo	MT-AC-06
Índice de Refracción	1.50 - 1.51	MT-AC-09
Gravedad Específica (gr./cm <sup>3</sup> )	2.3 - 2.6 gr./cm <sup>3</sup>	MT-AC-12
Flotación	Cumple	MT-AC-04
Resistencia a Agentes Químicos*	Cumple	MT-AC-10
Granulometría (%)	% Pasa	MT-AC-03
	US Std # 20	100
	US Std # 30	75 - 95
	US Std # 50	15 - 35
	US Std # 100	0 - 5
	Base	0

\* Agentes Químicos: Agua, Acido Clorhídrico, Sulfuro de Sodio y Cloruro de Calcio.

## Revisión y Aprobación

Revisó  
Superintendente de Planta

Aprobó  
Gerente de Negocios

NOTA: La versión controlada de este documento se encuentra en el servidor de la compañía. La copia de este documento es válida sólo como referencia y para el día de su impresión, esta debe ser revisada contra la versión controlada para asegurar su vigencia.  
The controlled version of this document can be found on the company's server. Printed version are uncontrolled and are only valid on the day of printing.



## Cementos Asfálticos (NTP 321.051.2002)

### ESPECIFICACIONES DE CEMENTOS ASFÁLTICOS

NOMBRE COMERCIAL				CEMENTO ASFÁLTICO 40/50 RELAPASA		CEMENTO ASFÁLTICO 60/70 RELAPASA		CEMENTO ASFÁLTICO 85/100 RELAPASA		CEMENTO ASFÁLTICO 120/150 RELAPASA	
				Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
PARÁMETROS	Métodos			Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
	NTP / ASTM	AASHTO	Otro								
<b>PENETRACION</b>											
Penetración a 25°C, 100 g, 5s, 0.1 mm	D5	T49		40	50	60	70	85	100	120	150
<b>DUCTILIDAD</b>											
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	D113	T51		100		100		100		100	
<b>VOLATILIDAD</b>											
Punto de Inflamación, °C	D92	T48		232		232		232		220	
Gravedad Específica a 15.6°C	D70	T228		Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
<b>FLUIDEZ</b>											
Punto de Ablandamiento, °C	D36			Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	D445			Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	D2170	T201		Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
<b>SOLUBILIDAD</b>											
Solubilidad en tetracloretileno, %m	D2042	T44		99.0		99.0		99.0		99.0	
<b>ENSAYOS DE PELICULA FINA</b> 3.2 mm, 185°C, 5 horas											
Pérdida por calentamiento, %m	D1754	T179			0.8		0.8		1.0		1.3
Penetración retenida, 100g, 5s, 0.1 mm, % del original	D5	T49		58		54		50		48	
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm	D113	T51				50		75		100	
<b>OTROS</b>											
Índice de Penetración			UNE 104-281	Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
Ensayo de la Mancha (Spot Test) <sup>(NTP 1)</sup>		T102		Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	

NTP: Norma Técnica Peruana

ASTM: American Society for Testing Materials

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

Nota 1: El uso del Spot Test es opcional. Cuando sea especificado, se debe indicar el tipo de solvente utilizado en la determinación del ensayo: Nafta estándar, Nafta-xileno, Heptano-xileno y también en el caso de utilizar solventes con xileno, el porcentaje de xileno utilizado.



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

- LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
- CONCRETO Y ASFALTO

INFORME N° LEM USAT 003-2025-I

FECHA: 21 de Mayo 2025

## VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Ceruajulca Navarrete Eliane Esther

TITULO DE LA TESIS: Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo-Lambayeque

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad
- Equivalente de arena
- Azul Metileno
- Índice de Plasticidad (malta N°40 y 200)
- Análisis granulométrico del agregado grueso y fino
- Peso específico y absorción del agregado grueso y fino
- Peso unitario del agregado grueso y fino
- Abrasión de los Angeles
- Durabilidad al sulfato de magnesio
- Sales solubles totales en agregados
- Partículas chatas y alargadas en agregados
- Estabilidad Marshall
- Ensayo Cántabro por pérdida de desgaste
- Resistencia de mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



Henry Rivadeneira Ojeda  
 Responsable de Lab. Ing. Civil







UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MORGUEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE DECTEONIA, CAMBOS Y ENSAYOS



DEFINICION DE CONCRETO ASFALTICO  
MÉTODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T-208

TÍTULO: "Influencia de las mezclas de áridos en los propiedades físicas mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chilean-Lumbago"

CATEDRA: Dns Tamez - Fernández

TÍTULO: Obras Básicas Construcción Vial

Grasa Clasificada 50%	40%
Grasa Clasificada 50%	50%

Peso del Muestra	1401.5
Peso del C.A.	62.5
Peso del Cemento	15
Peso Total de la	
Muestra Reducida	2200

ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra	% Mezcla	% Grasa
A Grasa 50% Grava	47.00	45.40
B Grava	51.00	47.18
C 50%	5	5.17

M Que Pasa al Tambo								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	3/16"	1/8"	1/16"	1/32"	1/64"
100	85.3	63.9	52.4	46.3	39.5	31.4	21.4	9.3
100	85.3	63.9	52.4	46.3	39.5	31.4	21.4	9.3

	1"	3/4"	1/2"	3/8"	3/16"	1/8"	1/16"	1/32"	1/64"	Peso
1 Volumen de la muestra	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
2 S.A. en peso de la muestra	10	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
3 S.A. en peso de la muestra	10	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	
4 S.A. en peso de la muestra	10	47.18	47.18	47.18	47.18	47.18	47.18	47.18	47.18	
5 S.A. en peso de la muestra	10	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
6 Peso específico aparente de la muestra	gr	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	
7 Peso específico aparente de la muestra	gr	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	
8 Peso específico aparente de la muestra	gr	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020
9 Peso específico aparente de la muestra	gr	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020
10 Peso específico aparente de la muestra	gr	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020
11 Peso específico aparente de la muestra	gr	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	
12 Peso aparente de la muestra	gr	6.99	6.99	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	
13 Peso de la muestra en el aire	gr	1286.03	1286.03	1286.03	1286.03	1286.03	1286.03	1286.03	1286.03	
14 Peso de la muestra saturada superficialmente en agua	gr	1280.03	1280.03	1280.03	1280.03	1280.03	1280.03	1280.03	1280.03	
15 Peso de la muestra en el agua	gr	842.3	785.6	785.6	785.6	785.6	785.6	785.6	785.6	
16 Volumen de la muestra	cc	407.98	372.6	372.6	372.6	372.6	372.6	372.6	372.6	
17 Peso aparente de la muestra	gr	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020
18 Peso específico aparente de la muestra	gr	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020
19 Volumen aparente de la muestra	cc	2.458	2.458	2.458	2.458	2.458	2.458	2.458	2.458	2.458
20 S.A. en peso de la muestra	gr	4.99	1.74	4.99	1.74	4.99	1.74	4.99	1.74	4.99
21 Peso específico aparente de la muestra	gr	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020
22 Peso específico aparente de la muestra	gr	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020
23 Peso específico aparente de la muestra	gr	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020
24 Peso específico aparente de la muestra	gr	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20
25 S.A. en peso de la muestra	gr	51.18	50.6	50.30	50.18	50.18	50.18	50.18	50.18	
26 S.A. en peso de la muestra	gr	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	
27 S.A. en peso de la muestra	gr	8.42	11.38	8.30	4.72	6.36	6.36	6.36	6.36	
28 S.A. en peso de la muestra	gr	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	
29 S.A. en peso de la muestra	gr	40.30	40.20	40.47	39.78	41.81	41.81	41.81	41.81	
30 S.A. en peso de la muestra	gr	46.36	47.78	47.78	47.78	47.78	47.78	47.78	47.78	
31 S.A. en peso de la muestra	gr	1.09	0.99	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	
32 S.A. en peso de la muestra	gr	3032	3208	4430	4670	4990	4990	4990	4990	
33 S.A. en peso de la muestra	gr	30	30	30	30	30	30	30	30	
34 S.A. en peso de la muestra	gr	8.10	7.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	
35 S.A. en peso de la muestra	gr	51.88	57.78	54.50	50.6	50.6	50.6	50.6	50.6	

*[Signature]*  
 Profesor Titular  
 USAT  
 2018

USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TOMAS DE MOCHEVO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y DISEÑOS



GEOMETRIA DE CONCRETO ARMADO  
METODO MARIANO - ATM - D 1388 ANEXOS 2-6

TITULO: Influencia de las características de calce en un propedéutico tipo industrial de mallas adalidas en caliente, "Orbes Laminadas"

CANTIDAD: Tres Tomas - Fovaleja

USO: Edificios de viviendas

Edificio Comercial 1.1'	41%
Edificio Comercial 1.1'	20%

Peso de Alambra	1.00
Peso de C.A	25 - 1.2%
Peso del Concreto	15
Peso Total con la Malla Adalida	1388

	20%	30%	20%	30%
	1.75	1.5	1.25	2
Alceas	11.25	12.5	10.75	45
Concreto	12.75	11.5	11.25	5

UNIFORMIDAD DE MARIANO

Material	% MARIANO	% MARIANO
A Arena Fovaleja	49.00	49.22
B Arena	54.00	55.90
C Filler	1	0.80

4 Que Paso al Tambo									
1"	1/4"	1/2"	3/8"	1/8"	1/16"	1/32"	1/64"	1/128"	1/256"
100	87.8	75.9	52.4	31.1	18.6	11.4	6.1		
100	87.8	75.9	52.4	31.1	18.6	11.4	6.1		

		1	2	3	4	5	Prom.
1	Alambre de lazoque						
2	C.A. en peso de la muestra	gr	8.0	8.0	5.8	5.0	5.0
3	% de arena retenida en boca de la malla (sevea #4)	%	48.22	48.22	45.21	46.18	46.20
4	% de arena retenida en boca de muestreo #40	%	45.56	45.24	41.80	46.88	45.88
5	% de filler retenido en boca de muestreo #100 para malla #200	%	2.85	2.05	3.85	2.85	2.85
6	Peso específico aparente de cemento superior	gr/cm <sup>3</sup>	1.831	1.832	1.039	1.838	1.625
7	Peso específico bulk de la arena (ANSI ASTM C 127, ASTM C 758, MTC 2.280)	gr/cm <sup>3</sup>	1.584	1.594	1.584	1.588	1.594
8	Peso específico aparente de la arena (ANSI ASTM C 127, ASTM C 758, ASTM C 290)	gr/cm <sup>3</sup>	1.585	1.585	1.585	1.585	1.585
9	Peso específico bulk de la arena #40 (ANSI ASTM C 127, ASTM C 758, MTC 2.280)	gr/cm <sup>3</sup>	1.585	1.585	1.585	1.585	1.585
10	Peso específico aparente de la arena #100 (ANSI ASTM C 127, ASTM C 758, MTC 2.280)	gr/cm <sup>3</sup>	1.585	1.585	1.585	1.585	1.585
11	Peso específico aparente de la arena #200 (ANSI ASTM C 127, ASTM C 758, MTC 2.280)	gr/cm <sup>3</sup>	1.585	1.585	1.585	1.585	1.585
12	Alfara promedio de la muestra	gr	8.045	6.24	6.465	6.88	6.78
13	Peso de la muestra en el agua	gr	1.095.89	1.095.89	1.095.7	1.095.8	1.095.8
14	Peso de la muestra retenido superficialmente agua	gr	1.095.87	1.095.25	1.095.6	1.095.8	1.095.8
15	Peso de la muestra en el agua	gr	783.0	789.25	788.0	786.4	786.5
16	Porcentaje de la muestra	%	463.87	463.87	463.87	463.87	463.87
17	Peso aparente de la muestra	gr/cm <sup>3</sup>	2.900	2.914	1.487	2.561	1.572
18	Peso específico aparente de la muestra (ANSI ASTM C 290, ASTM C 758, MTC 2.280)	gr/cm <sup>3</sup>	2.831	2.832	1.521	2.611	1.602
19	Máximo alveolado superior de la muestra (ANSI ASTM C 290, ASTM C 758, MTC 2.280)	gr/cm <sup>3</sup>	2.870	2.870	1.470	2.470	1.470
20	Gravímetro con arena (ANSI ASTM C 290)	gr	4.86	4.844	5.05	4.81	4.72
21	Peso específico bulk del agregado fino (ANSI ASTM C 127, ASTM C 758, MTC 2.280)	gr/cm <sup>3</sup>	2.842	2.842	1.492	2.842	2.842
22	Peso específico aparente del agregado fino (ANSI ASTM C 127, ASTM C 758, MTC 2.280)	gr/cm <sup>3</sup>	2.886	2.886	1.488	2.886	2.886
23	Peso específico aparente del agregado grueso (ANSI ASTM C 127, ASTM C 758, MTC 2.280)	gr/cm <sup>3</sup>	2.886	2.886	1.488	2.886	2.886
24	Alfara máxima por la muestra (ANSI ASTM C 290, ASTM C 758, MTC 2.280)	gr	3.08	2.85	2.02	2.88	2.88
25	Gravímetro con agregado fino (ANSI ASTM C 290, ASTM C 758, MTC 2.280)	gr	88.21	88.20	88.20	88.21	88.21
26	Gravímetro con agregado grueso (ANSI ASTM C 290, ASTM C 758, MTC 2.280)	gr	8.20	8.48	5.90	8.10	8.28
27	Gravímetro con agregado grueso (ANSI ASTM C 290, ASTM C 758, MTC 2.280)	gr	35.99	35.99	15.00	8.10	8.48
28	Alfara máxima (ANSI ASTM C 290, ASTM C 758, MTC 2.280)	gr	2.54	2.54	1.34	2.54	2.54
29	Alfara máxima (ANSI ASTM C 290, ASTM C 758, MTC 2.280)	gr	54.88	51.78	35.48	79.70	71.81
30	Estabilidad de cambio de color de calce en el agua	gr	208	208	208	208	208
31	Gravímetro con agregado fino	gr	1.12	1.11	1.14	1.14	1.13
32	Estabilidad de cambio de color	gr	1.075	1.075	1.075	1.075	1.075
33	Alfara de la muestra	gr	17	17	17	17	17
34	Alfara	gr	9.48	8.30	8.38	7.87	7.87
35	Alfara (Estabilidad de cambio de color)	gr	307	308	308	308	308

USAT  
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TOMAS DE MOCHEVO  
Escuela de Ingeniería Civil  
Laboratorio de Geotecnia, Caminos y Diseños

USAT  
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TOMAS DE MOCHEVO  
Escuela de Ingeniería Civil  
Laboratorio de Geotecnia, Caminos y Diseños



**DISTRIBUCIÓN DE CONCRETO ARMADO**  
**METODO MARIQUIL - ASTM D 4081-BASTO T-265**

**TESE** : "Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de masas de hormón en estado de fragua (ambientes)".

**CANTERA** : Río Tarma - Persefón

**TIPO DE** : Albari (otro) Concreto Normal

Grava (tamado 3/4")	47%
Grava (tamado 1/2")	50%
Concreto (Pulv)	3%

Peso de Muestra	1981.3
Peso de C.A.	913.3
Peso del Concreto	15
Peso Total de la Muestra de Fragua	2100

**COMPOSICIÓN DE LOS MATERIALES**

Materia	% Muestra	% (Muestra)
A. Grava Tamada	47.00	46.88
B. Grava	52.40	52.22
C. C.A.	1	0.99

% Que Pasa al Tamado							
1"	3/4"	3/8"	3/16"	1/8"	1/16"	1/32"	1/64"
100	87.3	72.9	52.4	4.3	18.3	11.1	6.3
100	87	73	52	4	18	11	6

Nº	Descripción de la Prueba	U	1	2	3	4	5	Prueba
1	C.A. en peso de la muestra	%	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	
2	N. de grava retenida en tamado de la muestra (tamado 3/4")	%	44.93	44.93	44.93	44.93	44.93	
3	N. de grava retenida en tamado de la muestra (tamado 1/2")	%	45.12	45.12	45.12	45.12	45.12	
4	N. de grava en peso de muestra (tamado 3/4") en masa (kg)	%	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	
5	Peso específico aparente de cemento en fragua	gr/cm³	1.521	1.520	1.520	1.521	1.521	
6	Peso específico Bulk de la grava (tamado 3/4") (ASTM C 128, AASHTO T 96, MTC E 260)	gr/cm³	1.564	1.563	1.563	1.564	1.564	
7	Peso específico aparente de la grava (tamado 3/4") (ASTM C 128, AASHTO T 96, MTC E 260)	gr/cm³	1.585	1.585	1.585	1.585	1.585	2.530
8	Peso específico Bulk de la arena (tamado 3/8") (ASTM C 128, AASHTO T 96, MTC E 260)	gr/cm³	1.583	1.583	1.583	1.583	1.583	
9	Peso específico aparente de la arena (tamado 3/8") (ASTM C 128, AASHTO T 96, MTC E 260)	gr/cm³	1.588	1.588	1.588	1.588	1.588	2.590
10	Peso específico aparente de la muestra (tamado 3/4") (ASTM C 128, AASHTO T 96, MTC E 260)	gr/cm³	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	
11	Alfabeto porcentual de la fragua	cm	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	
12	Peso de la fragua en el agua	gr	1160.84	1160.84	1160.84	1160.84	1160.84	
13	Peso de la fragua en el agua (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	gr	1164.71	1164.71	1164.71	1164.71	1164.71	
14	Peso de la fragua en el agua (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	gr	796.8	796.8	796.8	796.8	796.8	
15	Volumen de la fragua (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	cm³	558.72	558.72	558.72	558.72	558.72	
16	Peso aparente de la fragua (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	gr/cm³	2.477	2.477	2.477	2.477	2.477	2.900
17	Peso específico aparente de la muestra (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	gr/cm³	2.758	2.758	2.758	2.758	2.758	
18	Peso específico aparente de la muestra (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	gr/cm³	2.859	2.859	2.859	2.859	2.859	
19	N. de vacíos en el agua (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	%	9.79	9.79	9.79	9.79	9.79	9.84
20	Peso específico aparente del agregado (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	gr/cm³	2.856	2.856	2.856	2.856	2.856	
21	Peso específico aparente del agregado (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	gr/cm³	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	
22	Peso específico aparente del agregado (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	gr/cm³	3.830	3.830	3.830	3.830	3.830	
23	Alfabeto porcentual en el agregado (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	%	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88	
24	N. de vacíos del agregado (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	%	87.17	86.94	87.17	86.68	87.08	
25	N. de vacíos del agregado (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	%	9.04	9.08	9.05	9.11	9.06	
26	N. de vacíos del agregado (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	%	12.84	13.04	12.84	13.12	13.02	13.81
27	Alfabeto porcentual en el agua (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	%	1.41	1.42	1.40	1.41	1.41	
28	Alfabeto porcentual en el agua (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	%	23.68	23.44	23.76	23.35	23.81	23.81
29	Alfabeto porcentual en el agua (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	gr	1160	1160	1160	1160	1160	
30	Peso de la muestra (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	gr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
31	Alfabeto porcentual en el agua (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	gr	3370	3370	3370	3370	3370	3400
32	Alfabeto porcentual en el agua (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	gr	32	32	32	32	32	
33	Alfabeto porcentual en el agua (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	gr/cm³	8.13	8.13	8.64	7.52	8.11	
34	Alfabeto porcentual en el agua (agua destilada) (agua destilada) (agua destilada)	gr/cm³	4375	4129	4132	4340	4175	4188



Henry  
 Rodríguez  
 Obispo  
 Ing. Civil  
 USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MORGUEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA  
ENSAYO RMC AASHTO T - 309 ASTM D-2941

TESIS : "Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo-Lambayeque".

CARRERA : Tres Torres - Ferrobafé

TESISTA : Eliana Esther Ceruño de Nino

PORCENTAJE DE ASPALTO	4%	4.5%	5%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	729	729	729	729	729
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2340	2349	2349	2349	2348
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (01)	2599	2611	2598	2601	2628
4.- PESO DEL FRASCO + BALANZA + AGUA	3261.0	3478.0	3995.0	3549.0	3979.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	892	1167	1187	1458	1251
6.- AGUA DESPLAZADA (2)-(4)	300	438	452	468	521
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.940	2.666	2.631	3.116	2.401



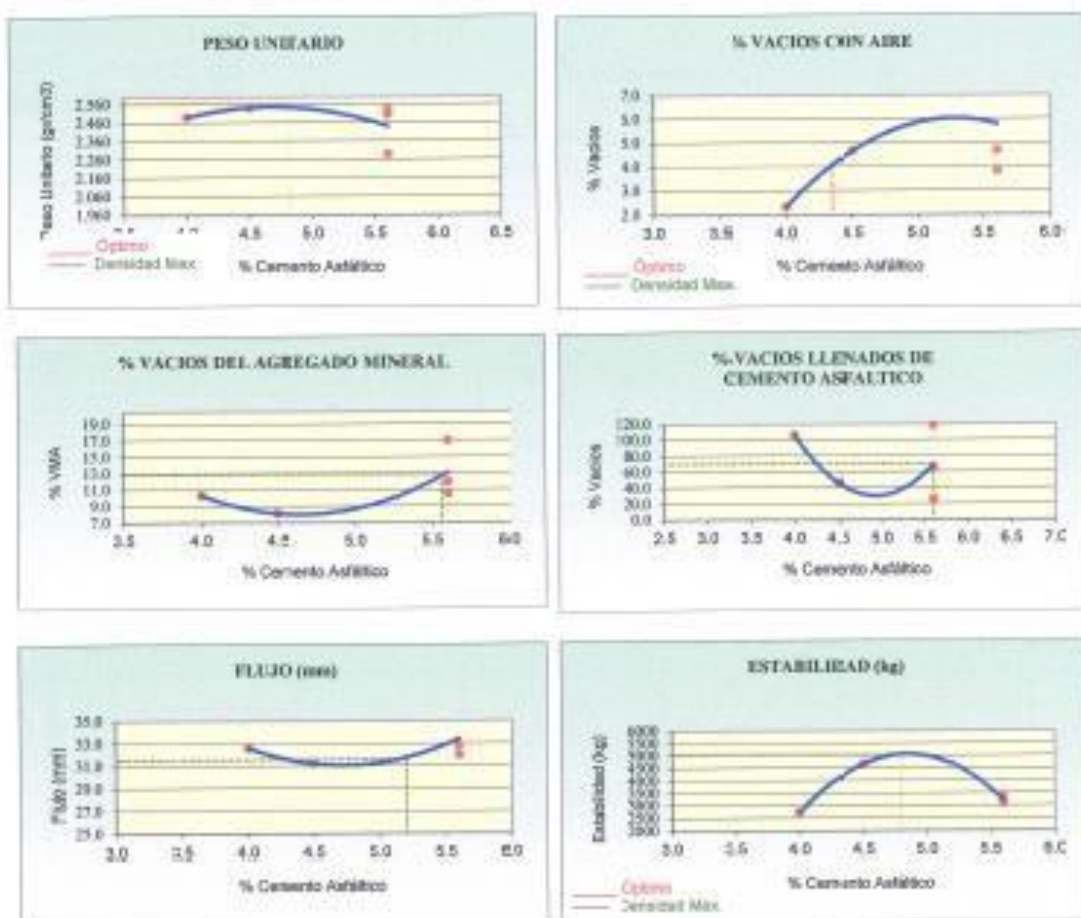


## REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHC T - 245

TITULO : "Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades Físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo-Lambayeque".

CANTERA : Tres Torres - Ferreñafe  
TIENDA : Ekane Escher Caruajulla Navarrete



RESULTADOS	
Optimo Contenido C.A	4.7
Peso Unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	2.565
Vacios (%)	4.00
Vacios del Agregado mineral (%)	12.89
Vacios Llenados de C.A (%)	70.90
Flujo (mm)	30.03
Estabilidad (kg)	5000
Relación Rollo Asfalto	0.75

Nota: El Optimo de Cemento Asfáltico se obtiene del Peso unitario, Vacios al aire y Estabilidad.

Henry  
Bisodoneanu  
Oblitos  
USAT



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS

NYC E104 - ASTM C136 - AASHTO T27

**TÍTULO:** Influencia de la humedad de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chélfen (Peruense)  
**ESCUELA:** Ingeniería Civil  
**CARRERA:** Tercer Trimestre - Persepolis  
 Píldora: La Victoria  
**TESISTA:** Glorie Esther Canajigua Nazarete

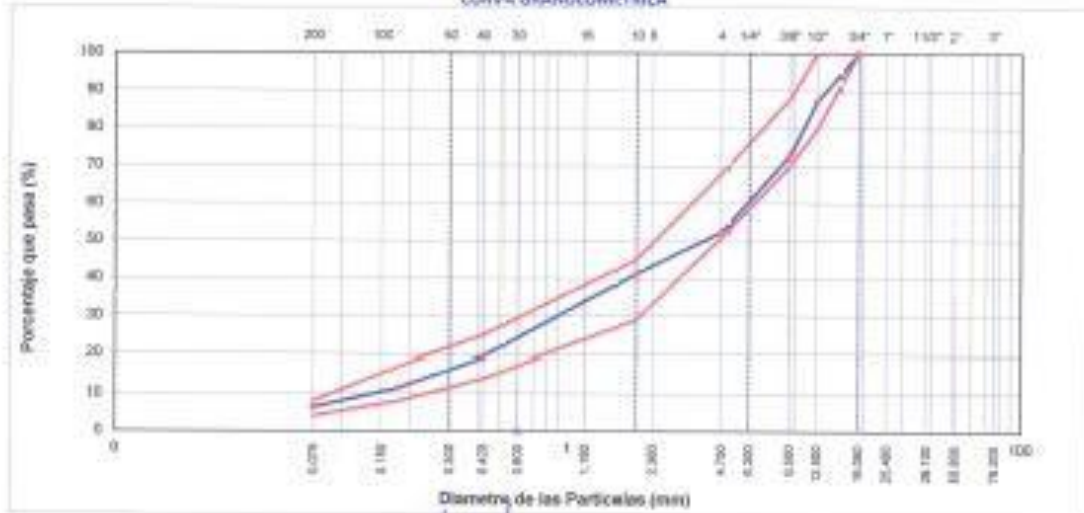
**DATOS DE DISEÑO**

Grava Chiselada 3/4"	80%
Grava Chiselada 1/2"	99%
Grava (Pied)	2%
Vidrio Molido	8%

TAMAÑO MÁXIMO: 3/4"  
 Peso inicial seco: 4000 g

TAMÑO	ARBITRARIO	PESO	PORCENTAJES		PORCENTAJE	ESPECIFICACION	OBSERVACION DE LA MUESTRA
	(g)		RETENIDO	RETENIDO			
3"	76,300					VAC-2	
3/4"	19,000	0			100.0	00 100	
1/2"	12,500	170	22.8	22.8	87.3	07 85	
3/8"	8,500	575	34.4	27.1	72.8	03 77	
Nº 4	4,750	819	20.3	47.6	52.4	40 56	
Nº 10	2,000	321.0	11.1	56.7	41.3	20 45	Observación
Nº 40	0.425	1099.7	21.7	80.5	18.5	29 25	
Nº 60	0.250	180.1	8.1	88.6	11.4	0 17	
Nº 200	0.075	248.0	3.1	95.7	6.3	+ 8	
< Nº 200	FONDOS	803.2	6.3	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



*[Signature]*  
 Glorie Esther Canajigua Nazarete  
 Ing. Civil  
 USAT







UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENGRUPOS



INDICACIONES DE CONCRETO ARMADO  
 METODO MARSHALL - K270 - O 208 ARIETH Y 342

TÍTULO: "Influencia de la incorporación de fibras en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente (Caldas)"  
 LUGAR: Lambayeque  
 FACULTAD: Ingeniería Civil  
 CARRERA: Tercer Trimestre - Inicialmente  
 PROFESOR: Wilson La Victoria  
 TEMA: Bases Pavimentación Asfáltica

Área Cubierta (M <sup>2</sup> )	400
Área Cubierta (M <sup>2</sup> )	390
Cemento (Kg)	30

Peso de Muestra	1411.3
Peso de C.A.	57.5
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1583.8

Material	% Mezcla	% Diseño
A. Arena Finísima	47.48	45.40
B. Arena	51.48	47.18
C. Fibras	1	7.42

% Que Pasa al Tambo						
2"	4"	7.5"	12"	19"	25"	37.5"
100	87.3	51.9	52.4	41.3	38.3	31.9
100	85-100	75-88	51-68	35-51	27-38	15-27

Nº	Descripción de la Prueba	U	1	2	3	Prom.
1	Índice de la prueba	U	4.5	4.1	4.5	
2	S. de arena 4.75 mm o mayor	%	49.45	49.98	49.48	
3	S. de arena 75 micras o mayor	%	47.23	47.18	47.20	
4	S. de arena 150 micras o mayor	%	2.91	3.26	3.08	
5	Plus específica superior de cemento 4250 kg	gr/cm	1.833	1.620	1.631	
6	Plus específica inferior de la arena (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	gr/cm	2.504	2.524	2.514	
7	Plus específica superior de la arena (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	gr/cm	2.585	2.565	2.575	2.581
8	Plus específica inferior de la arena (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	gr/cm	2.583	2.582	2.582	
9	Plus específica superior de la arena (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	gr/cm	2.586	2.586	2.586	2.586
10	Plus específica superior del 20%	gr/cm	1.47	1.47	1.47	
11	Índice preliminar de la prueba	gr	8.89	8.28	8.7	
12	Plus de la prueba preliminar	gr	1381	1336	1358.5	
13	Plus de la prueba preliminar	gr	1380	1336	1358.5	
14	Plus de la prueba preliminar	gr	892.3	880	876.2	
15	Volumen de la muestra (24.2)	m <sup>3</sup>	467.86	475	466.3	
16	Plus específica superior de la arena (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	gr/cm	1.603	1.612	1.607	1.607
17	Plus específica inferior de la arena (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	gr/cm	2.548	2.548	2.548	
18	Índice preliminar de la prueba (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	gr/cm	1.488	1.488	1.488	
19	Índice preliminar de la prueba (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	%	4.99	5.25	5.12	5.12
20	Plus específica superior de la arena (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	gr/cm	2.625	2.625	2.625	
21	Plus específica superior de la arena (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	gr/cm	2.685	2.685	2.685	
22	Plus específica superior de la arena (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	gr/cm	2.713	2.713	2.713	
23	Plus específica superior de la arena (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	%	1.41	1.41	1.41	
24	Índice preliminar de la prueba (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	%	81.56	81.46	81.51	
25	Índice preliminar de la prueba (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	%	7.92	7.49	7.71	
26	Índice preliminar de la prueba (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	%	13.44	13.18	13.31	13.31
27	Índice preliminar de la prueba (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	%	3.23	3.23	3.23	
28	Índice preliminar de la prueba (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	%	49.28	50.72	50.00	50.00
29	Índice preliminar de la prueba (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	gr	1358	1340	1349	
30	Índice preliminar de la prueba (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	gr	1357	1336	1346	1346
31	Índice preliminar de la prueba (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	gr	49	36	42	42
32	Índice preliminar de la prueba (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	m <sup>3</sup>	13.83	13.18	13.51	
33	Índice preliminar de la prueba (4.75, 7.5, 12.5, 19, 25, 37.5 mm)	m <sup>3</sup>	2451	2541	2496	2497

  
 Henry Rivasonegro  
 Docente  
 Tel. Laboratorio USAT  
 USAT

USAT

  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 Tumbes, Perú



INDICACION DE CONCRETO ARMADO  
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTM-T-245

**UBO:** "Influencia de los microorganismos de agua en las propiedades físico-mecánicas de masas asfálticas en caliente, Chichayo Lambayeque"

**ESCUELA:** Ingeniería Civil

**CARRERA:** Ingeniería Civil

**EDIFICIO:** La Victoria

**TUBERIA:** Alameda Carlos Manuel

Grasa Calentada (1/2")	40%
Grasa Calentada (1/4")	50%
Carbón (1/8")	1%

Peso de Arena	1405.5
Peso de C.A	75.5
Peso del Grapo	12
Peso Total de la Muestra Asfáltica	1500

	20%	50%	75%
	3.75	7.5	11.25
Agregado	11.25	12.5	18.75
Carbón	35.75	21.5	11.25

Medida	De Arena	De Graso
A	47.80	54.00
B	51.40	51.00
C	1	9.58

% Granos Paso al Tambo							
F"	5/8"	1/2"	3/8"	NO.4	NO.10	NO.20	NO.30
	100	81.3	12.8	54.4	46.3	12.3	5.4
	100	85-100	70-80	62-68	58-62	17-20	8-17

	F	1	1	2	Prms.
1. Número de frías	6	3	1	2	
2. C.A. en peso de la muestra	6	5.8	5.6	5.9	
3. T <sub>1</sub> de agua saturado en peso de la muestra (según 40)	6	44.81	44.00	44.51	
4. T <sub>2</sub> de arena saturado en peso de agregado (40)	6	45.89	45.00	45.39	
5. T <sub>3</sub> de 100 en peso de masa (según 400 para masa 1000)	6	2.83	2.83	2.83	
6. Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cm <sup>3</sup>	1.333	1.333	1.333	
7. Peso específico bulk de la grava (40) (ASTM C 127, AASTM T 88, MSC F 206)	gr/cm <sup>3</sup>	2.584	2.500	2.584	
8. Peso específico aparente de la grava (40) (ASTM C 127, AASTM T 88, MSC F 206)	gr/cm <sup>3</sup>	2.585	2.505	2.585	2.545
9. Peso específico bulk de la arena (40) (ASTM C 128, AASTM T 84, MSC F 207)	gr/cm <sup>3</sup>	2.581	2.500	2.581	
10. Peso específico aparente de la arena (40) (ASTM C 128, AASTM T 84, MSC F 207)	gr/cm <sup>3</sup>	2.580	2.500	2.580	2.540
11. Peso específico aparente del filler	gr/cm <sup>3</sup>	1.57	1.51	1.57	
12. Agua presente de los áridos	gr	6.200	6.41	6.446	
13. Agua de la frías en arena	gr	1.233	1.286	1.233	
14. Agua de la frías en el agua	gr	1.261	1.267	1.263	
15. Agua de la frías en el agua 20 °C	gr	885.2	881	883.0	
16. Volumen de la frías 24.13	cm <sup>3</sup>	476	476	536.0	
17. Agua absorbida de la frías (40) (ASTM D 2708, MSC F 314)	gr/cm <sup>3</sup>	2.426	2.460	2.440	2.440
18. Agua específica del agua absorbida (40) (ASTM D 2041, AASTM T 2308, MSC F 308)	gr/cm <sup>3</sup>	2.553	2.513	2.510	
19. Volumen aparente total de los agregados (1000/2.513) = 397.93 cm <sup>3</sup>	gr/cm <sup>3</sup>	2.448	2.449	2.448	
20. T <sub>4</sub> de arena (según 40) (ASTM C 128)	gr	4.39	5.20	5.10	5.20
21. Agua específica bulk del agregado (40) (ASTM C 127) = 1478.18 gr/cm <sup>3</sup>	gr/cm <sup>3</sup>	2.682	2.613	2.682	
22. Agua específica aparente del agregado total (1000/2.682) = 372.86 cm <sup>3</sup>	gr/cm <sup>3</sup>	2.688	2.688	2.688	
23. Agua específica aparente del agregado total (40) (ASTM C 127) = 2.773 gr/cm <sup>3</sup>	gr/cm <sup>3</sup>	2.773	2.773	2.773	
24. Agua absorbida por el agregado total (1000-372.86) = 627.14 gr/cm <sup>3</sup>	gr	1.80	1.81	1.81	
25. T <sub>5</sub> del agua del agregado / volumen de arena frías (40) (1000/550)	gr	85.83	85.20	84.20	
26. T <sub>6</sub> del volumen de agua absorbida / volumen de la frías (1000/550)	gr	8.12	8.1	8.05	
27. T <sub>7</sub> del agua del agregado absorbida (1000/550)	gr	24.17	24.94	25.30	24.28
28. T <sub>8</sub> del agua absorbida / peso de la muestra (1-1440) (1000/550)	gr	3.39	3.34	3.44	
29. T <sub>9</sub> del agua absorbida (1000/550)	gr	85.18	84.68	87.25	84.4
30. Densidad del concreto (debe ser inferior al de arena)	kg	2380	2380	2380	
31. Factor de estabilidad		1.14	1.14	0.90	
32. Densidad corregida (1700)	kg	2674	2600	2688	2688
33. Volumen de (1400") (15/0.800)	cm <sup>3</sup>	30	30	26	30
34. T <sub>10</sub> (100)	(100)	8.12	8.14	8.05	
35. Método Marshall/Torque	cm <sup>3</sup>	1280	983	920	878

Hon. y  
 M. Sc.   
 Otilio  
 Lic. LABORATORIO  
 USAT

LABORATORIO DE GEOLOGIA, CAMINOS Y ENSAYOS  
  
 TECNICO DE LABORATORIO



**DOFICACION DE CONCRETO ARMADO**  
**INSTRUMENTACION - APTN - 0303 ARISTOTEL 305**

**TEMA:** "Influencia de las propiedades de fibra en las propiedades físicas mecánicas de mezclas de concreto armado, (Diseño Lambdabeta)"  
**DOCENTE:** Ingeiería Civil  
**CATEDRA:** Bos Torres - Fernández  
Rojas - Le Hincian  
**TEMAS:** Estructa Feller Castañeda Navarro

Grava (Densidad 124°)	40%
Arena (Densidad 124°)	50%
Cemento (P&C)	2%

Peso de Muestra	1432.5
Peso de C.A.	20.5
Peso del Cemento	25
Peso Total de la muestra utilizada	1500

Material	Indicada	Reemplazada
A Grava (Densidad)	61.68	60.83
B Arena	51.40	49.21
C Fibra	1	0.85

% Que Pasa al Tambo						
1"	3/4"	1/2"	3/8"	20#	40#	60#
100	87.3	52.9	30.4	41.3	28.9	11.9
100	60-100	71-88	81-88	89-92	97-98	9-17

<b>PROB</b>
<b>ESPECIFICACIONES</b> 95

	M	E	S	P	Procc
1. Índice de fraguado					
2. E.A. en peso en la mezcla	78	5.0	5.8	5.4	
3. E. de peso (Efectividad) peso de la mezcla (propor. P&C)	78	44.39	44.36	44.91	
4. E. de pesos combinados en peso de la mezcla (propor. P&C)	78	45.12	45.22	45.33	
5. E. de fibra en peso (densidad) (densidad 124° para media 4000)	78	0.20	0.18	0.18	
6. Peso específico aparente de cemento aglutino	g/cm <sup>3</sup>	2.818	2.822	2.824	
7. Peso específico bulk de la grava (ASTM C 127, AASHTO T 95, NTC 2 200)	g/cm <sup>3</sup>	2.524	2.524	2.524	
8. Peso específico aparente de la arena (ASTM C 127, AASHTO T 95, NTC 2 200)	g/cm <sup>3</sup>	2.585	2.585	2.585	2.585
9. Peso específico bulk de la arena (ASTM C 128, AASHTO T 98, NTC 2 200)	g/cm <sup>3</sup>	2.580	2.580	2.580	
10. Peso específico aparente de la arena (ASTM C 128, AASHTO T 98, NTC 2 200)	g/cm <sup>3</sup>	2.588	2.588	2.588	2.588
11. Peso específico aparente de fibra	g/cm <sup>3</sup>	1.41	1.41	1.41	
12. Método promedio de distribución	mm	8.412	8.22	8.77	
13. Peso de la fibra en peso real de aire	g	1308	1188	1173.8	
14. Peso de la fibra en peso aparente superior (en peso)	g	1402	1264	1250.8	
15. Peso de la fibra en peso en agua	g	889.0	888	882.8	
16. Índice de la fibra 14-15	c.c	500	584	488.8	
17. Peso unitario de la fibra (ASTM D 2128, NTC 2 104)	g/cm <sup>3</sup>	2.464	2.171	1.481	2.000
18. Peso específico bulk de la arena (ASTM C 127, AASHTO T 95, NTC 2 200)	g/cm <sup>3</sup>	2.541	2.541	2.541	
19. Método promedio (Método de fibra) (ASTM C 128, AASHTO T 98, NTC 2 200)	g/cm <sup>3</sup>	2.499	2.499	2.499	
20. Método promedio (Método de fibra) (ASTM C 128, AASHTO T 98, NTC 2 200)	g	5.41	6.41	5.41	5.81
21. Peso específico bulk de la fibra (ASTM D 2128, NTC 2 104)	g/cm <sup>3</sup>	2.496	2.496	2.496	
22. Peso específico aparente de la fibra (ASTM D 2128, NTC 2 104)	g/cm <sup>3</sup>	2.702	2.702	2.702	
23. Peso específico aparente de la fibra (ASTM D 2128, NTC 2 104)	g/cm <sup>3</sup>	2.758	2.758	2.758	
24. Índice de la fibra (Método de fibra) (ASTM D 2128, NTC 2 104)	g	1.44	1.44	1.44	
25. Índice de la fibra (Método de fibra) (ASTM D 2128, NTC 2 104)	g	94.58	83.78	84.51	
26. Índice de la fibra (Método de fibra) (ASTM D 2128, NTC 2 104)	g	13.51	8.89	9.05	
27. Índice de la fibra (Método de fibra) (ASTM D 2128, NTC 2 104)	g	15.42	16.49	15.48	15.80
28. Índice de la fibra (Método de fibra) (ASTM D 2128, NTC 2 104)	g	4.31	4.31	4.31	
29. Índice de la fibra (Método de fibra) (ASTM D 2128, NTC 2 104)	g	88.80	88.80	88.80	88.12
30. Eficiencia de la fibra (Método de fibra) (ASTM D 2128, NTC 2 104)	kg	3867	3183	3061	
31. Factor de estabilidad		1.84	1.04	1.08	
32. Eficiencia de la fibra (Método de fibra) (ASTM D 2128, NTC 2 104)	kg	3774	2980	2990	3450
33. Índice de la fibra (Método de fibra) (ASTM D 2128, NTC 2 104)	g	33	32	32	34
34. Índice de la fibra (Método de fibra) (ASTM D 2128, NTC 2 104)	g	8.33	8.12	8.48	
35. Índice de la fibra (Método de fibra) (ASTM D 2128, NTC 2 104)	g	1879	1880	1871	1880



*[Handwritten Signature]*  
Henry  
Ingeniero  
Civil  
Bos Torres  
USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MORGUELO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CIMENTOS Y ENGRANES



DOSIFICACION DE CONCRETO ARMADO
METODO MARSHALL - ASTM - D 2688 METHOD T. 302

TITULO: Influencia de las proporciones de vidrio en las propiedades fisico-mecanicas de morteros aditivados con cenizas volantes (Cenizas Landuyaypur)
CICLO: Ingeneria Civil
CARRERA: Top. Civil - Arequipa
PBIAS: La Victoria
INSTITUTO: Obra Civil Construcciones Asesoria

Table with 2 columns: Item, Quantity. Rows include: Arena (400), Arena Chistada (386), Cemento (85)

Table with 2 columns: Item, Quantity. Rows include: Pasa de 10mm (120), Pasa de 4.75 (80), Pasa del Cernido (15), Pasa Total Arena (150), Arena Asesoria (150)

Table with 3 columns: Material, % Masa, % Volumen. Rows include: Arena (41.58, 44.33), Arena (51.58, 48.08), Vidrio (0, 0.02)

Table with 10 columns: S, S/2, S/4, S/8, S/16, S/32, S/64, S/128, S/256, S/512. Row 1: 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125, 1.5625, 0.78125, 0.390625, 0.1953125

Main table with 5 columns: Item, Unit, S, S/2, S/4, S/8, Pprom. Rows include: Material de la mezcla, C.A. en peso de la mezcla, W/C, etc.



Handwritten signature and official stamp of Henry Escobar Obispo, Director of the Laboratory



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



UNIDAD ESPECÍFICA DE ANÁLISIS SITUACIONAL  
ENSAYO N.º 1 ANILTO T - 219 ASTM D - 2043

TEMA : "Influencia de los microesferos de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de masas asfálticas en caliente, Chiclayo-Lambayeque".  
ESCUELA : Ingeniería Civil  
CANTERA : Bec Tomas - Ferrofale  
Pérego - La Victoria  
TESISTA : Diana Esther Canajula Navarrete

PORCENTAJE DE ASFALTO	4%	4.5%	5%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	729	728	728	725	729
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2748	2748	2749	2749	2749
3.- DIFERENCIA DE PESO (04) - (1)	2019	2020	2021	2024	2020
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3411.0	3452.0	3459.0	3495.0	3482.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	3099	3207	3267	3340	3321
6.- AGUA DESPLAZADA (2)-(3)	433	474	457	491	518
PESO ESPECIFICO INICIAL DE LA MUESTRA (5)/(6)	7.529	7.948	7.998	7.541	7.550

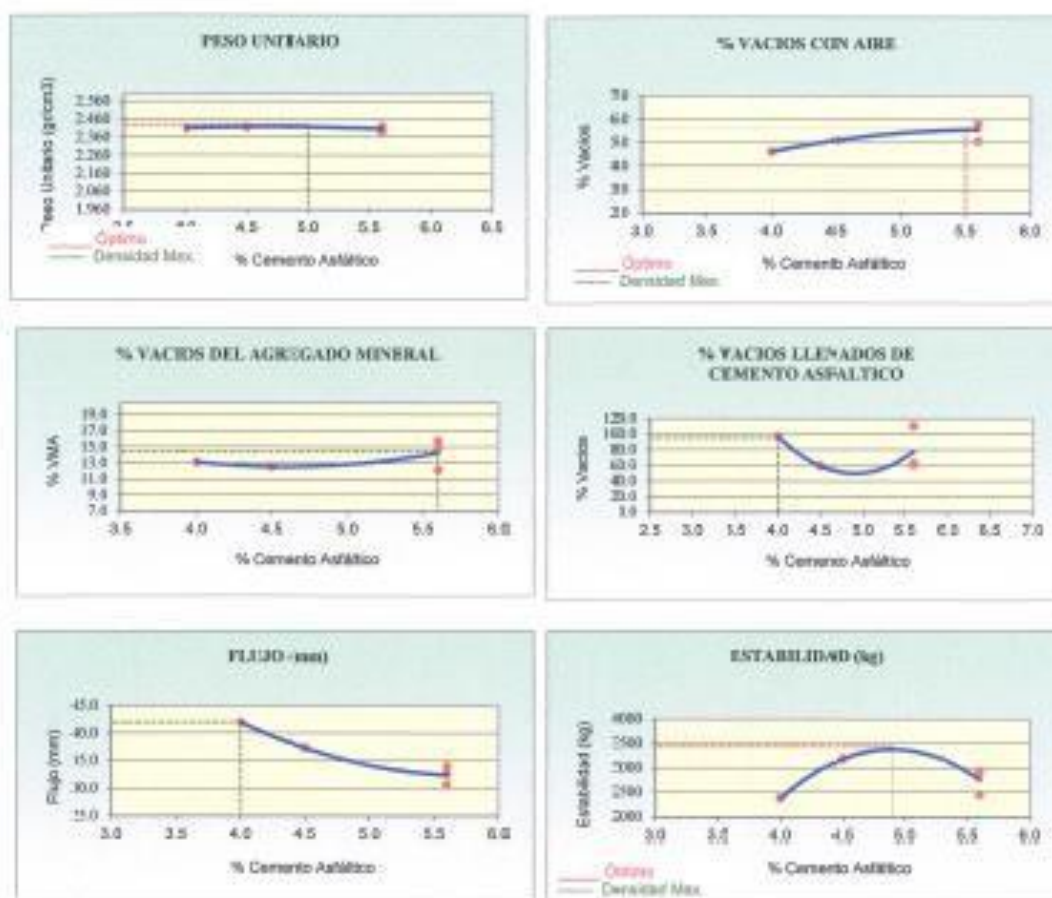




### REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D-1559 AASTHO T-248

**TEMAS:** "Influencia de las microsferas de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo-Lambayeque".  
**ESCUELA:** Ingeniería Civil  
**CATEDRA:** Tres Tomas - Ferrofeste  
**TEMATA:** Eliane Esther Carvajal Navarrete



RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	5.1
Peso Unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	2.430
Vacios (%)	5.60
Vacios del Agregado mineral (%)	14.50
Vacios Llenados de C.A (%)	95.00
Flujo (mm)	10.67
Estabilidad (Kg)	3440
Relación Pélvulo Asfalto	0.81

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

Henry  
Mantua  
Obispo  
USAT



### ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

MTC 8204 - ASTM C136 - AASHTO T27

**TEMA:** Influencia de las microfibras de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente. Chacayo-Lantigua et al.  
**ESCUELA:** Ingeniería Civil  
**CANTON:** Tira Soria - femaleño  
 Páez - La Victoria  
**TESISTA:** Eliana Esther Cervantes Navarrete

**DATOS DE DISEÑO**

Grava Chancada 3/4"	40%
Alcova Chancada 3/4"	50%
Comesto (Filer)	1%
Resina Asfáltica	0%

TAMAÑO MAXIMO : 5/8"  
 Peso - humedad seca : 4000 g

TAMIZ	AASHTO T 27 (mm)	PERO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2"	25.200					MAC - 2	
3/4"	18.200	0			100.0	80 - 100	
1/2"	12.500	91.0	12.8	12.8	87.3	17 - 85	
3/8"	9.500	97.0	14.4	27.1	72.9	10 - 77	
Nº 4	4.750	99.0	20.5	47.6	52.4	15 - 54	
Nº 20	0.850	99.0	11.1	58.7	41.3	25 - 45	Observado
Nº 40	0.425	99.7	21.7	80.3	18.3	14 - 28	
Nº 60	0.250	99.7	8.2	88.6	11.4	8 - 17	
Nº 200	0.075	100.0	3.1	93.7	6.3	4 - 8	
< Nº 200	FONDO	301.0	6.3	100.0			





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROBEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y DRENAJOS



DEFINICIÓN DE CONCEPTOS ANALÍTICOS  
 MÉTODO MARRASILL - ASTM D 1556 MÉTODOS 1-3B

**TÍTULO:** Influencia de las propiedades de control en las propiedades físicas mecánicas de masas de tierra en estado crítico (Chileno - Argentina)  
**ESCUELA:** Ingeniería Civil  
**CARRERA:** Ingeniería Civil  
**PAÍS:** Chile - La Serena  
**TEMA:** Estructuras de Contorno Retentivas

Grava (Gravado) 50%	40%	Grava de Montaña 100%	100%
Grava (Gravado) 10%	10%	Grava de T.S. 30%	100%
Gravado 0.0%	0%	Grava del Llanero 1%	1%
		Grava de la zona de Montaña volcánica 100%	100%

Muestra	N. Muestra	N. Muestra
B Grava 1 (Gravado)	41.00	40.70
B Grava	71.00	66.70
C Grava	1	7.10

N. Tipo Base al Termino								
C	AC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC
100	41.0	71.0	66.7	40.7	20.0	20.0	20.0	20.0
100	20.0	71.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0

N.	Descripción	F	S	Z	W	Pres.
1	Grava 1 (Gravado)	0	10	4.0	4.0	
2	Grava 10%	0	10.70	10.70	10.70	
3	Grava 0.0%	0	40.70	40.70	40.70	
4	Grava de Montaña	0	100	100	100	
5	Grava de T.S.	0	30	30	30	100
6	Grava del Llanero	0	1	1	1	100
7	Grava de la zona de Montaña volcánica	0	100	100	100	100
8	Grava de la zona de Montaña volcánica (T.S.)	0	30	30	30	100
9	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
10	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
11	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
12	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
13	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
14	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
15	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
16	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
17	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
18	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
19	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
20	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
21	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
22	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
23	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
24	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
25	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
26	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
27	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
28	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
29	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
30	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
31	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
32	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
33	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
34	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
35	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
36	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
37	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
38	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
39	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
40	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100
41	Grava de la zona de Montaña volcánica (Llanero)	0	1	1	1	100





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



COMPONEN DE CONCRETO ARMADO  
METODO MAXIMAL - ASTM - D 1585 ANEXO T-303

TEMA : Influencia de las propiedades de video en las propiedades físico-mecánicas de morteros aditivados en caliente, Chichay-Lambayecan  
 ESCUELA : Ingeniería Civil  
 CARRERA : Tres Torres - Ferreñafe  
 PLAZA : La Victoria  
 TERCER : Oscar Solter, Carolina Rosendo

Grava Chichayca 1.25"	40%
Grava Chichayca 1.18"	50%
Gravilla 0.075"	1%

Peso de la muestra	1417.5
Peso de C.A.	87.5
Peso del cemento	11
Peso Toribio la Muestra Aditivada	1500

Materia	Medida	% Densidad
A Arena 1.18"	17.40	61.38
B Arena 1.18"	11.40	41.18
C Arena	1	1.57

C. Coeficiente de Tensión						
T	1/4"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 3/4"
100	87.5	7.0	54.4	44.4	29.5	14.4
100	80 - 100	70 - 80	51 - 60	40 - 50	27 - 35	8 - 15

Módulo	30000000000
--------	-------------

	1"	3"	2"	3"	Pront.
1. Número de la muestra	50	4.5	4.5	4.5	
2. C.A. en peso de la muestra	50	45.46	45.46	45.46	
3. H. de grava Chichayca en peso de la muestra (grava #4)	50	41.38	41.38	41.38	
4. H. de arena Chichayca en peso de la muestra (arena #4)	50	2.90	2.90	2.90	
5. H. de arena Chichayca en peso de la muestra (arena #20)	50	1.00	1.00	1.00	
6. Peso específico aparente de cemento en seco	gc/cm	1.520	1.520	1.520	
7. Peso específico bulk de la grava (ASTM C 127, ASTM C 87, ASTM C 293)	gc/cm	2.584	2.584	2.584	
8. Peso específico aparente de la grava (ASTM C 127, ASTM C 87, ASTM C 293)	gc/cm	1.580	1.580	1.580	1.580
9. Peso específico bulk de la arena (ASTM C 128, ASTM C 88, ASTM C 293)	gc/cm	1.581	1.581	1.581	
10. Peso específico aparente de la arena (ASTM C 128, ASTM C 88, ASTM C 293)	gc/cm	1.586	1.586	1.586	1.586
11. Peso específico aparente del agua	gc/cm	1.47	1.47	1.47	
12. Agua presente de la muestra	cm	6.80	6.80	6.7	
13. Peso de la muestra en seco	gc	1285	1285	1285.0	
14. Peso de la muestra acuosa superplastificante seco	gc	1871	1867	1871.0	
15. Peso de la muestra en agua	gc	227.3	226	227.0	
16. Volumen de la muestra	cc	150.0	150	150.0	
17. Peso unitario de la muestra (ASTM C 293, ASTM C 131)	gc/cm	1.516	1.516	1.515	1.515
18. Peso específico aparente (ASTM C 128, ASTM C 88, ASTM C 293)	gc/cm	1.580	1.580	1.580	
19. Índice de absorción de la muestra (ASTM C 128, ASTM C 88, ASTM C 293)	gc/cm	2.458	2.458	2.458	
20. Peso unitario en seco (ASTM C 293)	gc/cm	4.40	4.25	4.00	4.00
21. Peso específico bulk del agregado total (ASTM C 128, ASTM C 131)	gc/cm	2.612	2.628	2.612	
22. Peso específico aparente del agregado total (ASTM C 128, ASTM C 131)	gc/cm	2.603	2.602	2.601	
23. Peso específico aparente del agregado total (ASTM C 128, ASTM C 131)	gc/cm	2.658	2.658	2.658	
24. Módulo aparente por el agregado total (ASTM C 128, ASTM C 131)	gc	8.00	8.00	8.00	
25. Módulo del agregado / Volumen bruto de la muestra (ASTM C 131)	gc	86.40	86.10	85.00	
26. Módulo volumétrico de la muestra / volumen de la muestra (ASTM C 131)	gc	8.12	8.15	8.04	
27. Número del agregado total (ASTM C 131)	gc	12.58	12.80	14.94	14.14
28. Módulo aparente / peso de la muestra (ASTM C 131)	gc	3.94	3.94	3.94	
29. Índice de absorción (ASTM C 131)	gc	87.02	85.98	85.54	84.87
30. Resistencia del concreto (ASTM C 131)	kg	2389	2312	2358	
31. Factor de elasticidad	cm	1.00	1.00	1.04	
32. Resistencia del concreto (ASTM C 131)	kg	2500	2312	2358	2384
33. Límite de fluencia (ASTM C 131)	mm	52	50	52	50
34. Fluencia	mm	8.11	7.11	8.11	
35. Módulo de elasticidad / Tensión	cm/cm	1481	1465	1512	1503





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBERO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



COMPAÑON DE CONCRETO ARMADO  
 METODO BRIDGMAN - ASTM - D 2922 METODO T-245

**TITULO:** "Informe de los resultados de ensayo en las propiedades físico-mecánicas de macetas de concreto en estado de endurecimiento".  
**DOCENTE:** Ingeniero Civil  
**CARRERA:** Ingeniería Civil  
**SEMESTRE:** V  
**TEMA:** Obras Cívicas - Construcción

Grava Charcoal 3/4"	40%
Grava Charcoal 1/2"	50%
Cemento (P&S)	10%

Peso de Muestra	1200 g
Peso de C.C.	75 g
Peso del Contenedor	15
Peso Total de la Muestra Asfáltica	1300

	20%	30%	10%
	5.7%	7.5%	13.2%
<b>Gravas</b>	11.2%	12.1%	53.7%
<b>Cemento</b>	11.7%	22.5%	11.2%

Material	% Muestra	% Desecho
A Grava Fracción	47.80	44.50
B Arena	51.40	45.00
C Agua	1	9.50

% Que PASA EL TAMBO							
2"	3/4"	1/2"	3/8"	20#	15#	10#	75#
100	87.5	73.9	52.4	41.3	35.5	31.4	6.3
100	89.10	75.00	51.00	34.12	27.20	20.17	7.8

<b>Muestra</b>
<b>Especificaciones PER</b>

Nº	Descripción	1	2	3	4	Pres.
1	Número de Ensayos	4	3	3	3	
2	C.A. en peso de la muestra	0	1.8	1.8	1.5	
3	% de arena del ensayo en peso de la muestra (según PER)	0	44.93	44.93	44.93	
4	% de arena combinada en peso de muestra (según PER)	0	45.93	45.93	45.93	
5	% de agua en peso de muestra (según PER para mezcla 4000)	0	3.81	3.81	3.81	
6	Peso específico aparente de cemento (g/cm³)	3.150	3.150	3.150	3.150	
7	Peso específico (Bul) de la grava (M&E ASTM C 127, ASTM E 855, SEC 2.208)	2.650	2.650	2.650	2.650	
8	Peso específico Aparente de la grava (M&E ASTM C 127, ASTM E 855, SEC 2.208)	2.580	2.580	2.580	2.580	2.080
9	Peso específico (Bul) de la arena (M&E ASTM C 128, ASTM E 855, SEC 2.208)	2.680	2.680	2.680	2.680	
10	Peso específico Aparente de la arena (M&E ASTM C 128, ASTM E 855, SEC 2.208)	2.580	2.580	2.580	2.580	2.080
11	Peso específico aparente del agua	0.998	0.998	0.998	0.998	
12	Módulo promedio de la grava	0.000	0.000	0.000	0.000	
13	Peso de la muestra en el agua	20	1070	1070	1070	
14	Peso de la muestra saturado según normas PER	20	1080	1070	1080	
15	Peso de la muestra en el agua	20	891.2	891	891.0	
16	Indicador de la grava	14-15	0	0	0	
17	Peso específico (Bul) de la grava (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	2.650	2.650	2.650	2.650	2.080
18	Peso específico (Bul) de la arena (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	2.680	2.680	2.680	2.680	
19	Módulo promedio teórico de las agregadas (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	2.448	2.448	2.448	2.448	
20	% de arena en peso (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	0	4.66	5.96	5.84	5.35
21	Peso específico (Bul) del Agregado Total (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	2.550	2.550	2.550	2.550	
22	Peso específico Aparente del agregado total (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	2.528	2.528	2.528	2.528	
23	Peso específico aparente del agregado total (Bul) (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	2.550	2.550	2.550	2.550	
24	Gravidad aparente del agregado total (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	0	1.90	3.00	1.70	
25	% del agua del Agregado / Volumen Bruto de la Grava (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	0	85.68	85.38	85.76	
26	% del volumen de agua del agregado / volumen de la arena (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	0	8.50	8.68	8.48	
27	% vacíos del agregado mineral (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	0	14.36	14.54	15.24	14.87%
28	Gravidad aparente / peso de la muestra (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	0	4.66	4.96	4.88	
29	Indicador de la grava (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	0	16.35	17.21	17.88	16.83%
30	Indicador de la arena (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	0	10.52	10.76	10.62	
31	Indicador de la arena (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	0	1.07	1.09	1.04	
32	Indicador de la arena (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	0	1.78	1.90	1.94	1.83%
33	Indicador de la arena (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	0	87	88	88	88
34	Indicador de la arena (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	0	8.40	8.18	8.38	
35	Indicador de la arena (M&E ASTM E 855, SEC 2.208)	0	2.80	2.80	2.80	2.80%



Henry  
 Obispo  
 Ing. Laboratorio  
 USAT



ENSAYOS DE CONCRETO ARMADO  
MÉTODO MADRID - ASTM - E 1198 ASTM 1 - 01

TÍTULO: "Influencia de las propiedades de voladura en las propiedades físicas-mecánicas de masas de concreto armado en columnas, Chilevo-Lambayeque"

ESCUELA: Ingeniería Civil

CATEDRA: Vías Terrestres - Ferrovial

PROFESOR: La Victoria

TECNOLOGÍA: Obras Civiles Carreteras Nacionales

Densidad Característica (20°C)	80%
Densidad Característica (15°C)	85%
Contenido (Fibra)	4%

Peso de la muestra	1.081,5
Peso de C.A.	83,3
Peso del hormigón	15
Peso Total de la muestra utilizada	1.180

Material	% en peso	% Volumen
Cemento Triaxonal	47,80	64,30
Arena	31,90	46,12
C. Fibras	2	0,30

% Que Pasa el Tambo									
2"	3/4"	1/2"	3/8"	3/16"	1/4"	3/32"	1/8"	1/16"	7/64"
100	83,3	73,9	52,4	41,3	35,5	18,4	8,3		
100	80-100	70-80	50-55	34-50	17-20	8-17	4-8		

Módulo	
Especificaciones FIB	

	g	g	g	g	Procc.
1	1.081,5				
2	83,3	7,6	5,8	5,5	
3	44,3	4,0	3,0	2,8	
4	23,9	2,1	1,5	1,4	
5	15,5	1,4	1,0	0,9	
6	10,8	0,9	0,7	0,6	
7	7,6	0,7	0,5	0,4	
8	5,8	0,5	0,4	0,3	
9	4,1	0,4	0,3	0,2	
10	3,0	0,3	0,2	0,1	
11	2,1	0,2	0,1	0,1	
12	1,5	0,1	0,1	0,1	
13	1,0	0,1	0,1	0,1	
14	0,7	0,1	0,1	0,1	
15	0,5	0,1	0,1	0,1	
16	0,4	0,1	0,1	0,1	
17	0,3	0,1	0,1	0,1	
18	0,2	0,1	0,1	0,1	
19	0,1	0,1	0,1	0,1	
20	0,1	0,1	0,1	0,1	
21	0,1	0,1	0,1	0,1	
22	0,1	0,1	0,1	0,1	
23	0,1	0,1	0,1	0,1	
24	0,1	0,1	0,1	0,1	
25	0,1	0,1	0,1	0,1	
26	0,1	0,1	0,1	0,1	
27	0,1	0,1	0,1	0,1	
28	0,1	0,1	0,1	0,1	
29	0,1	0,1	0,1	0,1	
30	0,1	0,1	0,1	0,1	
31	0,1	0,1	0,1	0,1	
32	0,1	0,1	0,1	0,1	
33	0,1	0,1	0,1	0,1	
34	0,1	0,1	0,1	0,1	
35	0,1	0,1	0,1	0,1	
36	0,1	0,1	0,1	0,1	
37	0,1	0,1	0,1	0,1	
38	0,1	0,1	0,1	0,1	
39	0,1	0,1	0,1	0,1	
40	0,1	0,1	0,1	0,1	
41	0,1	0,1	0,1	0,1	
42	0,1	0,1	0,1	0,1	
43	0,1	0,1	0,1	0,1	
44	0,1	0,1	0,1	0,1	
45	0,1	0,1	0,1	0,1	
46	0,1	0,1	0,1	0,1	
47	0,1	0,1	0,1	0,1	
48	0,1	0,1	0,1	0,1	
49	0,1	0,1	0,1	0,1	
50	0,1	0,1	0,1	0,1	
51	0,1	0,1	0,1	0,1	
52	0,1	0,1	0,1	0,1	
53	0,1	0,1	0,1	0,1	
54	0,1	0,1	0,1	0,1	
55	0,1	0,1	0,1	0,1	
56	0,1	0,1	0,1	0,1	
57	0,1	0,1	0,1	0,1	
58	0,1	0,1	0,1	0,1	
59	0,1	0,1	0,1	0,1	
60	0,1	0,1	0,1	0,1	
61	0,1	0,1	0,1	0,1	
62	0,1	0,1	0,1	0,1	
63	0,1	0,1	0,1	0,1	
64	0,1	0,1	0,1	0,1	
65	0,1	0,1	0,1	0,1	
66	0,1	0,1	0,1	0,1	
67	0,1	0,1	0,1	0,1	
68	0,1	0,1	0,1	0,1	
69	0,1	0,1	0,1	0,1	
70	0,1	0,1	0,1	0,1	
71	0,1	0,1	0,1	0,1	
72	0,1	0,1	0,1	0,1	
73	0,1	0,1	0,1	0,1	
74	0,1	0,1	0,1	0,1	
75	0,1	0,1	0,1	0,1	
76	0,1	0,1	0,1	0,1	
77	0,1	0,1	0,1	0,1	
78	0,1	0,1	0,1	0,1	
79	0,1	0,1	0,1	0,1	
80	0,1	0,1	0,1	0,1	
81	0,1	0,1	0,1	0,1	
82	0,1	0,1	0,1	0,1	
83	0,1	0,1	0,1	0,1	
84	0,1	0,1	0,1	0,1	
85	0,1	0,1	0,1	0,1	
86	0,1	0,1	0,1	0,1	
87	0,1	0,1	0,1	0,1	
88	0,1	0,1	0,1	0,1	
89	0,1	0,1	0,1	0,1	
90	0,1	0,1	0,1	0,1	
91	0,1	0,1	0,1	0,1	
92	0,1	0,1	0,1	0,1	
93	0,1	0,1	0,1	0,1	
94	0,1	0,1	0,1	0,1	
95	0,1	0,1	0,1	0,1	
96	0,1	0,1	0,1	0,1	
97	0,1	0,1	0,1	0,1	
98	0,1	0,1	0,1	0,1	
99	0,1	0,1	0,1	0,1	
100	0,1	0,1	0,1	0,1	





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MODOVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTADO  
 METODO MARSHALL - 825M - C 225B ASFALTO T 300

TITULO: "Influencia de las propiedades de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente. Diseño: andabarro"  
 ESCUELA: Ingeniería Civil  
 CARRERA: Tercer Tronco - Geotecnia  
 PRACTICA: La Victoria  
 TERCERA: Maria Esther Carrasquillo Novati

Grava (Granada 147)	40%
Grava (Granada 147)	30%
Gravilla (19)	30%

Peso de Arena	100
Peso de C.A.	30
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	135

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava (Granada)	47.40	44.00
B Arena	51.48	48.00
C Filler	1	7.00

% Que Pasa al Tambo								
2"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº20	Nº40	Nº60
100	87.3	73.9	52.4	46.3	35.3	21.4	8.1	3.1
100	80.300	70.38	51.405	46.34	37.38	21.7	8.1	3.1

Módulo	
Especificaciones	20

	g	l	kg	g	ppm
1 Material de Engrudo					
2 C.A. en peso de la mezcla	g	5.6	5.1	5.6	
3 N. de arena (Diseño en peso de la mezcla) (peso 40)	g	44.50	44.33	44.53	
4 N. de arena (Diseño en peso de mezcla) (peso 40)	g	46.00	45.80	46.00	
5 N. de filler en peso de mezcla (Diseño) (peso 40) (100)	g	0.47	0.37	0.37	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	g/cm <sup>3</sup>	2.510	2.010	1.833	
7 Peso específico bulk de la grava (447) (407M C 147, 443(47) 40, MTC F 200)	g/cm <sup>3</sup>	2.504	2.504	2.504	
8 Peso específico aparente de la grava (447) (407M C 147, 443(47) 40, MTC F 200)	g/cm <sup>3</sup>	2.503	2.503	2.503	2.503
9 Peso específico bulk de la gravilla (19) (407M C 120, 443(19) 300, MTC F 200)	g/cm <sup>3</sup>	2.503	2.503	2.503	
10 Peso específico aparente de la gravilla (19) (407M C 120, 443(19) 300, MTC F 200)	g/cm <sup>3</sup>	2.500	2.500	2.500	2.500
11 Peso específico aparente del agua	g/cm <sup>3</sup>	1.00	1.00	1.00	
12 Módulo gravimétrico de la grava	cm	6.391	6.318	6.398	
13 Peso de la grava en el aire	g	2350	1180	2007.8	
14 Peso de la grava en el agua (superficie) (200)	g	2350	1178	2011.8	
15 Peso de la grava en el agua (20 C)	g	235.0	118	204.2	
16 Volumen de la grava (20 C)	cm <sup>3</sup>	471	450	456.0	
17 Peso aparente de la grava (447) (407M C 147, MTC F 200)	g/cm <sup>3</sup>	2.471	2.395	2.401	2.401
18 Peso específico bulk de la arena (19) (407M C 120, 443(19) 300, MTC F 200)	g/cm <sup>3</sup>	2.504	2.504	2.504	
19 Módulo gravimétrico de la gravilla (19) (407M C 120, 443(19) 300, MTC F 200)	cm	1.095	1.075	1.095	
20 Módulo gravimétrico de la arena (19) (407M C 120, 443(19) 300, MTC F 200)	g	4.23	3.48	3.10	4.30
21 Peso específico bulk del agregado total (190.3(47)147(40)40(10))	g/cm <sup>3</sup>	2.376	2.376	2.376	
22 Peso aparente del agregado total (190.3(47)147(40)40(10))	g/cm <sup>3</sup>	2.428	2.420	2.428	
23 Peso específico aparente del agregado total (190.3(47)147(40)40(10))	g/cm <sup>3</sup>	2.376	2.376	2.376	
24 Módulo gravimétrico del agregado total (190.3(47)147(40)40(10)) (407M C 147, MTC F 200)	g	3.31	3.31	3.31	
25 Módulo gravimétrico del agregado / volumen de la grava (20 C) (200)	g	88.05	86.34	87.12	
26 Módulo gravimétrico del agregado / volumen de la grava (190.3(47)147(40)40(10))	g	7.71	7.61	7.61	
27 Módulo gravimétrico del agregado (200)	g	11.05	11.05	12.97	12.84
28 Módulo gravimétrico / peso de la mezcla (200) (190.3(47)147(40)40(10))	g	3.35	3.25	3.30	
29 Densidad teórica (200) (190.3(47)147(40)40(10))	g	84.58	84.29	84.31	103.05
30 Densidad real (200) (190.3(47)147(40)40(10))	g	104	104	104	
31 Factor de estabilidad	g	3.14	3.04	3.10	
32 Densidad compactada (200)	g	1002	1000	1000	1000
33 Índice de Absorción (200) (190.3(47)147(40)40(10))	g	34	34	34	34
34 Índice	cm	8.64	8.50	8.54	
35 Índice de estabilidad (200)	cm	4404	4390	4390	4390



*[Handwritten signature]*  
 Henry  
 Rodríguez  
 Obispo  
 No. Laboratorio  
 1042  
 USAT  
 Universidad Católica  
 Santo Toribio de Modavejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECÍFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO: RICE AASHITO T - 209 ASTM D - 2041

TEMA : "Influencia de los microesferas de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chileyo-Lambayese"

ESCUELA : Ingeniería Civil

CARRERA : Tres Torres - Ferntaldea

SEDE : Pisco - La Victoria

TESISTA : Klara Esther Carrasquilla Navarrete

POCENTAJE DE ASFALTO	4%	4.5%	5%	5.5%	6.0%
1- PESO DEL FRASCO	729	729	729	729	729
2- PESO DEL FRASCO + AGUA	2749	2749	2749	2749	2749
3- DIFERENCIA DEL PESO (2) - (1)	2020	2020	2020	2020	2020
4- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	5301.0	5305.0	5408.0	5446.0	5470.0
5- PESO NETO DE LA MUESTRA	802	1267	1087	1188	1191
6- AGUA DESPLAZADA: (3) - (5)	1218	853	933	832	829
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO DE LA MUESTRA: (5)/(6)	2.634	2.900	2.549	2.911	2.534





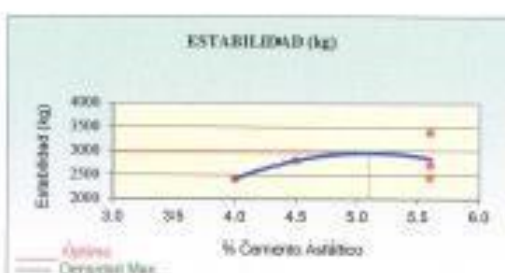
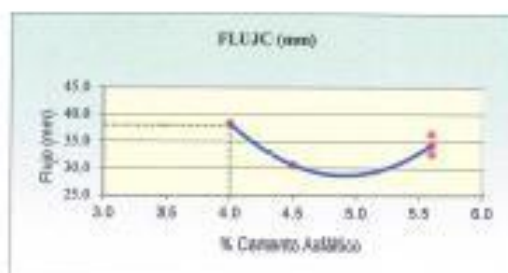
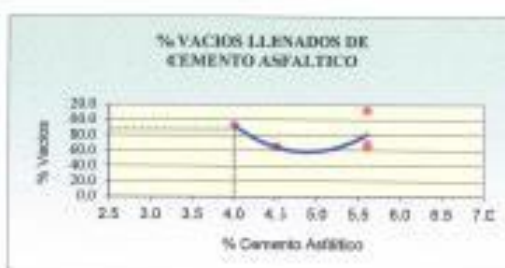
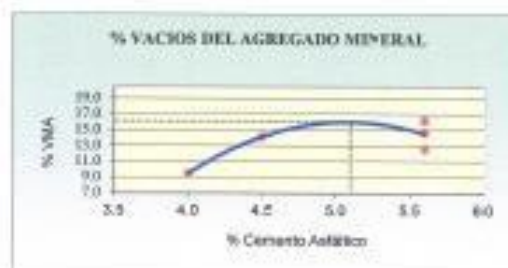
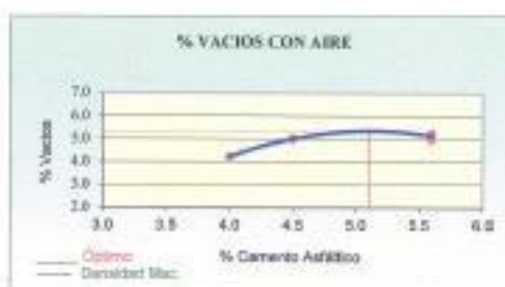
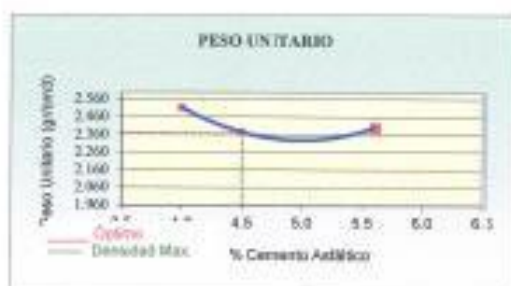
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



### REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

TEMA : "Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo-Lamayeque".  
 ESCUELA : Ingeniería Civil  
 CANTERA : Tercer Torneo - Ferretazo  
 TEMISTA : Eliane Esther Carvajal Navarrete



RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	4.9
Peso Unitario [gr/cm <sup>3</sup> ]	2.287
Vacios [%]	5.30
Vacios del Agregado mineral [%]	16.1
Vacios Llenados de C.A [%]	88.00
Flujo (mm)	29.65
Estabilidad (Kg)	2980
Relación Polvo Asfáltico	0.78

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





**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS**

MTC 8204 - ASTM C136 - AASHTO T27

**TESIS:** "Influencia de los microelementos de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de morteros cementicios en celdas, Chiclayo-Lambayeque".  
**ESCUELA:** Ingeniería Civil  
**CANTERA:** Tesis Tercer - Paralelo  
 Filial: La Victoria  
**TESISTA:** Eliane Esther Casapalca Naranjo

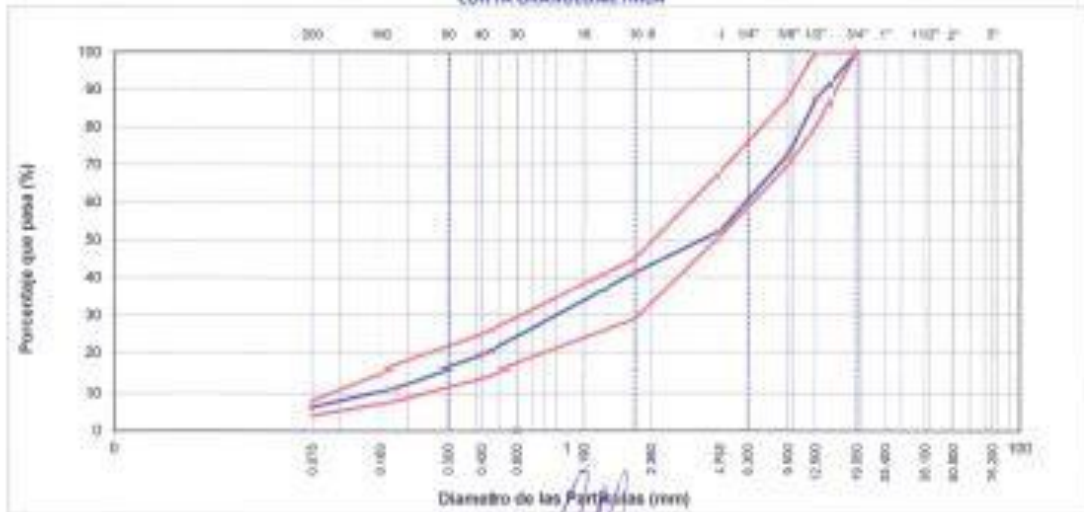
**DATOS DE DISEÑO**

Grava Chicaado 3/4"	80%
Grava Chicaado 1/2"	55%
Cemento (Med)	25
Vista Mueles	8%

TAMUÑO MAXIMO : 3/4"  
 Peso inicial seco : 4000 g

TAMUÑO	Grava Chicaado (mm)	PESEO	POBENTALE	RETENIDO	POBENTALE	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	mm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
1"	25.400					MAC - 2	
3/4"	19.000	8			100.0	80 100	
1/2"	12.500	54.0	12.8	12.8	87.5	87 85	
3/8"	9.500	57.5	14.4	27.1	72.9	80 77	
Nº 4	4.750	61.8	20.5	47.6	52.4	85 54	
Nº 10	2.000	63.0	11.1	58.7	41.5	20 45	Observación:
Nº 40	0.425	68.7	23.7	80.5	19.5	14 25	
Nº 60	0.250	67.1	8.1	88.6	11.4	8 12	
Nº 200	0.075	74.0	5.1	93.7	6.3	4 8	
<Nº 200	FONDO	80.2	6.3	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



*[Signature]*  
 Janny Rivas  
 Oficina Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MORDUELO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



IDENTIFICACION DE RESULTADO DE ENsayO  
SECCION MARCIAL - GTCM - 0100 AMF001 - 000

TIPO: "Evaluación de la resistencia de edificación de propiedades Específicas de los tipos de suelos utilizados en edificios. (Código de identificación)"  
REGISTRO: Ingeniería Civil  
CARRERA: Civil - Ingeniería  
MATERIA: Mecánica de Suelos

Alcaldía (Código)	001
Centro Educativo (Código)	001
Código de Materia	001

Curso de Estudios	001
Programa de Estudio	001
Plan de Estudios	001
Modalidad	001

Modalidad	Número de Sillas	Número de Alumnos
A	15	15
B	15	15
C	15	15

SECCION DE RESULTADOS								
Nº	SECCION	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º
100	001	100	100	100	100	100	100	100

Nº	DESCRIPCION DE LA PRUEBA	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	Prom.
1	Resistencia de la muestra	0	0	0	0	0	0	0	0
2	CC, en peso de la muestra	0	45.20	45.20	45.20	45.20	45.20	45.20	45.20
3	W, en peso de la muestra en seco de la muestra (peso H <sub>2</sub> O)	0	45.20	45.20	45.20	45.20	45.20	45.20	45.20
4	W, en peso de la muestra (peso H <sub>2</sub> O) en el momento de la prueba	0	45.20	45.20	45.20	45.20	45.20	45.20	45.20
5	W, en peso de la muestra (peso H <sub>2</sub> O) en el momento de la prueba	0	45.20	45.20	45.20	45.20	45.20	45.20	45.20
6	Peso específico aparente en seco (γ <sub>d</sub> )	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
7	Peso específico aparente en saturación (γ <sub>sat</sub> )	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
8	Peso específico aparente en saturación (γ <sub>sat</sub> )	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
9	Peso específico aparente en saturación (γ <sub>sat</sub> )	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
10	Peso específico aparente en saturación (γ <sub>sat</sub> )	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
11	Peso específico aparente en saturación (γ <sub>sat</sub> )	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
12	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	Índice de plasticidad (I <sub>p</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Handwritten signature and stamp of the laboratory technician.

Handwritten signature and stamp of the laboratory technician, with the USAT logo.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MORGUEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMBIOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO AGUATICO  
METODO MARSHALL - ASTM - D 4834 A27317 - EN

- TESIS** : Influencia de las microfibras de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas edilicias en caliente, Chaitán Lambayague
- ESCUELA** : Ingeniería Civil
- CATEDRA** : Tes. Tercera - Tercer año
- TEMAS** : Mallas - La Historia
- TEMAS** : Bases Teóricas Calculos Normativos

Grasa Comestible 1/4"	80%
Grasa Comestible 3/4"	80%
Comestible (Ester)	7%

Peso de Mezclas	1417.5
Peso de C.A	67.5
Peso del Cemento	35
Peso Total de la Mezcla Base	2000

Materia	% Mezcla	% (Mezcla)
A Grasa Termostata	47.00	46.40
B Grasa	51.00	47.38
C Malla	2	7.37

Si Que Para el Tamal									
1"	3/4"	1/2"	1/3"	1/4"	1/5"	1/6"	1/8"	1/10"	1/12"
100	97.3	79.5	52.4	48.9	38.5	31.4	23.3	17.2	11.3
100	85 - 100	55 - 68	31 - 48	28 - 32	17 - 28	8 - 12	4 - 5		

Malla	
Especificaciones: 80	

	4	1	2	5	Proces
1 Número de losques	4	1	2	5	
2 T.A. en peso de la mezcla	4	4.5	4.5	4.5	
3 S. de grava entera en peso de la mezcla (peso 48)	4	45.40	45.40	45.40	
4 S. de grava combinada en peso de mezcla (peso 48)	4	47.18	47.14	47.35	
5 S. de filler en peso de mezcla (peso 48) (con malla #20)	4	1.81	1.92	1.81	
6 Masa específica aparente de cemento aglutino	gr/cm <sup>3</sup>	1.833	1.829	1.833	
7 Masa específica bulk de la grava (total) (ASTM C 127, AASHTO T 96, MTC 2.00)	gr/cm <sup>3</sup>	2.505	2.508	2.504	
8 Masa específica aparente de la grava (total) (ASTM C 127, AASHTO T 96, MTC 2.00)	gr/cm <sup>3</sup>	2.565	2.562	2.565	2.568
9 Masa específica bulk de la arena (total) (ASTM C 128, AASHTO T 98, MTC 2.00)	gr/cm <sup>3</sup>	2.583	2.586	2.581	
10 Masa específica aparente de la arena (total) (ASTM C 128, AASHTO T 98, MTC 2.00)	gr/cm <sup>3</sup>	2.596	2.596	2.596	2.595
11 Masa específica aparente del filler	gr/cm <sup>3</sup>	1.47	1.47	1.47	
12 Factor promedio de los losques	cm	4.89	5.18	4.7	
13 Masa de la grava de el 48	gr	211.8	1276	1176.0	
14 Masa de la grava combinada específicamente 48	gr	219.0	148	1285.0	
15 Masa de la grava de el agua	gr	200.1	900	899.0	
16 Densidad de la losques	g/cm <sup>3</sup>	400.00	1.78	436.0	
17 Masa unitaria de la losques (ASTM D 2728, MTC 2.14)	gr/cm <sup>3</sup>	2.406	2.426	2.420	2.400
18 Masa específica real de losques (ASTM D 2041, AASHTO T 205, MTC 2.06)	gr/cm <sup>3</sup>	2.540	2.540	2.540	
19 Método de control de losques de los losques (ASTM D 2041, AASHTO T 205, MTC 2.06)	gr/cm <sup>3</sup>	2.400	2.450	1.860	
20 S. de agua por peso (ASTM D 2030)	%	5.51	5.18	4.99	5.39
21 Masa específica bulk del cemento (total) (ASTM C 127, AASHTO T 96, MTC 2.00)	gr/cm <sup>3</sup>	2.820	2.811	2.820	
22 Peso específico aparente del cemento (total) (ASTM C 127, AASHTO T 96, MTC 2.00)	gr/cm <sup>3</sup>	2.881	2.881	2.881	
23 Masa específica bulk del cemento (total) (ASTM C 127, AASHTO T 96, MTC 2.00)	gr/cm <sup>3</sup>	2.731	2.731	2.731	
24 Índice de absorción con el cemento (total) (ASTM C 127, AASHTO T 96, MTC 2.00)	%	1.28	1.30	1.30	
25 S. del vol del agregado / volumen de el losques (ASTM C 127)	%	46.37	36.96	47.48	
26 S. del volumen de volúmenes de el losques / volumen de losques (ASTM C 127)	%	7.51	7.90	7.50	
27 S. volúmenes de losques (total) (ASTM C 127)	%	13.83	13.30	13.52	13.88
28 Índice de absorción / peso de la mezcla (ASTM C 127)	%	3.02	3.13	3.02	
29 Absorción de losques (ASTM C 127)	%	37.89	36.71	40.39	38.38
30 Resistencia al cambio de volumen de losques de el agua	gr	2486	2770	2814	
31 Factor de estabilidad	gr	1.38	0.98	1.08	
32 Resistencia específica (ASTM)	gr	3914	3601	2995	2796
33 Densidad del concreto (ASTM / EN / 0.204)	gr/cm <sup>3</sup>	31	34	31	31
34 Fluencia	mm	0.38	0.04	0.19	
35 Absorción (Estabilidad / Fluencia)	mm	0.22	0.04	0.07	0.00

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MORGUEJO

USAT

Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMBIOS Y ENSAYOS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

Henry Rincón Córdova

USAT

Escuela de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMBIOS Y ENSAYOS



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, DAMNOS Y ENSAYOS



QUERENCIÓN DE CONCRETO ASFALTICO  
 METODO MURRIALL - ASTM - D 3698 AASTM D 106

**TITULO:** "Determinación de las interacciones de tráfico en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chocayo, Arequipa"  
**ESCUELA:** Ingeniería Civil  
**CARRERA:** Ingeniería Civil  
**PROFESOR:** Pineda - La Victoria  
**TEMA:** Tráfico Entero Computado base de datos

Grava (Chocayo) 124"	40%
Grava (Chocayo) 124"	50%
Gravilla (P&M)	10%
<b>TEMPO DE AGUAS EN EL AGUERO</b>	

Presión de Muestra	1.000.0
Presión de Cal	79.3 <b>3.7%</b>
Presión del Cemento	21
Presión Total de la Mezcla Asfáltica	2.000

	25%	50%	75%
	3.7%	7.4%	11.1%
Asfalto	11.1%	22.2%	33.3%
Cemento	33.3%	66.6%	99.9%

Material	% Material	% Gravel
A Grava (Chocayo)	42.50	44.50
B Grava	57.50	55.50
C Agua	0	0.00

% Que Pasa al Tambo							
1"	3/4"	3/8"	1/4"	1/16"	7/64"	1/32"	1/64"
100	81.2	12.6	5.4	+1.2	28.3	38.4	6.3
100	81.20	12.60	5.40	1.20	27.10	37.10	6.30

<b>Muestra</b>
<b>Disponibilidades: 80</b>

	#	1	2	3	Pres.
1	Gravilla de 124"	75	7.5	7.5	7.5
2	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
3	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
4	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
5	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
6	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
7	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
8	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
9	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
10	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
11	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
12	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
13	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
14	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
15	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
16	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
17	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
18	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
19	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
20	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
21	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
22	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
23	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
24	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
25	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
26	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
27	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
28	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
29	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
30	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
31	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
32	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
33	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
34	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
35	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
36	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
37	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
38	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
39	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
40	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
41	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
42	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
43	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
44	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
45	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
46	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
47	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
48	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
49	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
50	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
51	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
52	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
53	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
54	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
55	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
56	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
57	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
58	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
59	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
60	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
61	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
62	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
63	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
64	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
65	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
66	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
67	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
68	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
69	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
70	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
71	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
72	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
73	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
74	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07
75	Gravilla de 124"	75	45.81	91.62	44.07



Henry  
 Obillos  
 T.C. Laboratorio  
 USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMBIOS Y ENSAYOS



COMPACTADOR DE CONCRETO MASADO  
MÉTODO MARSHALL - ASTM D 1557 A11.01-13

**TÍTULO:** Influencia de las vibraciones en el diseño en el procedimiento para compactación de mezclas asfálticas en caliente, Chilecito, Lirichalvague.  
**ESCUELA:** Ingeniería Civil  
**CARRERA:** Tercer Curso - Ferrovial  
**PROFESOR:** La Victoria  
**TEMA:** El caso de Chile Carapalca-Soyote

Grava Chica de 14"	40%
Grava Chica de 10"	35%
Carbón #100	25%
<b>CEMENTO PORTLAND EN POLVO</b>	

Peso de muestra	1.851.3
Peso de C.A.	82.3 <b>10%</b>
Peso del Cemento	15
Peso 100% de la mezcla asfáltica	1.000

Material	% Grava	% Cemento
A Grava Fina	17.40	44.70
B Arena	71.40	45.22
C Filler	1	0.05

% Grava Paso al Tamal						
T	1/4"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"
	100	87.1	78.8	62.4	36.2	18.1
	100	89.320	79.88	61.65	38.72	17.28

<b>Módulo</b>
<b>Especificaciones FV8</b>

	A	B	C	D	Prueba
1. Proceso de la muestra					
2. C.A. en peso de la muestra	%	5.4	5.8	5.6	
3. % de grava de 14" en peso de la muestra (mayor 40)	%	44.93	44.81	44.93	
4. % de arena combinada en peso de muestra (menor 40)	%	45.22	45.22	45.22	
5. % de filler en peso de muestra (menor 60) con módulo 4000	%	3.39	3.39	3.39	
6. Peso específico aparente de cemento Portland	g/cm <sup>3</sup>	3.02	3.01	3.02	
7. Peso específico bulk de la grava (ASTM D 127, AASHTO T 95, SPT 1.296)	g/cm <sup>3</sup>	2.524	2.584	2.524	
8. Peso específico aparente de la grava (ASTM D 1557, AASHTO T 99, SPT 1.296)	g/cm <sup>3</sup>	2.595	2.583	2.595	2.595
9. Peso específico bulk de la arena (ASTM D 1557, AASHTO T 99, SPT 1.296)	g/cm <sup>3</sup>	2.685	2.683	2.685	
10. Peso específico aparente de la arena (ASTM D 1557, AASHTO T 99, SPT 1.296)	g/cm <sup>3</sup>	2.596	2.588	2.596	2.596
11. Peso específico aparente del filler	g/cm <sup>3</sup>	1.47	1.47	1.47	
12. Altura promedio de la muestra	cm	6.412	6.02	6.77	
13. Peso de la muestra en el molde	gr	1.095	1.061	1.069.0	
14. Peso de la muestra compactada superficialmente (ASTM D 1557)	gr	1.071	1.064	1.064.0	
15. Peso de la muestra en el molde	gr	1.059.9	892	902.0	
16. Volumen de la muestra (14 x 12)	cc	498	574	572.0	
17. Peso específico de la muestra (ASTM D 1557, AASHTO T 99, SPT 1.296)	g/cm <sup>3</sup>	2.420	2.498	2.499	2.498
18. Peso específico teórico (ASTM D 1557, AASHTO T 99, SPT 1.296)	g/cm <sup>3</sup>	2.938	2.938	2.938	
19. Volumen aparente teórico de los agregados (ASTM D 1557, AASHTO T 99, SPT 1.296)	g/cm <sup>3</sup>	2.418	2.499	2.499	
20. % de vacíos en aire (ASTM D 1557, AASHTO T 99, SPT 1.296)	%	5.15	5.88	5.36	5.88
21. Peso específico bulk de los agregados (ASTM D 1557, AASHTO T 99, SPT 1.296)	g/cm <sup>3</sup>	2.656	2.656	2.656	
22. Peso específico aparente del agregado total (ASTM D 1557, AASHTO T 99, SPT 1.296)	g/cm <sup>3</sup>	2.702	2.702	2.702	
23. Peso específico aparente del agregado total (ASTM D 1557, AASHTO T 99, SPT 1.296)	g/cm <sup>3</sup>	2.777	2.777	2.777	
24. Índice absorbente por el agua (ASTM D 1557, AASHTO T 99, SPT 1.296)	%	1.88	1.88	1.88	
25. % de vacíos del agregado (ASTM D 1557, AASHTO T 99, SPT 1.296)	%	10.15	10.47	10.15	
26. % de vacíos de todo el concreto / volumen de muestra (ASTM D 1557)	%	8.51	8.47	8.43	
27. % de vacíos del agregado en aire (ASTM D 1557)	%	14.85	15.33	15.76	15.42
28. Índice absorbente / peso de la muestra (ASTM D 1557)	%	4.88	4.98	4.88	
29. Rendimiento de la muestra (ASTM D 1557)	%	44.12	61.25	59.71	60.87
30. Resistencia de compresión (ASTM D 1557)	kg	1027	1031	1000	
31. Factor de estabilidad		1.84	1.91	1.86	
32. Especificación compactada (ASTM D 1557)	kg	1.068	1.034	1.034	1.034
33. Índice de resistencia (ASTM D 1557)	gr	88	88	88	88
34. Cemento	kg/cm <sup>3</sup>	0.24	0.04	0.07	
35. Rendimiento (ASTM D 1557)	kg/cm <sup>3</sup>	1.068	1.034	1.034	1.034





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOMBAYO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DETERMINACION DE CONCRETOS HABILITADOS  
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTM T - 091

**TITULO** : Influencia de las relaciones de agua en las propiedades físico-mecánicas de masas asfálticas en caliente, Chiriquí-Lambayega  
**ESCUELA** : Ingeniería Civil  
**CANTON** : San Marcos - Ferrocarril  
: Maguey - La Victoria  
**TEMA** : Obras Viales Carreteras Rurales

Grava Charada 3/4"	40%
Grava Charada 1/4"	35%
Concreto (1.00)	25%

Peso de muestra	1.000
Peso de C.A	38
Peso del concreto	15
Peso Total de la muestra asfáltica	1.000

Muestra	% Pasado	% Detenido
A No pasa 3/8" de malla	47.60	52.40
B 4/8" de malla	11.60	88.40
C 20"	1	99

% Que Pasa al Tamiz									
F"	1/4"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	5"
	100	81.2	70.8	53.4	41.3	32.5	23.4	13.4	6.2
	100	80 - 100	70 - 80	50 - 60	30 - 50	17 - 30	8 - 20	1 - 8	

Mixto  
Superficial 7/8"

Nº	Descripción de la Prueba	U	1	2	3	Form
1	Volúmen de la muestra	cc	1	0	0	
2	C.A. en peso de la muestra	%	3.8	3.8	3.8	
3	N. de grava 3/8" de malla en peso de la muestra (grava #4)	%	44.80	44.80	44.80	
4	N. de arena combinada en peso de la muestra (grava #20)	%	48.20	48.20	48.20	
5	N. de filler en peso de muestra (concreto 100) (peso muestra 1000)	%	0.47	0.47	0.47	
6	Peso específico aparente de concreto asfáltico	gr/cm <sup>3</sup>	2.833	2.833	2.833	
7	Peso específico Bulk de la grava (M&T M&T C 317, 4400707.66, MTC F 200)	gr/cm <sup>3</sup>	2.584	2.583	2.584	
8	Peso específico Aparente de la grava (M&T M&T C 317, 4400707.66, MTC F 200)	gr/cm <sup>3</sup>	2.580	2.580	2.580	2.580
9	Peso específico Bulk de la arena (M&T M&T C 318, 4400707.14, MTC F 200)	gr/cm <sup>3</sup>	2.583	2.583	2.583	
10	Peso específico Aparente de la arena (M&T M&T C 318, 4400707.14, MTC F 200)	gr/cm <sup>3</sup>	2.580	2.580	2.580	2.580
11	Peso específico aparente del filler	gr/cm <sup>3</sup>	1.47	1.47	1.47	
12	Volúmen gránulo de la muestra	cm <sup>3</sup>	6.353	6.353	6.353	
13	Volúmen de la muestra en el aire	cc	1312	1312	1312.8	
14	Volúmen de la muestra saturada superficialmente seco	cc	1318	1318	1318.8	
15	Volúmen de la muestra en el agua	cc	888.0	890	891.2	
16	Volúmen de la muestra - 14.31	cc	890	890	891.8	
17	Peso específico de la muestra (ASTM D 2708, MTC F 314)	gr/cm <sup>3</sup>	2.407	2.403	2.401	2.401
18	Peso específico teórico máximo (MTC F 314) (ASTM D 2708, MTC F 314)	gr/cm <sup>3</sup>	2.520	2.520	2.520	
19	Volúmen teórico máximo (MTC F 314) (ASTM D 2708, MTC F 314)	cc	1.295	1.295	1.295	
20	N. de vacíos con aire (ASTM D 1559, MTC F 300)	%	4.61	4.36	3.87	4.28
21	Peso específico Bulk del agregado total (ASTM D 1559, MTC F 300)	gr/cm <sup>3</sup>	2.578	2.578	2.578	
22	Peso específico Aparente del agregado total (ASTM D 1559, MTC F 300)	gr/cm <sup>3</sup>	2.620	2.620	2.620	
23	Peso específico efectivo del agregado total (ASTM D 1559, MTC F 300)	gr/cm <sup>3</sup>	2.795	2.795	2.795	
24	Volúmen teórico del agregado total (ASTM D 1559, MTC F 300)	%	2.45	2.45	2.45	
25	N. de vacíos agregados (Volúmen teórico de la muestra) (ASTM D 1559)	%	87.71	87.88	88.28	
26	N. de vacíos de los áridos efectivos (Volúmen teórico de la muestra) (ASTM D 1559)	%	7.81	7.81	7.81	
27	N. de vacíos del agregado (MTC F 314)	%	12.29	12.92	11.74	11.87
28	Volúmen teórico (peso de la muestra) (ASTM D 1559)	%	1.31	1.31	1.31	
29	Volúmen teórico (MTC F 300)	%	88.83	88.89	87.82	88.88
30	Volúmen teórico (Volúmen teórico de la muestra)	cc	1768	1768	1768	
31	Factor de estabilidad	dy	1.38	1.31	1.18	
32	Volúmen teórico (MTC F 314)	dy	2075	2043	2000	2060
33	Volúmen teórico (MTC F 314) (MTC F 300)	cc	34	38	32	31
34	Volúmen	cc	8.84	8.81	8.13	
35	Módulo de elasticidad, (MTC F 300)	cc	240	252	265	271.8





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA  
ENSAYO: RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2046

TEMA : "Influencia de las microfibras de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo-La Libertad"

ESCUELA : Ingeniería Civil

CATEDRA : Tres Fases - Ferriárate

: Níapo - La Victoria

TESISTA : Diana Esther Carrasquillo Irujo

PORCENTAJE DE ASFALTO	4%	4.5%	5%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL TRAZO	729	729	729	729	729
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2748	2748	2748	2748	2748
3.- DIFERENCIA DEL PESO (B) - (A)	2007	2260	2364	2401	2357
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3432.0	3508.0	3499.0	3446.0	3402.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1125	1245	1235	1195	1145
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	442	483	483	448	402
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.545	2.546	2.546	2.596	2.538





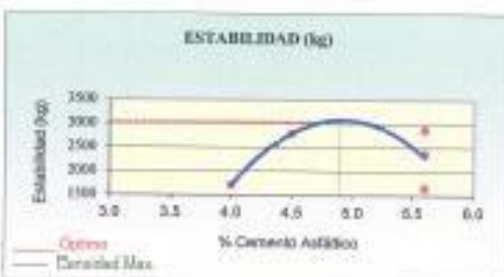
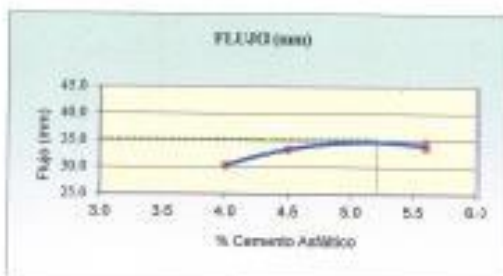
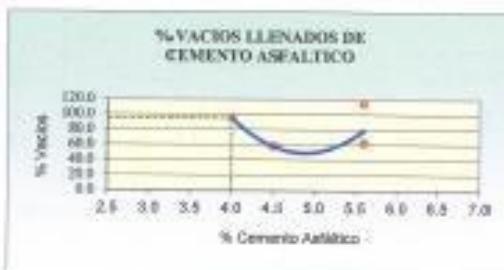
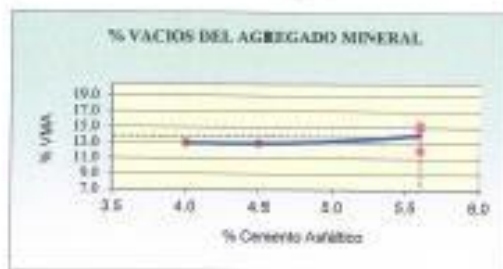
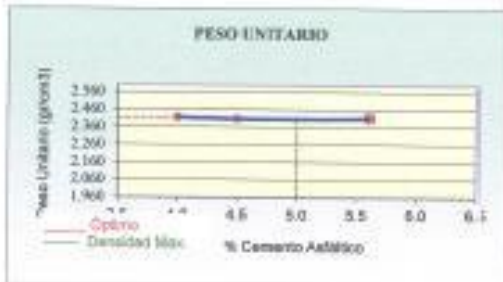
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO**

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 248

TESIS : "Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo-Lambayeque"  
 ESCUELA : Ingeniería Civil  
 CANTERA : Tres Torres - Ferretazo  
 TENSITA : Eliane Esther Caruajillo Navarrete



Nota: El Óptimo de Cemento Asfáltico se obtiene del Peso unitario, Vacíos y Estabilidad

RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A.	5.0
Peso Unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	2.418
Vacios (%)	5.52
Vacios del Agregado mineral (%)	13.80
Vacios Llenados de C.A (%)	95.00
Flujo (mm)	34.0
Estabilidad (Kg)	3040
Relación Polvo Asfalto	0.79

Herrera  
 Rosado  
 Obispo  
 USAT



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W																																															
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS</b>																																																																					
<b>MTG E204 - A57WC336 - AASHTO T27</b>																																																																					
1	TENS: Influencia de la humedad y del agua en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas al caliente, Chácharo-Lima/Perú.																																																																				
2	CANTERA: Tics Tarkas - Peruchillo																																																																				
3	TIERRA: Eltane Deter Cerujayca Novavente																																																																				
4	<b>DATOS DE DISEÑO</b>																																																																				
5	Grava Clasificada 3/4"		62%																																																																		
6	Arena Clasificada 3/4"		38%																																																																		
7	Tamaño Máximo: 3/4"																																																																				
8	Peso Inicial seco: 4000 g																																																																				
9	Observación: No se observó																																																																				
10	TAMPO		PESO		PORCENTAJE		RETENIDO		PORCENTAJE		SEPARACIÓN		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA																																																								
11			GRAMOS		RETENIDO		ACUMULADO		QUE PASA																																																												
12	4"		75.000		0				100.0		SNC-3																																																										
13	3/4"		20.000		0				100.0		90		100																																																								
14	3/2"		12.500		8.94		12.8		87.2		67		89																																																								
15	3/8"		6.300		5.70		14.4		72.9		60		77																																																								
16	Nº 4		4.750		3.99		20.9		52.4		43		54																																																								
17	Nº 10		2.000		1.91		35.1		36.7		28		40																																																								
18	Nº 40		3.750		1.026.7		21.7		18.5		24		20																																																								
19	Nº 60		3.175		1.07.1		8.3		11.4		9		17																																																								
20	Nº 200		0.250		145.0		9.3		6.3		4		8																																																								
21	Nº 300		FONDO		102.2		4.8		300.0																																																												
22	<b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b>																																																																				
23																																																																					
24	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <caption>Datos de la Curva Granulométrica</caption> <thead> <tr> <th>Diámetro (mm)</th> <th>Porcentaje que pasa (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.075</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.150</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.300</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.425</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.600</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.750</td><td>0</td></tr> <tr><td>1.180</td><td>0</td></tr> <tr><td>2.000</td><td>0</td></tr> <tr><td>4.750</td><td>8.94</td></tr> <tr><td>6.300</td><td>12.8</td></tr> <tr><td>8.000</td><td>14.4</td></tr> <tr><td>10.000</td><td>20.9</td></tr> <tr><td>12.500</td><td>21.7</td></tr> <tr><td>15.000</td><td>35.1</td></tr> <tr><td>20.000</td><td>36.7</td></tr> <tr><td>25.000</td><td>43</td></tr> <tr><td>30.000</td><td>40</td></tr> <tr><td>37.500</td><td>54</td></tr> <tr><td>47.500</td><td>57</td></tr> <tr><td>60.000</td><td>77</td></tr> <tr><td>75.000</td><td>89</td></tr> <tr><td>100.000</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>																							Diámetro (mm)	Porcentaje que pasa (%)	0.075	0	0.150	0	0.300	0	0.425	0	0.600	0	0.750	0	1.180	0	2.000	0	4.750	8.94	6.300	12.8	8.000	14.4	10.000	20.9	12.500	21.7	15.000	35.1	20.000	36.7	25.000	43	30.000	40	37.500	54	47.500	57	60.000	77	75.000	89	100.000	100
Diámetro (mm)	Porcentaje que pasa (%)																																																																				
0.075	0																																																																				
0.150	0																																																																				
0.300	0																																																																				
0.425	0																																																																				
0.600	0																																																																				
0.750	0																																																																				
1.180	0																																																																				
2.000	0																																																																				
4.750	8.94																																																																				
6.300	12.8																																																																				
8.000	14.4																																																																				
10.000	20.9																																																																				
12.500	21.7																																																																				
15.000	35.1																																																																				
20.000	36.7																																																																				
25.000	43																																																																				
30.000	40																																																																				
37.500	54																																																																				
47.500	57																																																																				
60.000	77																																																																				
75.000	89																																																																				
100.000	100																																																																				
25	Observación:																																																																				
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																																																																					

Henry Rosandevyza Goliso  
 Ing. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo**

**Tesista** : Eliene Esther Canaujica Navarrete  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : "Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo-Lambayeque".  
**Lugar** : Chiclayo- Lambayeque

**ENSAYO** : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.

**REFERENCIA** : NTP 339.152 / USBR E - 8

<b>Cantera</b>	: Patapo	
<b>Muestra</b>	: Arena	
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	300
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.06

**OBSERVACIONES :**

1) Muestreo e identificación realizado por el Solicitante

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

  
 Responsable Técnico  
 Laboratorio de Suelos  
 USAT

  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 CHICLAYO - LAMBAYEQUE



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

**Tesieta** : Eliana Esthe Canajulca Navarrete  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : "Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo-Lambayeque".  
**Lugar** : Chiclayo- Lambayeque

**ENSAYO** : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.

**REFERENCIA** : NTP 339.152 / USBR E - 8

<b>Cantera</b>	: Tres tomas	
<b>Muestra</b>	: Piedra	
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	200
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.02

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el Solicitante
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004-1993)

  
 Ing. Gladys Gálvez  
 Ing. Laboratorio  
 USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA : Eliane Esther Caravelica Navarrete  
ESCUELA : INGENIERIA CIVIL  
TESIS : Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo-Lambayeque  
Ubicación : CHICLAYO-LAMBAYEQUE

Ensayo : AGREGADOS: Determinación de la inestabilidad de agregados por método de sulfato de sodio o sulfato de magnesio  
Referencia : NORMA N.T.P. 401.014 ASTM C-86

### EXAMEN CUANTITATIVO

Cantera : Tres Torres  
Muestra : Piedra chancada

I.- DATOS :

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
2"	1 1/2"	
50 mm	37.5 mm	
1 1/2"	3/4"	
37.5 mm	19 mm	
3/4"	1/2"	2.3
19 mm	12.5 mm	
1/2"	3/8"	0.1
12.5 mm	9.5 mm	
3/8"	Nº 4	0.1
9.5 mm	4.75 mm	

II.- RESULTADO :

DESGASTE TOTAL	(%)	2.3
----------------	-----	-----

OBSERVACIONES :

- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos de inicio al final del ensayo son 5.

  
Técnic  
R. Acuña  
D. Obispo  
Rec. Laboratorio  
USAT



  
USAT  
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 02 de 02)

TESISTA : Eliane Esther Canavejica Navarrete  
 ESCUELA : INGENIERIA CIVIL  
 TESIS : "Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo-Lambayeque"  
 Ubicación : CHICLAYO-LAMBAYEQUE

Ensayo : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por método de sulfato de sodio y sulfato de magnesio.  
 Referencia : NORMA N.T.P. 400.015 ASTM C-88

### EXAMEN CUALITATIVO DEL AGREGADO GRUESO EN PARTICULAS QUE EXHIBEN FALLA

Carriera : Tres Tomas  
 Muestra : Piedra chancada

Tamices		Rajadas		Desmoronadas		fracturadas		Astilladas		Nº total de partículas antes del ensayo
pasa	retiene	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
2 1/2"	2"	0	0	0	0	0	0	0	0	168
2"	1 1/2"	0	0	0	0	0	0	0	0	
1 1/2"	3/4"	0	0	12	7	0	0	0	0	

#### OBSERVACIONES :

- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos de inicio al final del ensayo son 5.

  
 Eliane Esther Canavejica Navarrete  
 Chiclayo - Lambayeque  
 USAT

  
 USAT  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MEGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**TESISTA** : Eliene Esther Casajáica Navarrete  
**ESUELA** : Ingeniería Civil  
**TESIS** : "Influencia de las microfibras de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas acilicas en caliente, Chiclayo-Lambayeque".  
**Lugar** : Chiclayo- Lambayeque

**Ensayo** : AGREGADOS: Determinación de la inalterabilidad  
**Referencia** : de agregados por método de sulfato de sodio o sulfato de magnesio  
**Referencia** : NORMA N.T.P. #80.016 ASTM C 68

**EXAMEN CUANTITATIVO**

**Cantera** : Cantera Tres Tomas  
**Muestra** : A. arena gruesa

**I.- DATOS**

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesada
Pase	Retiene	
3/8" 9.5 mm	Nº 4 4.75 mm	1.3
Nº 4 4.75 mm	Nº 8 2.36 mm	3.2
Nº 8 2.36 mm	Nº 16 1.18 mm	0.5
Nº 16 1.18 mm	Nº 30 600 µm	0.5
Nº 30 600 µm	Nº 50 300 µm	1.1
Nº 50 300 µm	Nº 100 150 µm	1.5

**II.- RESULTADO**

DESGASTE TOTAL	(%)	9.7
----------------	-----	-----

**OBSERVACIONES :**

- La identificación y procedencia de la muestra fue realizada por el solicitante.
- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos de inicio al final del ensayo son 5.

Henry  
 Rosademoya  
 Oñatas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TECNICO DE LABORATORIO



Tesista: Eliane Esther Carvajalca Navarrete

Escuela: Ingeniería Civil

Tesis: "Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mortas asfálticas en caliente, Chiclayo-Lambayeque"

Lugar: Chiclayo-Lambayeque

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AREGADOS  
(NORMA NTC 210-ASTM D3815)

PROY

Roberto Chacabarro - Tesi Tesista

CON UNA CARA FRACTURADA

TAMÑO		PESO MÍNIMO REQUERIDO	PESO MUESTRA A	PESO MATERIAL CON DOS CARAS FRACT. B	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADA C = (B/A)*100	PORCENTAJE RECUPERACIÓN ORIGINAL D	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS E = C * D
FASA	RETENEDOR						
3"	1 1/2"	3000.0 g	0.0	—	—	0.0%	—
2 1/2"	2"	2500.0 g	—	—	—	—	—
2"	1 1/2"	1500.0 g	—	—	—	—	—
1 1/2"	1"	800.0 g	—	—	—	—	—
1"	3/4"	1500.0 g	—	—	—	—	—
3/4"	1/2"	500.0 g	300.0	300.0	38.4%	100.0%	138.3%
1/2"	3/8"	300.0 g	300.0	300.0	34.0%	100.0%	121.3%
TOTAL		5700.0 g	600.0 g	300.0 g		80.0%	300.3%

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA = 37.1%

CON DOS CARAS FRACTURADAS

TAMÑO		PESO MÍNIMO REQUERIDO	PESO MUESTRA A	PESO MATERIAL CON DOS CARAS FRACT. B	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADA E = (B/A)*100	PORCENTAJE RECUPERACIÓN ORIGINAL D	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS E = C * D
FASA	RETENEDOR						
3"	1 1/2"	3000.0 g	0.0	—	—	0.0%	—
2 1/2"	2"	1500.0 g	—	—	—	—	—
2"	1 1/2"	700.0 g	—	—	—	—	—
1 1/2"	1"	300.0 g	—	—	—	—	—
1"	3/4"	1500.0 g	—	—	—	—	—
3/4"	1/2"	500.0 g	300.0	300.0	39.6%	100.0%	139.3%
1/2"	3/8"	300.0 g	300.0	300.0	35.0%	100.0%	105.3%
TOTAL		5700.0 g	600.0 g	600.0 g		80.0%	300.3%

PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS = 13.0%

NOTA: La cantidad fracturada fue determinada por visual

Henry Ruedenya  
CÓDIGO  
Téc. Laboratorio  
USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis: Eliane Esther Carvajal Navarrete  
 Escuela: Ingeniería Civil

Tesis: "Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo-Lambayeque".

Lugar: Chiclayo-Lambayeque

**AZUL DE METILENO**  
 (NORMA: AASHTO TP 57)

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 CANTIDAD: TRES FORMAS  
 APLICACIÓN: ASFALTO

MUESTRA M-02

FECHA DE ENSAYO: 19 de Setiembre del 2024

MUESTRA	Azul de Metileno	Cantidad de Tolerancia	Peso del Material Puro (N° 200)	Resultado	Especificación ES-233	
	Cada	nÚMERO			Mín.	Máx.
AGREGADO FINO - para 200	Cada 0.5 ml	0.2	2.0	1.00	-	8
		0.2	2.0	1.00		

RESULTADOS PROMEDIOS: 1.6

FORMULA DE APLICACION

$$AM = C_{sol} / p_{fines}$$

Henry  
 Maldonado  
 Obispo  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 RECTOR DE LA INSTITUCIÓN



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Eliane Esther Caruajulca Mavarrete  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil  
 Tesis : "Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo-Lambayeque".  
 Lugar : Chiclayo- Lambayeque

ENSAYO : SUELO Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Datos de ensayo.	Límite Líquido				Límite Plástico	
	12	15	38	1	20	
N° de tarro	12	15	38	1	20	
N° de golpes	32	24	14	14		
Tarro + suelo húmedo	32.6	42.6	41.5	41.5	12.1	
Tarro + suelo seco	31.6	38.7	37.5	37.5	11.05	
Agua	1	3.9	4	4	1.05	
Peso del tarro	26	25.92	26	26	7.23	
Peso del suelo seco	3.6	12.78	11.5	11.5	3.82	
Porcentaje de humedad	27.78	30.52	34.78	34.78	27.49	

CONSISTENCIA TERCA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	29.97
Límite Plástico	27.49
Índice de Plasticidad	2.49



Observaciones:

Henry Ruedeneyra  
 Obispo  
 Ing. Laboratorio  
 USAT

USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Elia re Esther Carvajalca Navarrete  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil  
Tesis : "Influencia de las microesteras de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo-Lambayeque",  
Lugar : Chiclayo- Lambayeque

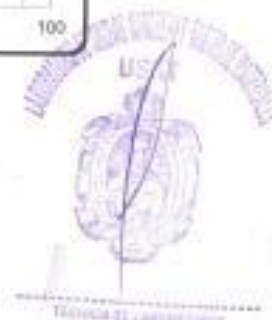
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 389.131

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico	
	12	15	18	20	
N° de tarros	12	15	18	20	
N° de golpes	35	25	14		
Tarro + suelo húmedo	36.2	38.8	32.8	14.2	
Tarro + suelo seco	36.2	38.8	32.8	14.2	
Agua	0	0	0	0	
Peso del tarro	25.6	21.4	23.4	9.80	
Peso del suelo seco	10.6	17.2	9.2	4.4	
Porcentaje de humedad	0.00	0.00	0.00	0.00	

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP



Observaciones:





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pag. 01 de 01)

Tesista : Eliane Esther Carvajal Navarrete  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil  
 Tesis : "Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico - mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo- Lambayeque".  
 Lugar : Chiclayo- Lambayeque

Ensayo : SUELOS. Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.  
 Referencia : NTP 339.146 - EG - 2000

### EXAMEN CUANTITATIVO

Muestra : Arena  
 Cantera : Tres Tomas

#### I.- DATOS

MUESTRA N°	1	2	3
TAMAÑO MÁXIMA (mm.)	N° 4	N° 4	N° 4
ALTURA MÁXIMA DEL MATERIAL FINO (cm.)	5.80	6.15	6.05
ALTURA MÁXIMA DE LA ARENA (cm.)	4.40	4.50	4.30
EQUIVALENTE DE ARENA	75.86 %	73.17 %	71.07 %
EQUIVALENTE DE ARENA (EA)	73 %		
ESPECIFICACION DE ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA MTC 5-114 (Ref. EG-2000):			
Mínimo : 60 % Mínimo			

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.




### LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

**Tesista** : Eliane Esther Carrajuka Navarrete  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : "Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo- Lambayeque",

**Lugar** : Distrito Chiclayo, Provincia Lambayeque, Región Lambayeque.

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado fino

**Referencia** : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

**Cantera** : Arena - Cantera Tres Tomas

#### I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	<b>951.3</b>	<b>951.3</b>
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	638.12	638.12
3.- Peso del Agua	(g)	313.22	313.22
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	636.32	636.32
5.- Peso del Frasco	(g)	<b>138.12</b>	<b>138.12</b>
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	<b>498</b>	<b>498</b>
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

#### II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.667</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.677
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.693
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.36</b>

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado grueso

**Referencia** : Norma ASTM C-127 ó N.T.F. 400.021

**Cantera** : Piedra Chancada - Tres Tomas

#### I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	<b>4244</b>	<b>4244</b>
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	<b>4280</b>	<b>4280</b>
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	<b>3400</b>	<b>3400</b>
4.- Peso de la canastilla	(g)	<b>880</b>	<b>880</b>
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	2520	2520

#### II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.411</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.432
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.462
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.85</b>



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Telista : Eliane Esther Canajula Navarrete  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil  
Tesis : "Influencia de las microesferas de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chiclayo-Lambayeque"  
Lugar : Chiclayo- Lambayeque

**ENSAYO** : RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2") POR MEDIO DE LA MÁQUINA DE LOS ANGELES

**REFERENCIA** : Norma NTC E 207 / ASTM C-131

**Cantera** : Cantera Tres Tomas  
**Muestra** : Agregado grueso

% de desgaste por abrasión	%	14.3
% de uniformidad	%	0.1

Requerimiento : 4) % Máximo

**OBSERVACIONES:**

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante.
- Método de ensayo a usar: Gradación "B", Nº de esferas : 11, Revoluciones : total 500

  
Henry Rodríguez Obitias  
Téc. LABORATORIO USAT



  
USAT  
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO  
  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TOMAS DE MORDRIVEJUN  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAJOS



ENSAYO CÁMBARO DE DESGASTE PARA MEZCLAS  
 MTC E 325

TITULO	Influencia de la microestructura de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Chilevo-Latinoamérica
CARRERA	Trés Tercero - Persefale
PROFESOR	FRANCO LA VICTORIA Especialidad: Construcción de Carreteras

DATOS DE MATERIAL CONVENCIONAL

Gran Gravel 20"	99%
Medio Gravel 10"	40%
Fine Gravel	20
Fine Material	30

DATOS DE MATERIAL MODIFICADO

Gran Gravel 20"	99%
Medio Gravel 10"	40%
Fine Gravel	20
Fine Material	30

ENSAYO CÁMBARO DE DESGASTE PARA MEZCLAS							
N° DE BRANCHA	TIPO DE PAVO	TIPO DE PAVO	N° DE REPLICACIONES	TEMPERATURA T	PESO INICIAL	PESO FINAL	PERDIDA
1	CONVENCIONAL	3%	300	34°C	2213.00	2220	7.00%
2	CONVENCIONAL		300	34°C	224.00	220	17.00%
3	CONVENCIONAL		300	34°C	223.00	2190	4.00%
4	CONVENCIONAL		300	34°C	224.00	220	10.17%
1	CONVENCIONAL	3.00%	300	34°C	2213.00	211.41	15.00%
2	CONVENCIONAL		300	34°C	224.00	220	6.00%
3	CONVENCIONAL		300	34°C	223.00	220	10.10%
4	CONVENCIONAL		300	34°C	223.00	220	4.00%
1	CONVENCIONAL	4.00%	300	34°C	224.00	220	3.47%
2	CONVENCIONAL		300	34°C	221.00	220	4.00%
3	CONVENCIONAL		300	34°C	220.00	218	4.17%
4	CONVENCIONAL		300	34°C	221.00	219	2.00%
1	MODIF.	3.00%	300	34°C	221.00	220	3.00%
2	MODIF.		300	34°C	221.00	220	5.00%
3	MODIF.		300	34°C	224.00	220	6.11%
4	MODIF.		300	34°C	224.00	218	2.00%

*[Handwritten Signature]*  
 Henry  
 Presidente de  
 Obreros  
 N.º 1.000.000.000  
 USAT

UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE  
 USAT  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAJOS



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASHTO T 233)

MUESTRA

PISTON 214 Mod0

DATOS		MUESTRAS EMERGENCIAS					MUESTRAS SECAS			
		1	2	3	Prom.	1	2	3	Prom.	
1	Diámetro de la muestra	cm	10.2	10.2	10.2		10.18	10.18	10.18	
2	Altura	cm	6.32	6.29	6.34		6.29	6.24	6.34	
3	Peso de la muestra seca al Aire	gr	2176.08	2175.6	2177.8	2176.16	2095.0	2124.8	2136.0	
4	SSD de la muestra	gr	1177.00	1179.80	1200.00		1090.00	1145.00	1200.00	
5	Peso de la muestra en agua	gr	878.34	881.00	914.16		869.07	877.01	911.02	
6	Mostrador (R - C)	gr	498.0	481.9	488.0		500.1	467.9	481.2	
7	Peso específico Bulk de la muestra (R <sub>1</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	2.482	2.438	2.527	2.483	2.439	2.402	2.440	
8	Peso específico sólido (R <sub>2</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	2.729	2.728	2.730	2.729	2.729	2.728	2.729	
9	W de la muestra (R <sub>1</sub> - R <sub>2</sub> )	%	8.21	15.32	7.45	8.6	21.17	11.88	10.19	
10	Índice de vacíos (R <sub>1</sub> - R <sub>2</sub> )	%	46.52	18.92	85.98		100.00	55.91	47.22	

Muestra saturada en agua con SSD a 20°C - De 1 a 23 mm. En Agua Destilada a 25°C										
1	SSD de la muestra	gr	1132.40	1176.70	1189.80					
2	Peso de la muestra en agua	gr	896.00	882.00	875.00					
3	Mostrador de la muestra (R <sub>1</sub> - C)	gr	521.4	516.7	492.8					
4	Mostrador de Agua de Absorción (R <sub>1</sub> - A)	gr	8.0	8.7	7.0					
5	Saturación (R <sub>1</sub> - C)	%	7.5	1.1	1.1					
6	Mostrador (R <sub>1</sub> - C)	gr	17.17	7.12	2.80					

Condiciones de Saturación Por 24 hrs. En Agua a 68°C - Balas de Madera										
1	Esperar	cm	6.3	6.2	6.2					
2	SSD de la muestra	gr	1273.00	1186.50	1241.80					
3	Peso de la muestra en agua	gr	676.00	660.00	632.00					
4	Mostrador (R <sub>1</sub> - C)	gr	499.9	576.1	526.0					
5	Mostrador de Agua de Absorción (R <sub>1</sub> - A)	gr	46.9	29.5	4.8					
6	Saturación (R <sub>1</sub> - C)	%	100.0	87.7	26.8					
7	Mostrador (R <sub>1</sub> - C)	gr	9.81	14.44	12.70					
8	Capa Máxima R <sub>1</sub>	gr	190	109	80		141	190.6	163	
9	Capa Máxima R <sub>2</sub>	gr	884.840	481.210	172.850	426.880	884.110	391.410	172.850	
10	Factor Corrección RFA	gr/cm <sup>3</sup>	3.04	3.72	4.40	4.00	3.01	4.01	2.71	

ÁREA DEL INSTRUMENTO (TR) = 150.7989

NOTA:  
 El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.

Héctor Obispo  
 Ing. Civil  
 No. Laboratorio  
 USAT

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 USAT  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522)-(AASHTO T 283)

MUESTRA: FATECH 105 (Módulo)

DATOS	MUESTRAS SUBMUESTRAS					MUESTRAS MEAN			
	1	2	3	Promo	1	2	3	Promo	
W Contenido	30.1	30.1	30.1		30.16	30.16	30.16		
T Espesor	6.18	6.3	6.43		6.30	6.29	6.32		
A Peso de la muestra seco al aire	1288.0	1281.0	1217.0	1262.0	3000.0	3127.0	3121.0	3109.0	
B Sólido de la muestra	1150.00	1150.00	1110.00		1090.00	1140.00	1080.00		
C Peso de la muestra en agua	809.30	803.00	874.30		862.20	877.10	821.60		
F Volumen (F <sub>v</sub> )	487.6	521.8	483.8		507.1	487.9	483.7		
E Peso específico Bulk de la muestra (G <sub>b</sub> )	2.370	2.383	2.504	2.3	2.390	2.587	2.430	2.3	
G Peso específico sólido (G <sub>s</sub> )	2.700	2.700	2.700	2.7	2.700	2.700	2.700	2.7	
M W de agua (W <sub>a</sub> - F <sub>w</sub> )*100	30.30	18.94	5.95	18.4	30.15	12.63	11.22	18.6	
I Volumen de agua (V <sub>w</sub> )/100	132.30	106.80	26.82		119.98	55.17	51.99		

Muestra Entera en Vasos con 20 a 200 Mg - De 1 a 10 ml. En Agua Destilada a 75 °C									
B <sub>1</sub> Sólido de la muestra	1196.40	1208.20	1119.80		NO SE ENSAYO				
C <sub>1</sub> Peso de la muestra en agua	585.40	589.00	475.00						
F <sub>1</sub> Volumen de la muestra (F <sub>v</sub> - C <sub>1</sub> )	473.4	508.2	444.3						
F <sub>2</sub> Volumen de Agua de Absorción (W <sub>a</sub> - F <sub>1</sub> )	3.8	28.7	2.8						
W <sub>a</sub> Humedad (100%)/W	4.8	14.7	15.5						
W <sub>a</sub> Incremento (C <sub>1</sub> - C <sub>1</sub> )/100	11.60	20.68	2.07						

Condición de Saturación Por 20 Hrs. En Agua a 70 °C - Ballo de Mercurio									
C <sub>2</sub> Espesor	6.9	6.9	6.9		NO SE ENSAYO				
B <sub>2</sub> Sólido de la muestra	1244.30	1268.30	1242.80						
C <sub>2</sub> Peso de la muestra en agua	455.60	450.00	452.00						
F <sub>2</sub> Volumen (F <sub>v</sub> - C <sub>2</sub> )	585.2	546.2	509.8						
F <sub>3</sub> Volumen de Agua de Absorción (W <sub>a</sub> - F <sub>2</sub> )	30.2	8.9	33.8						
W <sub>a</sub> Humedad (100%)/W	45.4	2.2	25.7						
W <sub>a</sub> Incremento (C <sub>2</sub> - C <sub>1</sub> )/100	2.80	2.40	18.67						
Carga Máxima R <sub>1</sub>	300	300	300		400	380.0	300		
Carga Máxima R <sub>2</sub>	1580.400	1685.140	1620.500	1628.680	4507.280	4507.300	3694.400	4873.1	
Factor Tenacidad R <sub>1</sub>	3.52	3.61	3.36	3.50	4.50	4.37	4.48	4.17	

ENCUENTRO DEL DIRECTOR/A GENERAL (S/D) : 04/03/2025

NOTA:  
 El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%

Henry Rivas  
 Obispo  
 Rec. Laboratorio  
 USAT

USAT  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAJO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASHTO T 283)

INDICIA

TITULO 50 Mod 5

DATOS	u	MUESTRAS SUBSECUAS				MUESTRAS SECAS			
		1	2	3	Prom.	4	5	7	Prom.
1. Índice de Compactación	cm	10.1	10.2	10.2		10.18	10.18	10.18	
2. Compactación	cm	6.2	6.53	6.43		6.55	6.38	6.38	
3. Peso de la muestra Seca al Aire	g	1149.0	1171.0	1152.0	1147.7	986.0	1145.0	1176.0	1102.7
4. ECU de la Muestra	g	1127.30	1149.00	1140.00		1080.00	1145.00	1161.00	
5. Peso de la Muestra en Agua	g	676.00	681.00	659.00		588.00	677.10	692.00	
6. Volumen (V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub> )	cc	455.7	441.9	475.6		303.1	457.8	453.2	
7. Peso especifico Real de la muestra (G <sub>1</sub> /G <sub>2</sub> )	g/cc	2.489	2.632	2.480	2.5	1.892	2.867	2.587	2.5
8. Peso especifico aparente inmerso (G <sub>1</sub> /G <sub>2</sub> )	g/cc	2.720	2.720	2.720	2.7	2.759	2.726	2.726	2.7
9. Valor relativo (G <sub>1</sub> - 1)/G <sub>2</sub> (100)	%	8.30	2.80	31.70	8.3	27.58	19.24	6.71	14.9
1. Volumen de agua (V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub> )	cc	30.20	12.50	60.42		138.73	47.96	30.08	

Muestra Saturada en Vapor con 25a 28° Hg. - De 1 a 25 min. En Agua destilada a 25 °C									
1. ECU de la Muestra	g	1150.80	1171.87	1145.80					
2. Peso de la Muestra en Agua	g	580.80	652.30	585.80					
3. Volumen de la Muestra (V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub> )	cc	485.1	500.0	530.8					
4. Volumen de Agua de Inmersión (V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub> )	cc	4.4	7.0	3.8					
5. Saturación (100%)	%	11.2	7.5	6.7					
6. Retención de (V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub> )	cc	11.23	17.59	25.03					

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Bello de Morio									
1. Compactación	cm	6.57	6.8	6.8					
2. ECU de la Muestra	g	1169.80	1176.80	1141.80					
3. Peso de la Muestra en Agua	g	678.20	622.30	623.00					
4. Volumen (V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub> )	cc	481.1	398.9	588.8					
5. Volumen de Agua de Inmersión (V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub> )	cc	17.8	5.5	3.8					
6. Saturación (100%)	%	36.8	14.2	16.2					
7. Retención de (V <sub>1</sub> - V <sub>2</sub> )	cc	4.06	23.04	2.98					
8. Capacidad de Agua	cc	588	511	492		520	480.8	458	
9. Gravedad específica	g	2620.400	2622.500	2624.000	2622.800	2180.210	2481.490	2412.000	2488.4
10. Ponderal específico	g/cm <sup>3</sup>	0.92	0.87	0.88	0.87	0.87	0.81	0.81	0.88

INDICIA 50 2374900 A TITULO 50 (TR) - 80.04%

NOTA:  
 El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.

*[Firma]*  
 Henry Rosales  
 Cofundador  
 Tercer Laboratorio  
 USAT

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 USAT  
 TERCER LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASHTO T 283)**

MUESTRA: PATRON EN MODO

DATOS		MUESTRAS SUBREDIDAS				MUESTRAS SECAS			
	u	1	2	3	Prom.	4	5	7	Prom.
Ø	cm	10.2	10.2	10.2		10.2	10.2	10.2	
L	cm	6.8	6.8	6.8		6.8	6.8	6.8	
A	g	1295.0	1286.0	888.0	1077.7	1152.0	1184.0	1136.0	1158.0
B	g	1180.20	1170.00	850.00		1040.00	1115.00	1090.00	
C	g	795.20	695.00	470.00		598.67	477.12	422.80	
E	g	493.2	493.0	340.0		451.1	457.8	433.2	
F	g	2.623	2.623	2.623	2.6	2.588	2.588	2.627	2.6
G	g	2.725	2.725	2.725	2.7	2.725	2.725	2.725	2.7
H	g	4.87	4.21	4.20	4.7	6.13	5.15	5.64	5.6
I	g	18.58	18.32	14.28		18.58	23.98	15.75	

Muestra Saturada en Vacío con ZPa 28" Hg. - De 1 a 15 min. En Agua Destilada a 25 °C										
B	g	1180.20	1186.70	895.80						NO SE ENCUENTRA
C	g	714.80	692.00	540.00						
E	g	473.7	444.7	348.0						
F	g	6.8	6.7	6.8						
- Saturación (30" Hg)	%	5.1	5.1	5.1						
- Hinchamiento 8" (1" 100%)	%	4.00	2.23	2.29						

Condiciones de Saturación Por 24 hrs. En Agua a 60 °C - Bolla de Mercurio										
L	cm	6.5	6.5	6.5						NO SE ENCUENTRA
B	g	1191.30	1186.80	1141.80						
C	g	676.00	629.00	602.00						
E	g	523.1	546.5	499.8						
F	g	3.3	36.5	252.8						
- Saturación (30" Hg)	%	21.4	186.9	1777.1						
- Hinchamiento 8" (1" 100%)	%	12.86	25.07	49.68						
- Carga Máxima 8g	g	608	418	418		80	445.2	495		
- Carga Máxima 8g	g	464.050	402.100	402.100	462.750	431.150	426.450	430.850	431.8	
- Fuerza tensile PPA	kg/cm²	6.83	8.78	8.72	8.42	6.85	4.23	5.02	5.27	

VALOR DEL FACTOR A TRASCURSO (TSR) = 0.04876

NOTA:  
 El valor mínimo aceptado para TSR es de 0.05.

Henry Ruedeney Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

TORIBIO DE MOGROVEJO  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS