

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Influencia del vidrio molido como agregado fino en las propiedades de la mezcla de asfalto**

**Para Optar** : El Grado Académico de Maestro en Ingeniería Civil, Mención Ingeniería de Transportes

**Autor** : Bach. Anthony Glen Avila Escalante

**Asesor** : Dr. Ribbeck Hurtado Rodolfo Ricardo

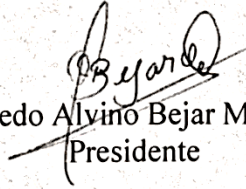
**Línea de investigación** : Transporte y Urbanismo

**Fecha de inicio / y culminación** : 01/08/2020 y 30/04/2022

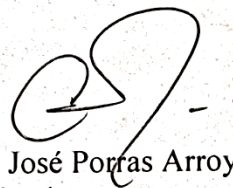
**Huancayo – Perú**

**Julio - 2022**

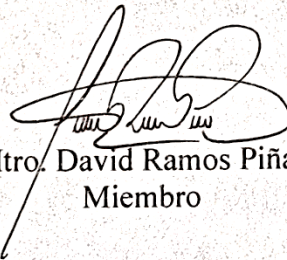
## MIEMBROS DEL JURADO DE SUSTENTACIÓN



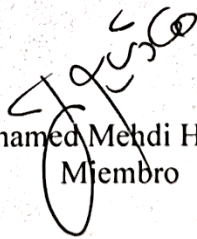
Dr. Aguedo Alvino Bejar Mormontoy  
Presidente



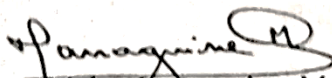
Mtro.. Edinson José Porras Arroyo  
Miembro



Mtro. David Ramos Piñas  
Miembro



Ph..D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed  
Miembro



Dra. Melva Iparaguirre Meza  
Secretaria Académica

## **DEDICATORIA**

A Dios por estar conmigo en cada paso del camino, a mi padre que desde el cielo me ilumina y a mi familia por apoyarme incondicionalmente en los momentos difíciles.

## **AGRADECIMIENTOS**

- Al laboratorio de Centauro Ingenieros de mecánica de suelos, concreto y pavimentos.
- Mi mayor consideración a mis docentes de la maestría por brindarme sus conocimientos, apoyo y guía durante el desarrollo de la tesis.



## CONTENIDO

|  |     |
|--|-----|
| MIEMBROS DEL JURADO DE SUSTENTACIÓN          | ii  |
| DEDICATORIA                                  | iii |
| AGRADECIMIENTOS                              | iv  |
| CONTENIDO                                    | v   |
| CONTENIDO DE TABLAS                          | ix  |
| CONTENIDO DE FIGURAS                         | x   |
| RESUMEN                                      | xi  |
| ABSTRACT                                     | xii |
| CAPÍTULO I                                   | 13  |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA                   | 13  |
| 1.1. Descripción de la realidad problemática | 13  |
| 1.2. Delimitación del problema               | 14  |
| 1.2.1. Temporal                              | 14  |
| 1.2.2. Espacial                              | 14  |
| 1.2.3. Económica                             | 15  |
| 1.3. Formulación del problema                | 15  |
| 1.3.1. Problema general                      | 15  |
| 1.3.2. Problemas específicos                 | 15  |
| 1.4. Justificación:                          | 16  |
| 1.4.1. Social                                | 16  |
| 1.4.2. Metodológica                          | 16  |
| 1.5. Objetivos                               | 16  |
| 1.5.1. Objetivo general                      | 16  |
| 1.5.2. Objetivos específicos                 | 17  |
| CAPÍTULO II                                  | 18  |

|   |    |
|---|----|
| MARCO TEÓRICO   | 18 |
| 2.1. Antecedentes:  | 18 |
| 2.1.1. Nacionales   | 18 |
| 2.1.2. Internacionales  | 22 |
| 2.2. Bases teóricas o científicas   | 25 |
| 2.2.1. Tipos de pavimentos  | 25 |
| 2.2.2. Agregados minerales gruesos  | 27 |
| 2.2.3. Agregados minerales finos  | 28 |
| 2.2.4. Método Marshall  | 28 |
| 2.2.5. Resistencia  | 29 |
| 2.2.6. Flujo  | 30 |
| 2.2.7. Peso específico teórico máximo de mezclas asfálticas para pavimentos | 30 |
| 2.2.8. Vidrio   | 33 |
| 2.2.9. Vidrio reciclado   | 34 |
| 2.3. Marco conceptual   | 35 |
| CAPÍTULO III  | 36 |
| HIPÓTESIS   | 36 |
| 3.1. Hipótesis general  | 36 |
| 3.2. Hipótesis específicas  | 36 |
| 3.3. Variables  | 36 |
| 3.3.1. Definición conceptual de las variables                               | 36 |
| 3.3.2. Definición operacional de las variables                              | 37 |
| 3.3.3. Operacionalización de las variables                                  | 37 |
| CAPÍTULO IV   | 38 |
| METODOLOGÍA   | 38 |
| 4.1. Método de investigación  | 38 |
| 4.2. Tipo de investigación  | 38 |
| 4.3. Nivel de investigación   | 38 |

|  |    |
|--|----|
| 4.4. Diseño de la investigación  | 38 |
| 4.5. Población y muestra   | 39 |
| 4.5.1. Población   | 39 |
| 4.5.2. Muestra   | 39 |
| 4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos                                 | 39 |
| 4.6.1. Técnicas de recolección de datos  | 40 |
| 4.6.2. Instrumentos de recolección de datos  | 40 |
| 4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos                                   | 40 |
| 4.7.1. Obtención de datos  | 40 |
| 4.7.2. Análisis de datos descriptivos  | 49 |
| 4.7.3. Análisis de datos inferencial   | 49 |
| 4.8. Aspectos éticos de la investigación   | 51 |
| 4.8.1. Protección de la persona y de diferentes grupos étnicos y socio<br>culturales | 52 |
| 4.8.2. Consentimiento informado y expreso.   | 52 |
| 4.8.3. Beneficencia y no maleficencia.   | 52 |
| 4.8.4. Protección al medio ambiente y el respeto a la biodiversidad                  | 52 |
| 4.8.5. Responsabilidad   | 53 |
| 4.8.6. Veracidad   | 53 |
| CAPÍTULO V   | 54 |
| RESULTADOS   | 54 |
| 5.1. Descripción de resultados   | 54 |
| 5.1.1. Propiedades físicas de la mezcla de asfalto con vidrio molido                 | 54 |
| 5.1.2. Propiedades mecánicas de la mezcla de asfalto con vidrio molido               | 62 |
| 5.2. Contrastación de hipótesis  | 68 |
| 5.2.1. Hipótesis específica “a”  | 68 |
| 5.2.2. Hipótesis específica “b”  | 71 |
| ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS   | 74 |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| CONCLUSIONES                          | 79  |
| RECOMENDACIONES                       | 80  |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS            | 81  |
| ANEXOS                                | 83  |
| ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA       | 84  |
| ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN | 85  |
| ANEXO 3: CERTIFICADOS DE ENSAYOS      | 86  |
| ANEXO 4: RESULTADOS OBTENIDOS         | 112 |
| ANEXO 5: PANEL FOTOGRÁFICO            | 114 |

## CONTENIDO DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1. Requerimiento para los agregados gruesos.  | 28  |
| Tabla 2. Requerimiento para los agregados finos.  | 28  |
| Tabla 3. Operacionalización de las variables: vidrio molido y mezcla de asfalto.                      | 37  |
| Tabla 4. Población para la investigación.   | 39  |
| Tabla 5. Granulometría del vidrio molido.   | 42  |
| Tabla 6. Granulometría del agregado fino.   | 44  |
| Tabla 7. Granulometría del agregado grueso.   | 44  |
| Tabla 8. Parámetros del agregado fino.  | 45  |
| Tabla 9. Parámetros del agregado grueso.  | 46  |
| Tabla 10. Combinación de agregados para MAC2.   | 47  |
| Tabla 11. Dosificaciones por briqueta de asfalto convencional.  | 48  |
| Tabla 12. Dosificación de agregados para el asfalto con vidrio molido.                                | 49  |
| Tabla 13. Normalidad de los datos obtenidos.  | 50  |
| Tabla 14. Cantidad de vacíos con aire en las mezclas de asfalto.                                      | 55  |
| Tabla 15. Peso específico de las mezclas de asfalto.  | 56  |
| Tabla 16. Vacíos de material agregado compactados en las mezclas de asfalto.                          | 58  |
| Tabla 17. Vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas de asfalto.                               | 61  |
| Tabla 18. Estabilidad de las mezclas de asfalto.  | 63  |
| Tabla 19. Flujo de las mezclas de asfalto.  | 65  |
| Tabla 20. Estabilidad / flujo de las mezclas de asfalto.  | 67  |
| Tabla 21. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “a”.                                  | 69  |
| Tabla 22. Comparación de grupos por el contenido de vacíos con aire en las mezclas asfálticas.        | 70  |
| Tabla 23. Comparación de grupos por los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas. | 70  |
| Tabla 24. Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “b”.                                  | 71  |
| Tabla 25. Comparación de grupos por la estabilidad en las mezclas asfálticas.                         | 72  |
| Tabla 26. Comparación de grupos por el flujo en las mezclas asfálticas.                               | 72  |
| Tabla 27. Comparación de grupos por la rigidez en las mezclas asfálticas.                             | 73  |
| Tabla 3. Operacionalización de las variables: vidrio molido y mezcla de asfalto.                      | 85  |
| Tabla 28. Datos obtenidos en laboratorio.   | 113 |

## CONTENIDO DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Ubicación del laboratorio donde se realizó los ensayos de asfalto.               | 15 |
| Figura 2. Pavimento rígido.  | 25 |
| Figura 3. Pavimento flexible.  | 25 |
| Figura 4. Pavimento semiflexible.  | 26 |
| Figura 5. Curvas para determinar los valores D y R de la ecuación 4.                       | 33 |
| Figura 6. Ciclo de reciclaje del vidrio.   | 34 |
| Figura 7. Obtención de los agregados para las mezclas asfálticas.                          | 40 |
| Figura 8. Botellas de vidrio a utilizar en la investigación.                               | 41 |
| Figura 9. Trituración de las botellas de vidrio.   | 41 |
| Figura 10. Análisis granulométrico del vidrio molido.                                      | 42 |
| Figura 11. Análisis granulométrico de los agregados finos.                                 | 43 |
| Figura 12. Análisis granulométrico de los agregados gruesos.                               | 43 |
| Figura 13. Cantidad de vacíos con aire en las mezclas de asfalto.                          | 55 |
| Figura 14. Variación de la cantidad de vacíos con aire en las mezclas de asfalto.          | 56 |
| Figura 15. Peso específico de las mezclas de asfalto.                                      | 57 |
| Figura 16. Variación del peso específico de las mezclas de asfalto.                        | 58 |
| Figura 17. Vacíos de material agregado compactados en las mezclas de asfalto.              | 59 |
| Figura 18. Variación de vacíos de material agregado compactados en las mezclas de asfalto. | 60 |
| Figura 19. Vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas de asfalto.                   | 61 |
| Figura 20. Variación de vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas de asfalto.      | 62 |
| Figura 21. Estabilidad de las mezclas de asfalto.  | 63 |
| Figura 22. Variación de la estabilidad de las mezclas de asfalto.                          | 64 |
| Figura 23. Flujo de las mezclas de asfalto.  | 65 |
| Figura 24. Variación del flujo de las mezclas de asfalto.                                  | 66 |
| Figura 25. Estabilidad / flujo de las mezclas de asfalto.                                  | 67 |
| Figura 26. Variación de la estabilidad / flujo de las mezclas de asfalto.                  | 68 |

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como **problema general**: ¿Cómo influye el vidrio molido como agregado fino en las propiedades de la mezcla de asfalto?, el **objetivo general** fue: Evaluar la influencia del vidrio molido como agregado fino en las propiedades de la mezcla asfáltica y la **hipótesis general** que se verificó fue: El vidrio molido como agregado fino influye significativamente en las características de la mezcla de asfalto; cumpliendo con lo especificado por el MTC. El **método general** de investigación fue el científico, el **tipo de investigación** fue aplicada de nivel explicativo y el **diseño** fue experimental. La **población** correspondió a 34 briquetas de mezcla asfáltica convencional y modificada con vidrio molido; para la muestra no se aplicó técnica de muestreo pues comprendió a la totalidad de la población. Como **conclusión** principal se obtuvo que, el vidrio molido como agregado fino influye significativamente en las características de la mezcla de asfalto; cumpliendo con lo especificado por el MTC, esto con una dosificación de 5 % de vidrio.

**Palabras clave:** vidrio molido, agregado fino, Marshall, mezcla asfáltica.

## ABSTRACT

The *general problem* of the present investigation was: How does ground glass as fine aggregate influence the properties of the asphalt mix, the *general objective* was: To evaluate the influence of ground glass as fine aggregate on the properties of the asphalt mix and the *general hypothesis* that was verified was: Ground glass as fine aggregate significantly influences the characteristics of the asphalt mix; complying with the specifications of the TCM. The *general research method* was scientific, the *type of research* was applied at an explanatory level and the *design* was experimental. The *population* corresponded to 34 briquettes of conventional and modified asphalt mixture with ground glass; for the sample, no sampling technique was applied because it included the whole population. As main *conclusion*, it was obtained that the ground glass as fine aggregate significantly influences the characteristics of the asphalt mixture; fulfilling the specifications of the MTC, this with a dosage of 5% of glass.

**Keywords:** ground glass, fine aggregate, Marshall, asphalt mix.



# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel mundial, según Ramírez y Antero (2014), Actualmente vivimos una de las peores crisis ambientales de la historia, impulsada por la expansión de prácticas comerciales y de consumo globalizadas que exigen productos con características distintivas. Este problema se hace evidente cuando se trata de depender en gran medida de los recursos naturales para la construcción, que requiere una gran cantidad de combustibles fósiles. Ante todos estos problemas, es necesario buscar soluciones para el uso de materiales de construcción y hacer el reciclaje de los materiales en ellos.

En el Perú, según Alvarez y Irigoín (2014), las responsabilidades ambientales derivadas de la extracción de arena de cuarzo blanco en minas a cielo abierto son críticas, localmente continuas, permanentes, acumulativas, irreversibles y resonantes; además se observa que este tipo de extracciones trae problemas al medio ambiente y para las poblaciones aledañas a las zonas de explotación.

En Huancayo, según Matias (2019), El año pasado se presentaron a la Autoridad Local del Agua (ALA-Mantaro) más de 100 registros de extracción de agregados (arena y roca) en el río Mantaro. De estos, el 20% fueron rechazados por falta de garantía de impactos ambientales negativos, mientras que al menos 10 fueron cerrados por sobreexplotación después de varios años. Por ello, se debe tomar en

cuenta maneras innovadoras de usar los agregados pues su extracción puede ser perjudicial para el medio ambiente.

Situación por la cual, es necesario implementar soluciones para el reemplazo de agregados pues su extracción y sobreexplotación está trayendo problemas al medio ambiente que pueden ser permanentes a corto o mediano plazo; es así que, surge la utilización de residuos reciclados como agregados, lo cual resulta una solución actual que cumple dos propósitos, disminuir la extracción de recursos y dar utilidad a productos que reciclables y se cuida el entorno en ambos sentidos.

Por lo tanto, la investigación actual consideró el uso de vidrio triturado como un sustituto parcial de los agregados finos al 2%, 5%, 8% y 12% para la preparación eficiente del asfalto y la mezcla en caliente. Característica. De conformidad con lo establecido en el Reglamento Técnico General de la Construcción emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (MTC, 2013).

## **1.2. Delimitación del problema**

### **1.2.1. Temporal**

El estudio se elaboró durante los meses de agosto-diciembre de 2020, enero-diciembre de 2021 y enero-abril de 2022.

### **1.2.2. Espacial**

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, concreto y Pavimentos de Centauro Ingenieros ubicado en la Av. Mariscal Castilla N° 3950, en el Distrito El Tambo, provincia de Huancayo, departamento de Junín, como se muestra en la siguiente figura:



Figura 1. Ubicación del laboratorio donde se realizó los ensayos de asfalto.

Fuente: Google Earth (2020).

### 1.2.3. Económica

El tesista cubrió con todos los costos incurridos para desarrollar esta investigación.

## 1.3. Formulación del problema

### 1.3.1. Problema general

¿Cómo influye el vidrio molido como agregado fino en las propiedades de la mezcla de asfalto?

### 1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿De qué manera incide el vidrio molido como agregado fino en las propiedades físicas de la mezcla de asfalto?
- b) ¿Cuál es la influencia del vidrio molido como agregado fino en las propiedades mecánicas del asfalto?

## **1.4. Justificación:**

### **1.4.1. Social**

La presente investigación, propone disminuir la cantidad de agregados pétreos utilizados en la mezcla asfáltica, para lo cual se consideró al vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino en 2 %, 5 %, 8 % y 12 %; además, se evaluó si este reemplazo del agregado por vidrio molido podría perjudicar las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, a fin de asegurar adicionalmente un buen comportamiento de la misma.

### **1.4.2. Metodológica**

Con esta investigación, aún quedan una serie de pasos y procedimientos para desarrollar mezclas asfálticas en caliente con reemplazo parcial de 2%, 5%, 8% y 12% de agregados finos y vidrio molido; además de la identificación de pruebas mínimas de laboratorio para obtener las propiedades del asfalto reciclado. Lo que se quiere decir es que todo lo realizado pueda servir de referencia bibliográfica para investigaciones similares y en diferentes situaciones.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Evaluar la influencia del vidrio molido como agregado fino en las propiedades de la mezcla asfáltica.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar la influencia del vidrio molido como agregado fino en las propiedades físicas del asfalto.
- b) Establecer la influencia del vidrio molido como agregado fino en las propiedades mecánicas del asfalto.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes:

##### 2.1.1. Nacionales

Gutierrez (2018) desarrolló la investigación “Asfaltos modificados con vidrio y su comparación técnico y económico con los asfaltos convencionales”, se fijó como objetivo identificar las diferencias técnicas y económicas entre los asfaltos modificados de vidrio modificado y asfalto convencional. Para ello realizó ensayos a los agregados y al vidrio molido, obteniendo los retenidos a partir de la malla N° 40 con mayor cantidad en la malla N° 200, prosiguió con la realización de 5 briquetas para la mezcla asfáltica convencional y 3 briquetas para las mezclas asfálticas modificadas con diferente contenido de asfalto (5 %, 5.5 %, 6 %, 6.5 % y 7 %) para determinar el contenido óptimo de asfalto según la prueba de Marshall a partir del porcentaje de contenido de asfalto por unidad de peso, el porcentaje de porosidad, vacíos en agregados minerales, vacíos rellenos con asfalto, índice de fluidez, estabilidad y dureza. Es así que, estableció un diseño para la mezcla asfáltica con 1 % de vidrio de 43 % de grava chancada, 31.5 % de arena chancada, 23.5 % de arena natural, 1 % de filler y 1 % de vidrio, para la mezcla asfáltica con 2 % de vidrio de 43 % de piedra chancada, 31 % de arena chancada, 23 % de arena natural, 1 % de filler y 2 % de vidrio; y para la mezcla asfáltica con 3 % de vidrio de 43 % de grava chancada, 30.5 % de arena chancada, 22.5 % de arena

natural, 1 % de filler y 3 % de vidrio. Asimismo, consideró la evaluación del costo por m<sup>3</sup> de mezcla de asfalto. Como resultados obtuvo que, el contenido de asfalto para la MAC convencional, MAC con 1 % y 3 % de vidrio es de 6.1 % y para la MAC con 2 % de vidrio de 5.9 %; en cuanto a la cantidad de vacíos con aire obtuvo que estos se reducen en 0.77 % y 1.54 % en la MAC con 1 % y 3 %, más en la MAC con 2 % se dio un incremento de 7.95 %; respecto al peso específico este se reduce en 0.13 % y 0.09 % en la MAC con 1 % y 2 %, más en la MAC con 3 % se da un incremento de 0.17 %; referente a los vacíos de material agregado compactado encontró un incremento con la MAC con 1 % de vidrio en 2.27 %, una reducción de 0.57 % con la MAC con 3 % de vidrio, no obstante con la MAC con 2 % vidrio se mantuvo este valor; respecto a los vacíos llenos de cemento asfáltico presentó un incremento de 0.26 % con la MAC con 1 % y 3 % de 0.26 %, más en la MAC con 2 % de vidrio se redujo en 3.34 %; lo referente a la estabilidad obtuvo un incremento progresivo de 6.61 %, 7.48 % y 9.97 % en cada una de las mezclas; referente al flujo no encontró variación con la MAC con 1 % de vidrio, pero en la MAC con 2 % encontró una reducción de 1.78 % y un incremento en la MAC con 3 % de 17.46 %; por último, en cuanto al índice de rigidez encontró un incremento de 3.77 %, 5.30 % y 2.34 % en cada una de las mezclas modificadas con vidrio. Otro aspecto, que resaltó es la variación del costo por m<sup>3</sup> de asfalto, la misma que correspondió al 7.02 %, 11.43 % y 21.07 % a medida que se agregó el vidrio. Concluyó que, la adición de vidrio incrementa la estabilidad, el índice de rigidez y el costo

de las mezclas asfáltica; no obstante, técnicamente estos cumplen con lo estipulado en las especificaciones técnicas generales para la construcción del MTC.

Torres (2019) realizó la investigación “Uso del vidrio reciclado en el diseño de mezcla asfáltica para la Av. Chulucanas entre Av. Sánchez Cerro y la Av. Principal de Santa Margarita – Piura, 2018”, estableciendo como objetivo determinar el porcentaje óptimo de vidrio reciclado y comparar el costo – beneficio de la mezcla asfáltica. Para ello realizó mezclas de asfalto con 5 % (38 % de piedra chancada, 35 % de arena chancada, 22 % de arena zarandeada y 5 % de vidrio) y 10 % (38 % de piedra chancada, 38 % de arena chancada, 14 % de arena zarandeada y 4 % de vidrio) de vidrio molido pasantes de la malla N° 4; para luego medir la estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos con aire, vacíos en el agregado mineral e índice de rigidez de acuerdo al ensayo Marshall. Como resultados obtuvo para el diseño de mezcla asfáltica A (75 golpes), el contenido de cemento asfáltico para la MAC con 5 % de vidrio de 5.35 % y para la MAC con 10 % de vidrio de 5.62 %; en cuanto a la cantidad de vacíos con aire observó una reducción de 12.24 % con 10 % de vidrio, en los vacíos de material agregado compactado de 5.26 %, un incremento de 13.78 % de la estabilidad, incremento en el flujo de 6.42 % y acentuación del índice de rigidez de 13.02 %; no obstante, ambas mezclas de asfalto cumplieron con lo establecido en las especificaciones técnicas generales para la construcción del MTC. Concluyó así que, el contenido óptimo de vidrio molido en la mezcla asfáltica es de 10 % en relación a todos los agregados.



Melendrez y Pinedo (2020) desarrollaron la investigación “Efecto del vidrio molido reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente, utilizando agregados de la cantera La Soledad”, considerando como objetivo analizar el efecto que produce el vidrio reciclado molido en las propiedades de la mezcla asfáltica de acuerdo al ensayo Marshall y resistencia al desgaste. Para lo cual realizaron un diseño de mezcla asfáltica en caliente convencional de acuerdo al método Marshall bajo la dosificación de 50 % de agregado fino, 48 % agregado grueso y 2 % de cal hidráulica; además, de realizar variaciones de contenido de asfalto de 5.5 %, 6 %, 6.5 %, 7 % y 7.5 %; asimismo, optaron por realizar el diseño de mezclas asfálticas modificadas con vidrio en 10 %, 15 % y 20 % para comparar la estabilidad, el peso unitario, el contenido de vacíos de aire, el flujo, los vacíos del material agregado compactado, índice de rigidez y desgaste. Como resultados obtuvieron que, el contenido óptimo de asfalto para todas las muestras es de 6.3 %, una reducción del contenido de vacíos en hasta 32.52 %, reducción del peso específico de 0.04 %, incremento de los vacíos de material agregado compactado en 40.22 %, incremento de estabilidad de 2.50 %, reducción del flujo en hasta 3.03 %, incremento del índice de rigidez de 9.92 % e incremento de desgaste de 86.38 %, todo ello en comparación de la mezcla asfáltica convencional con la MAC con 15 % de vidrio molido. Concluyen así que, el reemplazo del vidrio molido incrementa la estabilidad de la mezcla asfáltica, obteniendo una dosificación óptima de vidrio de 14.8 % como agregado fino; no obstante, obtuvieron un incremento de desgaste de la MAC con vidrio.

### 2.1.2. Internacionales

Hernández y Rodríguez (2018) realizó la investigación “Modificación de mezclas asfálticas listas para instalar en caliente mediante fibras de vidrio y fibras sikafiber AD”, que Presentó un estudio sobre la modificación de una mezcla bituminosa conocida como asfalto EZ, mediante la adición separada de fibrina: fibra de vidrio y sikafiber® AD. Probaron la mezcla de asfalto en caliente usando un instrumento Marshall INVE-748 - 13. Moldearon seis bollos estándar sin agregar filamento, tres en frío y tres en caliente, como punto de partida para comparar con otras muestras; Luego agregaron a otra docena de muestras pedazos de fibra de vidrio en círculos de 101.6 mm o 4" de diámetro, de la siguiente manera: los tres primeros eran circulares, los siguientes tres eran con dos, y así sucesivamente. Se completaron doce moldes, incorporando los recomendados. Relación sikafiber® AD hecha por el fabricante (1 kg/m<sup>3</sup>) en mezcla asfáltica en EZ Street. Calcularon las proporciones de estos gránulos e hicieron gránulos con diferentes proporciones de filamentos sikafiber® AD (0,5 g - 1,0 g - 1,5 g - 2,0 g), tres por cada cantidad de filamento. Con base en los resultados obtenidos en las pruebas en el Laboratorio Marshall, concluyeron que ninguna de las fibras utilizadas para modificar la mezcla asfáltica EZ Street se utilizó para mejorar sus propiedades mecánicas. En conclusión, pudieron observar y verificar a través de las pruebas de Marshall que el aumento de la temperatura de compresión de la mezcla produce cambios relevantes y significativos en la estabilidad

y fluidez, en contraste con lo que provocan las fibras de vidrio añadidas a la mezcla.

Revelo (2016) desarrolló la investigación “Estabilización de mezclas asfálticas drenantes mediante la inclusión de fibras de vidrio y metálicas” su objetivo es enfatizar la preparación de mezclas, así como dar a conocer sus ventajas y desventajas para su uso futuro en la construcción. Mediante gráficos y tablas, compare los porcentajes de asfalto para alcanzar la puntuación óptima. Cuando se logró este objetivo y para mejorar las propiedades mecánicas del compuesto, introdujo tanto las fibras de vidrio como las metálicas. Uso 3.5 % de fibra de vidrio y de fibra metálica respecto al total de mezcla y realizó el ensayo de estabilización Marshall para evaluar la mezcla. Los resultados arrojaron una mejora notable en la estabilidad en las mezclas, las características mecánicas del elemento diseñado con la fibra de vidrio como la fibra metálica. Añadir un elemento adicional (fibras) al diseño patrón el porcentaje de vacíos no se ve muy afecto respecto al diseño original incluso después de adicionar la fibra sigue cumpliendo con el rango de vacíos de entre 18 a 25 %. En conclusión, observó una mejora en los dos diseños con fibras respecto al diseño patrón sin embargo la fibra de vidrio obtuvo un mejor resultado en disminución del desgaste respecto al diseño con fibra metálica.

Freire (2018) realizó la investigación “Uso de vidrio molido en las mezclas asfálticas, con el propósito de reducir la contaminación” centrarse en el diseño de mezclas asfálticas con la adición de

vidrio triturado, obteniendo resultados mecánicos y de costos para determinar si este enfoque se puede implementar en nuestra práctica. Hizo la mezcla asfáltica original obteniendo la curva de dosis, para determinar cada muestra, y por el método de Marshall obtuvo la relación óptima de asfalto requerida, y determinó la estabilidad y la velocidad de flujo para cada muestra. El vidrio molido lo agregó en porcentajes de 3 %, 6 %, 9 %, 12 %, 15 % respecto a la mezcla de asfalto, determinando los resultados sobre estabilidad, fluidez y contenido en blanco para comparación, análisis y comparación con los resultados obtenidos con la mezcla original. Los resultados demostraron que el costo de la mezcla asfáltica aumentó respecto al porcentaje de vidrio molido que se le agregue; al aumentar el vidrio molido en 3 % y 6 % de adición, los resultados variaron significativamente, sin embargo, a medida que fue aumentando el vidrio las variaciones fueron tomando una tendencia constante. En conclusión, la resistencia medida por estabilización es mucho mayor con la adición de vidrio de esmerilado. El valor de la mezcla aumentará, hay una relación proporcional, sin embargo, el aumento no es significativo, es solo un 0,02% de aumento por m<sup>3</sup> en comparación con la mezcla original. La relación óptima que se obtiene es del 12% ya que se tiene en cuenta la estabilidad, la fluidez y la relación de vacíos, sin embargo, si se eliminan los agregados finos, se puede agregar un porcentaje de vidrio a la mezcla, y la mezcla asfáltica será mayor. Esto evitará que la mezcla se endurezca.

## 2.2. Bases teóricas o científicas

### 2.2.1. Tipos de pavimentos

**Pavimento rígido (concreto u hormigón):** Consiste en una losa de concreto con o sin refuerzo soportada por una base granular colocada directamente sobre el subsuelo. (Zuñiga, 2015).

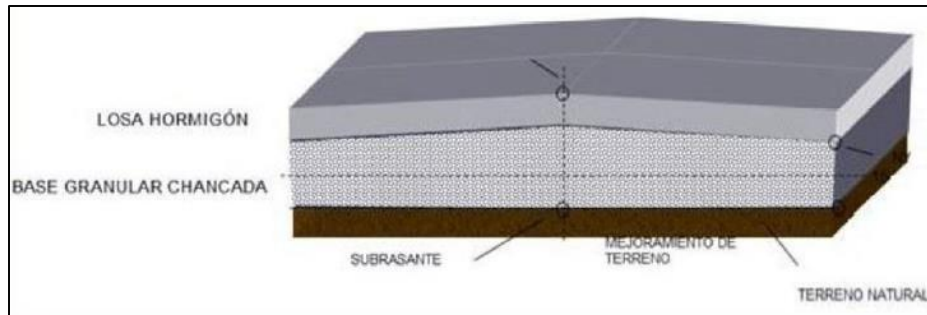


Figura 2. Pavimento rígido.

Fuente: Zuñiga (2015).

**Pavimentos flexibles:** Consta de una serie de capas que transmiten las cargas del tráfico al suelo natural, y no permiten que se deforme. (Zuñiga, 2015).

En el pavimento flexible las capas estructurales pueden ser granulares y asfálticas, no sólo se forma por capas de rodado, sino también por todas las que conforman la estructura (Zuñiga, 2015).

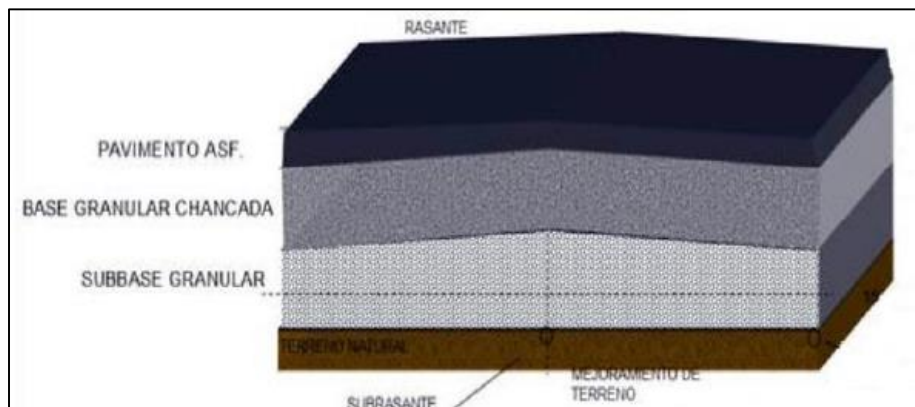
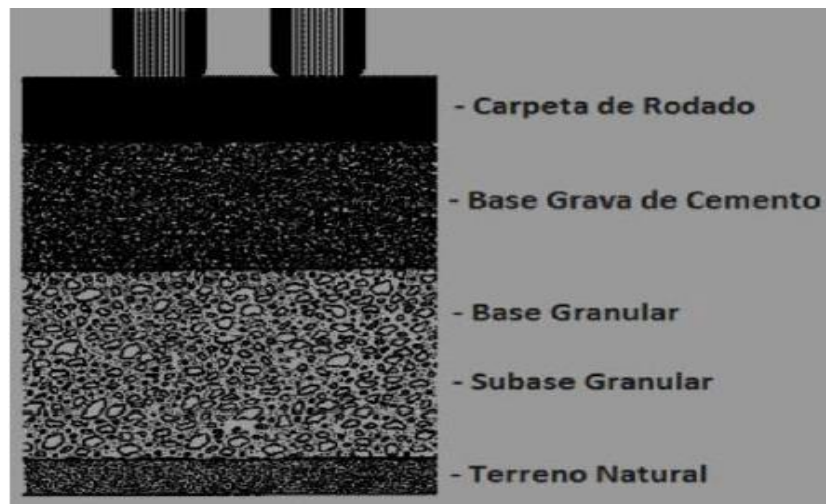


Figura 3. Pavimento flexible.

Fuente: Zuñiga (2015).

**Pavimentos semiflexibles:** Tiene como característica usar una carpeta de rodado asfáltico y que tiene como base una grava cemento (estabilizada con cemento) (Zuñiga, 2015).

El esquema siguiente muestra un diseño típico de pavimento semiflexible, según Zuñiga (2015):



*Figura 4.* Pavimento semiflexible.  
Fuente: Zuñiga (2015).

### **Capas de protección**

Todas aquellas capas que no generan propiedades a la estructura del pavimento y en condiciones generales son aplicaciones que no sobrepasan el espesor de los 3 cm (Zuñiga, 2015).

Según Zuñiga (2015), las clasificación de las capas de protección son:

**Riegos asfálticos:** Es el uso de asfalto líquido sobre una capa granular o asfáltica para lograr un objetivo específico. (Zuñiga, 2015).

**Riegos asfalto-agregado:** Son riegos asfálticos que se cubren por una o varias capas de agregado, ya sean arenas finas o gravas (Zuñiga, 2015).

Se define el tamaño del espesor del tratamiento dependiendo del volumen del adicionado pétreo en la inicial capa, las capas de adicionados pétreos sucesivas, solo sirven para rellenar huecos de la capa anterior (Zuñiga, 2015).

**Sellos de mezclas:** Es una mezcla de ligante asfáltico que se cubren con capas de agregados sobre un pavimento ya existente. La función de cada sello defenderá del tamaño del agregado (Zuñiga, 2015).

### **Mezclas asfálticas en caliente**

Es la unión de áridos (incluido el polvo mineral) con un ligante. La cantidad de ligante y agregado establece las pertenencias físicas de la mezcla. (Zuñiga, 2015).

Para fabricarlo se calienta el agregado pétreo y el ligante a alta temperatura, muy superior a la ambiental; luego de esto se coloca en la obra (Zuñiga, 2015).

### **2.2.2. Agregados minerales gruesos**

Los agregados gruesos, deben cumplir con los requerimientos establecidos en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Requerimiento para los agregados gruesos.

| Ensayos                              | Norma      | Requerimiento de acuerdo a la altitud |             |
|--------------------------------------|------------|---------------------------------------|-------------|
|                                      |            | ≤ 3000 msnm                           | > 3000 msnm |
| Durabilidad (al sulfato de magnesio) | MTC E 209  | 18% máx.                              | 15% máx.    |
| Abrasión de los ángeles              | MTC E 207  | 40% máx.                              | 35% máx.    |
| Adherencia                           | MTC E 517  | 95                                    | 95          |
| Índice de durabilidad                | MTC E 214  | 35% máx.                              | 35% máx.    |
| Partículas chatas y alargadas        | MTC E 4791 | 10% máx.                              | 10% máx.    |
| Caras fracturadas                    | MTC E 210  | 85/50                                 | 90/70       |
| Sales solubles                       | MTC E 219  | 0.5% máx.                             | 0.5% máx.   |
| Absorción                            | MTC E 206  | 1.0% máx.                             | 1.0% máx.   |

Fuente: MTC (2013).

### 2.2.3. Agregados minerales finos

Los agregados finos, deben cumplir con los requerimientos de la Tabla 2.

**Tabla 2.** Requerimiento para los agregados finos.

| Ensayos                              | Norma     | Requerimiento de acuerdo a la altitud |             |
|--------------------------------------|-----------|---------------------------------------|-------------|
|                                      |           | ≤ 3000 msnm                           | > 3000 msnm |
| Equivalente de arena                 | MTC E 114 | 60                                    | 70          |
| Angularidad del agregado fino        | MTC E 222 | 30                                    | 40          |
| Azul de metileno                     | MTC E 517 | 8 máx.                                | 8 máx.      |
| Índice de plasticidad (malla N° 40)  | MTC E 111 | NP                                    | NP          |
| Durabilidad (al sulfato de magnesio) | MTC E 209 | -                                     | 18% máx.    |
| Índice de durabilidad                | MTC E 214 | 35 min.                               | 36 min.     |
| Índice de plasticidad (malla N° 200) | MTC E 111 | 4 máx.                                | NP          |
| Sales solubles totales               | MTC E 219 | 0.5% máx.                             | 0.5% máx.   |
| Absorción                            | MTC E 205 | 0.5% máx.                             | 0.5% máx.   |

Fuente: MTC (2013).

### 2.2.4. Método Marshall

Según Garnica, Delgado y Sandoval (2005), este método fue desarrollado por Bruce Marshall, un ingeniero de asfalto de la Administración de Carreteras del Estado de Mississippi; El



Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU., después de una extensa investigación y estudio, mejoró y agregó muchos aspectos al proceso y desarrolló estándares de diseño mixto. Este método utiliza muestras estándar de 64 mm (2 ½") de altura y 102 mm (4 pulgadas) de diámetro; calentadas, combinadas y prensadas en una mezcla asfáltica (ASTM D1559). Los aspectos principales del método son el análisis de densidad, porosidad, estabilidad y flujo de la muestra presurizada.

### 2.2.5. Resistencia

Se moldearán dos probetas de muestras como mínimo, para verificar su resistencia en el ensayo de laboratorio Marshall (MTC E 504); en escritura paralela se determina la densidad media de 4 probetas moldeadas ( $E_m$ ) (MTC, 2013).

La persistencia media de 4 probetas ( $E_m$ ) debe ser al menos igual al 95 % de la persistencia de la mezcla de la fórmula de trabajo ( $E_t$ ) (MTC, 2013).

$$E_m \geq 0.95E_t \quad \text{(Ecuación 1)}$$

También, la estabilidad de cada una de las probetas ( $E_i$ ) tendrá que ser semejante o mayor al 90 % del valor medio de estabilidad, solo se admitirá un valor particular que ese por debajo de ese límite (MTC, 2013).

$$E_i \geq 0.95E_m \quad \text{(Ecuación 2)}$$

De incumplir alguna de estas exigencias se rechazará el tramo presentado en las muestras (MTC, 2013).

#### **2.2.6. Flujo**

El flujo intermedio de las probetas evaluadas en el ensayo de persistencia ( $F_m$ ) tendrá que encontrarse entre el 90% y el 110% del valor que se obtenga en la mezcla que se apruebe como fórmula de trabajo ( $F_t$ ) (MTC, 2013).

$$\begin{aligned} 0.9F_t &\leq F_m && \text{(Ecuación 3)} \\ &\leq 1.10F_t \end{aligned}$$

El caudal medio puede estar dentro del rango especificado, pero si coincide con el valor obtenido de la fórmula de trabajo, el supervisor comparará el resultado con la estabilidad y decidirá si lo acepta o lo rechaza. (MTC, 2013).

#### **2.2.7. Peso específico teórico máximo de mezclas asfálticas para pavimentos**

El peso específico máximo se utiliza para calcular los vacíos de aire en la mezcla compactada, así como para calcular la cantidad de betún absorbido por el agregado y, finalmente, para proporcionar valores de referencia para la presión, mezclas endurecedoras utilizadas en pavimentación. (MTC, 2016).

Procedimiento

- Las partículas de la muestra se separan cuidadosamente para que las partículas minerales no se rompan, de forma que la fracción exacta del árido no supere los 6,3 mm. (MTC, 2016).
- Enfriar la muestra a temperatura ambiente, se coloca en un recipiente y se pesa. Se designa el peso neto de la muestra, se agregará suficiente agua a una temperatura aproximada de 25 °C hasta que se cubra la muestra (MTC, 2016).
- El aire atrapado se elimina aplicando presión absoluta dentro de un vacío parcial de 30 mmHg (4 kPa) o menos, durante 5 a 15 minutos. Un vacío parcial de presión absoluta de 4 kPa (30 mmHg) equivale aproximadamente a una lectura de 730 mmHg en una escala de vacío a nivel del mar. El recipiente se agita de forma continua con los contenidos, ya sea de forma manual agitada vigorosamente o mediante un dispositivo mecánico, todo esto en un intervalo de dos minutos (MTC, 2016).
- Justo después de remover el aire atrapado, se procede a ejecutar las siguientes determinaciones:

Peso en agua. El recipiente usado con el contenido se suspende en un baño de agua y se determina el peso después de la inmersión durante  $10 \pm 1$  min. La temperatura del agua del baño debe ser  $25 \pm 1$  °C de ser

diferente a este se corrige el peso a 25° C. Se designa el peso neto de la muestra en el agua a 25° C (MTC, 2016).

Mediciones con el picnómetro a 25 °C. Un recipiente o picnómetro lleno de agua y su contenido se colocan en un baño de agua a una temperatura de 25 ± 1 °C. Se determina el peso del contenedor y la cantidad de contenido completamente lleno, se esperan 10 ± 1 minuto, luego se designa el peso (MTC, 2016).

Picnómetro grande de plástico. El condensador se llena de agua y se acerca a la temperatura interna, se inserta una tapa de ventilación y se seca la superficie exterior. El agua se verterá suavemente en un tiempo de ± 1 minuto. Se determina el peso del picnómetro totalmente lleno y se designa el peso. Se remueve el tapón ventilado y se registra la temperatura (MTC, 2016).

El peso específico de la muestra se determina según MTC (2016):

Cuando la temperatura de prueba sea significativamente diferente de 25 °C, corrija los efectos de la temperatura de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & \text{Peso específico} \\ & = \frac{A}{[(A + F) - (G + H)]} \times \frac{dw}{0.9970} \end{aligned} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

Donde.

A = Peso de la muestra seca al aire (g).

F = Peso del picnómetro lleno con agua a la temperatura de ensayo.

G = Peso del picnómetro lleno con agua y muestra a la temperatura de

ensayo,

H = Corrección por expansión térmica del asfalto, g.

dw = Peso unitario del agua a la temperatura de ensayo. Curva D en la Figura 5, Mg/m<sup>3</sup>.

0.9970 = Peso unitario del agua a 25 °C, Mg/m<sup>3</sup>.

La relación (dw/0.9970) se halla en la curva R de la Figura 5.

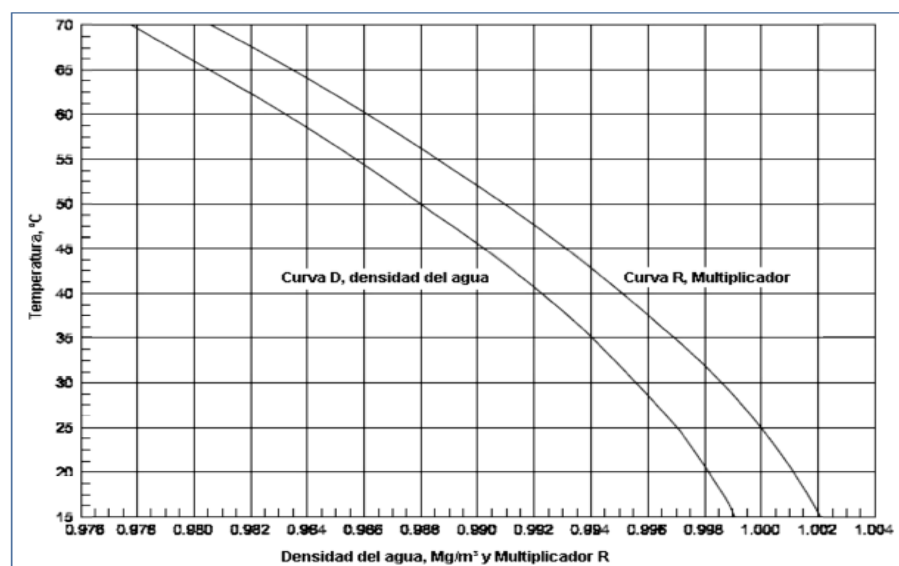


Figura 5. Curvas para determinar los valores D y R de la ecuación 4.

Fuente: MTC (2016).

### 2.2.8. Vidrio

Es un material no cristalino cerámico. Se compone básicamente de sílice, carbonato de sodio, cal y otras sustancias. Depende del propósito que se tenga para el vidrio, será la pureza de los materiales para su fabricación (Freire, 2018).

## Propiedades del vidrio

Según Freire (2018), las propiedades del vidrio son:

- El vidrio es frágil, tiene la capacidad de absorber energía.
- tiene transparencia óptica y es de fácil obtención sus componentes.
- Tiene alta sensibilidad a la temperatura, se solidifica a bajas temperaturas.
- Tiene un volumen específico que es directamente proporcional a la temperatura, mientras mayor temperatura el volumen sube y mientras menor temperatura baja el volumen.

### 2.2.9. Vidrio reciclado

El vidrio reciclado puede reutilizarse en su totalidad, es un material muy fácil de reutilizar, gracias a esto no solo se reduce el uso de la arena, cuarzo, etc., que es la materia prima del vidrio, sino que también ayuda a reducir el consumo energético entre un 30 y 40 % (Freire, 2018).

El reciclado del vidrio tiene el siguiente proceso, según Freire (2018):

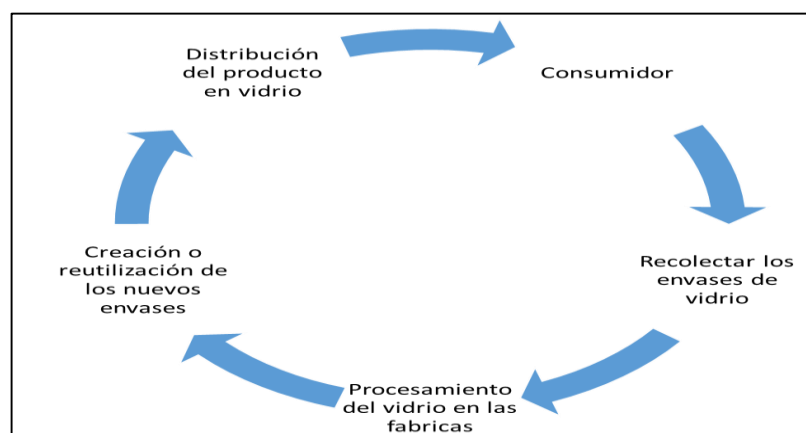


Figura 6. Ciclo de reciclaje del vidrio.

### 2.3. Marco conceptual

**Carretera.** – Según el MTC (2018), Camino donde transitan vehículos motorizados de mínimo 2 ejes, con características geométricas como: pendiente longitudinal, superficie de rodadura y pendiente transversal, sección transversal

**Agregado de gradación gruesa.** - Según MTC (2016), la gradación continua donde predominan los tamaños gruesos.

**Agregado de gradación fina.** – Gradación continua donde predominan los tamaños finos MTC (2016).

**Estabilidad (mezcla asfáltica).** - “Resistencia al esfuerzo que soporta el asfalto ante la carga permanente” (Gutierrez, 2018).

**Vacíos de aire.** – “Espacios pequeños llenados de aire en un material que se encuentre compactado” (Gutierrez, 2018).

**Cemento asfáltico.** – “Es el PEN que se usa para realizar la combinación con los áridos” (Gutierrez, 2018).

**Pavimento:** Es un sistema de diferentes materiales colocado en capas superpuestas, y que se compactan de una forma adecuada (Zuñiga, 2015).

## CAPÍTULO III

### HIPÓTESIS

#### 3.1. Hipótesis general

El vidrio molido como agregado fino influye significativamente en las características de la mezcla de asfalto; cumpliendo con lo especificado por el MTC.

#### 3.2. Hipótesis específicas

- a) El vidrio molido como agregado fino modifica las propiedades físicas de la mezcla de asfalto.
- b) El vidrio molido como agregado fino varía las propiedades mecánicas de la mezcla de asfalto.

#### 3.3. Variables

##### 3.3.1. Definición conceptual de las variables

**Variable independiente (X): vidrio molido.** – Es un material transparente duro y frágil ante los cambios de temperatura, se obtiene fundiendo una mezcla sílice con potasa o sosa y cantidades pequeñas de otras bases (Gutierrez, 2018).

**Variable dependiente (Y): mezcla de asfalto.** – Consiste en emplear asfalto, agregado grueso y fino. Los porcentajes se dan por las características física de la mezcla (Gutierrez, 2018).



### 3.3.2. Definición operacional de las variables

**Variable independiente (X): vidrio molido.** – Se usó en distintos porcentajes tales como 2 %, 5 %, 8 %, 12 % respecto al agregado fino.

**Variable dependiente (Y): mezcla de asfalto.** – Se estimó de acuerdo a lo mínimo requerido por las especificaciones técnicas generales para la construcción según el MTC, siendo estos la cantidad de vacíos con aire, el peso específico, vacíos de material agregado compactado, vacíos llenos de asfalto, estabilidad, flujo e índice de rigidez.

### 3.3.3. Operacionalización de las variables

En la siguiente tabla se muestra la operacionalización de la variable independiente determinada por el vidrio molido y la variable dependiente representada por la mezcla de asfalto:

**Tabla 3.** Operacionalización de las variables: vidrio molido y mezcla de asfalto.

| Variables  | Dimensiones                  | Indicadores                                       |
|--|------------------------------|---|
| <b>Variable independiente</b><br><b>(X): Vidrio molido</b> | Cantidad de vidrio<br>molido | Porcentaje de vidrio respecto al agregado<br>fino |
| <b>Variable dependiente (Y):</b><br>Mezcla de asfalto      | Propiedades<br>físicas       | Cantidad de vacíos con aire.                      |
|  |                              | Peso específico.                                  |
|  |                              | Vacíos de material agregado compactado.           |
|  |                              | Vacíos llenos de cemento asfáltico.               |
|  | Propiedades<br>mecánicas     | Estabilidad.                                      |
|  |                              | Flujo.  |
|  |                              | Índice de rigidez                                 |

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1. Método de investigación**

Se investigó utilizando el método científico a partir de observaciones, mediciones, experimentos, formulando hipótesis, analizando las y modificándolas de forma sistemática.

#### **4.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es de tipo aplicada, de esta manera, se aplicó el conocimiento existente referente al diseño de mezclas asfálticas en caliente y las especificaciones técnicas mínimas que debe cumplir según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, todo ello para evaluar cómo afecta diferentes cantidades de vidrio molido (2 %, 5 %, 8 % y 12 %) como sustituto parcial del adicionado fino en una mezcla asfáltica.

#### **4.3. Nivel de investigación**

El nivel de investigación fue explicativo, porque el objetivo es establecer la causa y el efecto de un fenómeno particular, para buscar no solo qué son las cosas sino también por qué ocurren; es así que, esta investigación determinó cómo influye el reemplazo parcial del vidrio molido en 2 %, 5 %, 8 % y 12 % en el agregado fino en las propiedades físicas y mecánica de la mezcla de asfalto.

#### **4.4. Diseño de la investigación**

El diseño de investigación fue el experimental, pues se manipuló deliberadamente la variable independiente (vidrio molido) en relación a porcentajes y se observó los efectos en la variable dependiente (mezcla de asfalto) de acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio.

#### 4.5. Población y muestra

##### 4.5.1. Población

La población correspondió a 34 briquetas de mezcla asfáltica convencional y modificada con vidrio molido, tal como se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Población para la investigación.

| Tipo de mezcla asfáltica | Número de briquetas por cantidad de cemento asfáltico |       |       |       |       |       |
|--------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
|                          | 4.50%   | 5.00% | 5.50% | 6.00% | 6.50% | 7.00% |
| MAC convencional         | 3   | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     |
| MAC + 2 % vidrio         |   |       |       | 4     |       |       |
| MAC + 5 % vidrio         |   |       |       | 4     |       |       |
| MAC + 8 % vidrio         |   |       |       | 4     |       |       |
| MAC + 12 % vidrio        |   |       |       | 4     |       |       |
| Total                    | 34  |       |       |       |       |       |

##### 4.5.2. Muestra

La muestra corresponde a toda la población (36 briquetas de mezcla asfáltica), por lo tanto, no se utilizó técnica de muestreo.

#### 4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 4.6.1. Técnicas de recolección de datos

**Observación directa.** – Se utiliza especialmente en la toma de datos en laboratorio, para la producción de briquetas de mezcla asfáltica convencional y mejorados con vidrio como alternativa de agregados finos.

**4.6.2. Instrumentos de recolección de datos:** Se usaron fichas para registrar los datos obtenidos en el laboratorio durante cada prueba realizada para determinar las propiedades de la mezcla asfáltica.

#### 4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

##### 4.7.1. Obtención de datos

En primera instancia se recolectó agregado de la cantera denominada Inversiones Vidal Olivares E.I.R.L., ubicada en el puente Matahuasi en la provincia de Concepción, específicamente en la coordenada Este 463165.58 m y Norte 8685333.99 m, tal como se muestra:



*Figura 7.* Obtención de los agregados para las mezclas asfálticas.

Recolección de botellas de vidrio para su utilización en la elaboración de las mezclas asfálticas:



Figura 8. Botellas de vidrio a utilizar en la investigación.

Trituración de las botellas de vidrio:



Figura 9. Trituración de las botellas de vidrio.

Determinación de la granulometría del vidrio, considerándose lo retenido desde el tamiz 3/8", tal como se muestra en la Tabla 5.



Figura 10. Análisis granulométrico del vidrio molido.

Tabla 5. Granulometría del vidrio molido.

| Tamiz  | Peso retenido (g) | Acumulado (%) |         |
|--------|-------------------|---------------|---------|
|        |                   | Retenido      | Pasante |
| 1"     | 0.00              | 0.00          | 100.00  |
| 3/4"   | 0.00              | 0.00          | 100.00  |
| 1/2"   | 0.00              | 0.00          | 100.00  |
| 3/8"   | 2.20              | 0.20          | 99.80   |
| N° 4   | 125.51            | 11.80         | 88.20   |
| N° 10  | 238.73            | 33.90         | 66.10   |
| N° 40  | 417.73            | 72.60         | 27.40   |
| N° 80  | 177.80            | 89.10         | 10.90   |
| N° 200 | 68.78             | 95.40         | 4.60    |
| Fondo  | 48.52             | 99.90         | 0.10    |

Del mismo modo se procedió al análisis granulométrico del agregado fino y grueso de los agregados tal como se muestra en la Figura 11, Figura 12, Tabla 6 y Tabla 7.





Figura 11. Análisis granulométrico de los agregados finos.



Figura 12. Análisis granulométrico de los agregados gruesos.

**Tabla 6.** Granulometría del agregado fino.

| Tamiz  | Peso retenido (g) | Acumulado (%) |         |
|--------|-------------------|---------------|---------|
|        |                   | Retenido      | Pasante |
| 1"     | 0.00              | 0.00          | 100.00  |
| 3/4"   | 0.00              | 0.00          | 100.00  |
| 1/2"   | 0.00              | 0.00          | 100.00  |
| 3/8"   | 2.20              | 0.20          | 99.80   |
| N° 4   | 125.51            | 11.80         | 88.20   |
| N° 10  | 238.73            | 33.90         | 66.10   |
| N° 40  | 417.73            | 72.60         | 27.40   |
| N° 80  | 177.80            | 89.10         | 10.90   |
| N° 200 | 68.78             | 95.40         | 4.60    |
| Fondo  | 48.52             | 99.90         | 0.10    |

**Tabla 7.** Granulometría del agregado grueso.

| Tamiz  | Peso retenido (g) | Acumulado (%) |         |
|--------|-------------------|---------------|---------|
|        |                   | Retenido      | Pasante |
| 1"     | 58.90             | 0.99          | 99.01   |
| 3/4"   | 3013.90           | 51.60         | 48.40   |
| 1/2"   | 2857.70           | 99.70         | 0.30    |
| 3/8"   | 10.50             | 99.80         | 0.20    |
| N° 4   | 0.00              | 99.80         | 0.20    |
| N° 10  | 0.79              | 99.90         | 0.10    |
| N° 40  | 0.56              | 99.90         | 0.10    |
| N° 80  | 0.91              | 99.90         | 0.10    |
| N° 200 | 1.48              | 99.90         | 0.10    |
| Fondo  | 2.91              | 100.00        | 0.00    |

Por lo tanto, determinamos además la gravedad específica y la absorción, el equivalente de arena, las impurezas orgánicas, la inalterabilidad del agregado, sales solubles, la adhesividad de los ligantes bituminosos, el límite



líquido, plástico e índice de plasticidad al agregado fino, tal como se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 8.** Parámetros del agregado fino.

| Parámetro                                    | Valor  |                      |
|--|--------|----------------------|
| Gravedad específica                          | 2.59   | g/cm <sup>3</sup>    |
| Absorción                                    | 1.06   | %                    |
| Equivalente de arena                         | 81.00  | %                    |
| Impureza orgánica                            | 1.00   | N° de placa orgánica |
| Inalterabilidad del agregado fino (pérdidas) | 4.12   | %                    |
| Sales solubles                               | 0.07   | %                    |
|  | 660.00 | PPM                  |
| Adhesividad de ligantes (molaridad)          | M/64   |                      |
| Límite líquido                               | 0.00   | %                    |
| Límite plástico                              | 0.00   | %                    |
| Índice de plasticidad                        | 0.00   | %                    |

Consecuentemente, se determinó el peso específico y absorción, desgaste, impurezas orgánicas, inalterabilidad del agregado, sales solubles y adhesividad del ligante para el agregado grueso, según la siguiente tabla:

**Tabla 9.** Parámetros del agregado grueso.

| Parámetro                                    | Valor  |                      |
|--|--------|----------------------|
| Gravedad específica                          | 2.62   | g/cm <sup>3</sup>    |
| Absorción                                    | 0.94   | %                    |
| Desgaste                                     | 23.66  | %                    |
| Impureza orgánica                            | 1.00   | Nº de placa orgánica |
| Inalterabilidad del agregado fino (pérdidas) | 0.04   | %                    |
| Sales solubles                               | 0.08   | %                    |
|  | 780.00 | PPM                  |
| Adhesividad de ligantes (molaridad)          | M/4    |                      |

Luego se prosiguió a la combinación de los agregados, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 10.** Combinación de agregados para MAC2.

| Tamiz  | % máximo pasante | % mínimo que pasa | Combinación (%) | Arena gruesa (%) | Piedra chancada (%) | Filler (%) | Arena gruesa (%) | Piedra chancada (%) | Filler (%) |
|--------|------------------|-------------------|-----------------|------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------|------------|
| 1"     | 100              | 100               | 100.0           | 68.0             | 27                  | 5          | 100.0            | 100.0               | 100        |
| 3/4"   | 100              | 100               | 100.0           | 68.0             | 27                  | 5          | 100.0            | 100.0               | 100        |
| 1/2"   | 80               | 100               | 80.1            | 68.0             | 7                   | 5          | 100.0            | 26.3                | 100        |
| 3/8"   | 70               | 88                | 72.9            | 67.9             | 0                   | 5          | 99.8             | 0.2                 | 100        |
| N° 4   | 51               | 68                | 65.0            | 60.0             | 0                   | 5          | 88.2             | 0.2                 | 100        |
| N° 10  | 38               | 52                | 50.0            | 44.9             | 0                   | 5          | 66.1             | 0.2                 | 100        |
| N° 40  | 17               | 28                | 23.6            | 18.6             | 0                   | 5          | 27.3             | 0.1                 | 100        |
| N° 80  | 8                | 17                | 12.4            | 7.4              | 0                   | 5          | 10.9             | 0.1                 | 100        |
| N° 200 | 4                | 8                 | 5.0             | -                | 0                   | 5          | -                | 0.1                 | 100        |

Por ello se realizó las siguientes dosificaciones:

**Tabla 11.** Dosificaciones por briqueta de asfalto convencional.

| Agregados       | Fórmula para laboratorio (%) | Masa para ensayos (g) | Masa para ensayos (g) | Masa para ensayos (g) | Masa para ensayos (g) | Masa para ensayos (g) | Masa para ensayos (g) | Masa para ensayos (g) |
|-----------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Piedra chancada | 27.00                        | 311.00                | 309.40                | 307.80                | 306.20                | 304.60                | 302.90                | 301.30                |
| Arena           | 68.00                        | 783.40                | 779.30                | 775.20                | 771.10                | 767.00                | 763.00                | 758.90                |
| Filler          | 5.00                         | 57.60                 | 57.30                 | 57.00                 | 56.70                 | 56.40                 | 56.10                 | 55.80                 |
| Total de áridos | 100.00                       | 1152.00               | 1146.00               | 1140.00               | 1134.00               | 1128.00               | 1122.00               | 1116.00               |
| % de asfalto    |                              | 4.00%                 | 4.50%                 | 5.00%                 | 5.50%                 | 6.00%                 | 6.50%                 | 7.00%                 |
| Masa de asfalto |                              | 48.00                 | 58.00                 | 60.00                 | 66.00                 | 72.00                 | 78.00                 | 84.00                 |

Con el ensayo Marshall se obtuvo el contenido óptimo de asfalto que resultó de 6 %.

Posteriormente, se procedió a realizar el reemplazo del agregado fino por vidrio, según lo siguiente:

**Tabla 12.** Dosificación de agregados para el asfalto con vidrio molido.

| Agregados        | Dosificación |     |     |     |
|------------------|--------------|-----|-----|-----|
| Piedra chancada  | 27%          | 27% | 27% | 27% |
| Vidrio molido    | 2%           | 5%  | 8%  | 12% |
| Arena con vidrio | 68           | 68  | 68  | 68  |
| Filler           | 5            | 5   | 5   | 5   |
| Asfalto          | 6%           | 6%  | 6%  | 6%  |

Por último, se procedió a realizar el ensayo Marshall del asfalto modificado con vidrio.

#### 4.7.2. Análisis de datos descriptivos

Según Hernández, Fernández, y Baptista (2014), para comprobar hipótesis se utiliza la recolección de datos con base en análisis estadísticos y medición numérica con la finalidad de probar teorías; entonces, se usó la estadística descriptiva para organizar los resultados de una manera adecuada.

#### 4.7.3. Análisis de datos inferencial

Asimismo, se utilizó la estadística inferencial para la prueba de hipótesis, donde la prueba estadística dependió de la normalidad de los datos, tal como se detalla en la Tabla 13 donde el nivel de significancia para algunas de las propiedades físicas (vacíos con aire, peso específico, vacíos de material agregado compactado y vacíos llenos de asfalto) es mayor a 0.05 y en otras menor, del mismo modo para las propiedades mecánicas (estabilidad, flujo y rigidez); por lo tanto, se deduce que los datos presentan una distribución no

normal, recurriendo para la prueba de hipótesis al estadístico no paramétrico de Kruskal – Wallis y la comparación de grupos.

**Tabla 13.** Normalidad de los datos obtenidos.

| Asfaltos                               |                      | Shapiro-Wilk |      |      |
|--|----------------------|--------------|------|------|
|  |                      | Estadístico  | gl   | Sig. |
| Vacíos con aire                        | MAC                  | 0.94         | 4.00 | 0.67 |
|  | MAC + 2 % de vidrio  | 0.89         | 4.00 | 0.37 |
|  | MAC + 5 % de vidrio  | 0.88         | 4.00 | 0.35 |
|  | MAC + 8 % de vidrio  | 0.97         | 4.00 | 0.86 |
|  | MAC + 12 % de vidrio | 0.93         | 4.00 | 0.57 |
| Peso específico                        | MAC                  | 0.95         | 4.00 | 0.70 |
|  | MAC + 2 % de vidrio  | 0.81         | 4.00 | 0.11 |
|  | MAC + 5 % de vidrio  | 0.89         | 4.00 | 0.41 |
|  | MAC + 8 % de vidrio  | 0.98         | 4.00 | 0.88 |
|  | MAC + 12 % de vidrio | 0.94         | 4.00 | 0.64 |
| Vacíos de material agregado compactado | MAC                  | 0.94         | 4.00 | 0.62 |
|  | MAC + 2 % de vidrio  | 0.66         | 4.00 | 0.00 |
|  | MAC + 5 % de vidrio  | 0.97         | 4.00 | 0.87 |
|  | MAC + 8 % de vidrio  | 0.92         | 4.00 | 0.52 |
|  | MAC + 12 % de vidrio | 0.76         | 4.00 | 0.05 |
| Vacíos llenos de cemento asfáltico     | MAC                  | 0.94         | 4.00 | 0.66 |
|  | MAC + 2 % de vidrio  | 0.65         | 4.00 | 0.00 |
|  | MAC + 5 % de vidrio  | 0.94         | 4.00 | 0.68 |
|  | MAC + 8 % de vidrio  | 0.88         | 4.00 | 0.34 |
|  | MAC + 12 % de vidrio | 0.98         | 4.00 | 0.91 |
| Estabilidad                            | MAC                  | 0.76         | 4.00 | 0.05 |

|         |                      |      |      |      |
|---------|----------------------|------|------|------|
|         | MAC + 2 % de vidrio  | 0.86 | 4.00 | 0.28 |
|         | MAC + 5 % de vidrio  | 0.97 | 4.00 | 0.85 |
|         | MAC + 8 % de vidrio  | 0.95 | 4.00 | 0.74 |
|         | MAC + 12 % de vidrio | 0.89 | 4.00 | 0.36 |
| Flujo   | MAC                  | 0.85 | 4.00 | 0.22 |
|         | MAC + 2 % de vidrio  | 0.81 | 4.00 | 0.12 |
|         | MAC + 5 % de vidrio  | 0.91 | 4.00 | 0.46 |
|         | MAC + 8 % de vidrio  | 0.94 | 4.00 | 0.68 |
|         | MAC + 12 % de vidrio | 1.00 | 4.00 | 0.98 |
| Rigidez | MAC                  | 0.73 | 4.00 | 0.03 |
|         | MAC + 2 % de vidrio  | 1.00 | 4.00 | 0.99 |
|         | MAC + 5 % de vidrio  | 0.81 | 4.00 | 0.11 |
|         | MAC + 8 % de vidrio  | 0.89 | 4.00 | 0.37 |
|         | MAC + 12 % de vidrio | 0.93 | 4.00 | 0.57 |

#### 4.8. Aspectos éticos de la investigación

Durante la ejecución de la investigación se cumplieron todos los aspectos éticos sin ocasionar daño alguno a la sociedad, al campo académico ni al medio ambiente, se tuvo en cuenta los valores éticos y fueron usados únicamente con fines de investigación de acuerdo a lo especificado en los artículos 27 y 28 del Reglamento General de Investigación y en los artículos 4 y 5 del Código de Ética para la investigación Científica de la Universidad Peruana Los Andes. Se aseguró su fiabilidad y credibilidad con los métodos aplicados, criterios que los profesionales nos brindan, teniendo su aprobación referente en los certificados, rigiéndose de la siguiente forma:

#### **4.8.1. Protección de la persona y de diferentes grupos étnicos y socio culturales**

En el proceso de la investigación fue necesario relacionarse con personas clave que influirían en el correcto desarrollo de la misma, considerándolos como un fin y no un medio para lograrlo, respetando su dignidad humana, la identidad y diversidad, de misma forma su libertad y derecho a la autodeterminación informativa, guardando la privacidad de cada una de las personas involucradas para llevar a cabo la investigación

#### **4.8.2. Consentimiento informado y expreso.**

Todos los participantes que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación colaboraron de manera voluntaria, libre, inequívoca y específica, por lo tanto, todos estaban conscientes del uso de la información para los fines de la investigación

#### **4.8.3. Beneficencia y no maleficencia.**

Los involucrados en desarrollar las áreas técnicas de laboratorio, con fines netamente de investigación, no tuvieron daños físicos ni psicológicos, buscando siempre el máximo beneficio y minimizando los efectos adversos.

#### **4.8.4. Protección al medio ambiente y el respeto a la biodiversidad**

En todo el proceso de la presente investigaciones se evitó al máximo las acciones perjudiciales y negativas contra la naturaleza, biodiversidad, de mismo como a la diversidad genética.



#### **4.8.5. Responsabilidad**

Tenemos el compromiso constante con las instituciones que prestaron servicios a favor de la investigación realizada, siendo conscientes de las repercusiones, siendo poco probables, relacionándonos con la pertenecía que brinda nuestra investigación.

#### **4.8.6. Veracidad**

La presente investigación tiene como único fin demostrar la veracidad, y eficiencia de las nuevas tecnologías aplicadas, teniendo como respaldo los certificados, información, diagramas elaborados por colaboradores, siendo así que demostramos nuestro compromiso con las normas y leyes estando apegos únicamente a la verdad.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

Para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los compuestos asfálticos, se realizaron cinco conjuntos de comparaciones, el primer conjunto es una mezcla asfáltica convencional y el siguiente conjunto son compuestos asfálticos modificados con vidrio para reemplazar la mezcla bituminosa, reemplazo parcial de agregados finos en 2 %, 5 %, 8 % y 12 %.

#### **5.1. Descripción de resultados**

##### **5.1.1. Propiedades físicas de la mezcla de asfalto con vidrio molido**

En cuanto a las propiedades físicas se consideró a la cantidad de vacíos con aire, al peso específico, desocupados de material agregado compactado y desocupados llenos de cemento asfáltico, tanto para la mezcla asfáltica convencional y mezclas asfálticas modificadas con vidrio molido (2 %, 5 %, 8 % y 12 % en relación al agregado fino), tal como se muestra en los siguientes numerales:

##### **Cantidad de vacíos con aire**

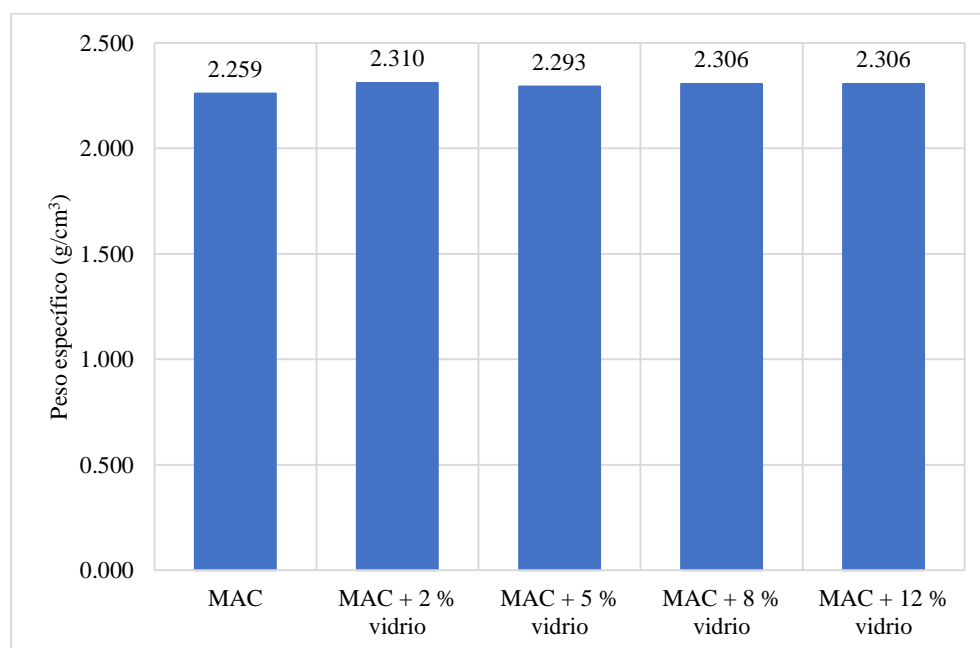
En la Tabla 14 se muestra los resultados referentes a la cantidad de vacíos con aire en las mezclas de asfalto; de lo cual, la MAC convencional presentó un promedio de vacíos con aire de 4.13 %, la MAC con 2 % de vidrio de 6.63 %, la MAC con 5 % de vidrio de 6.03 %, la MAC con 8 % de vidrio de 5.13 % y la MAC con 12 % de vidrio de 3.90 %; por lo tanto, se tiene que, al sustituir agregado fino en 2 %, 5 % y 8 % se da el incremento de la cantidad

de vacíos en la mezcla asfáltica hasta en 60.28 %; pero, al sustituir 12 % de agregado fino por vidrio molido se da una reducción de 5.65 %.

**Tabla 14.** Cantidad de vacíos con aire en las mezclas de asfalto.

| Muestras          | Cantidad de vacíos con aire (%) |      |      |      | Desviación estándar | Promedio (%) | Variación (%) |
|-------------------|---------------------------------|------|------|------|---------------------|--------------|---------------|
|                   | 1°                              | 2°   | 3°   | 4°   |                     |              |               |
| MAC               | 5.00                            | 3.30 | 4.10 |      | 0.85                | 4.13         | 0.00          |
| MAC + 2 % vidrio  | 6.40                            | 6.50 | 6.60 | 7.00 | 0.26                | 6.63         | 60.28         |
| MAC + 5 % vidrio  | 5.60                            | 7.10 | 4.20 | 7.20 | 1.42                | 6.03         | 45.77         |
| MAC + 8 % vidrio  | 3.80                            | 4.60 | 5.70 | 6.40 | 1.15                | 5.13         | 23.99         |
| MAC + 12 % vidrio | 3.40                            | 4.80 | 4.20 | 3.20 | 0.74                | 3.90         | -5.65         |

De la misma forma en la Figura 13 se muestra la variabilidad de los promedios obtenidos referente a la cantidad de vacíos con aire en las mezclas de asfalto sin y con vidrio triturado.



*Figura 13.* Cantidad de vacíos con aire en las mezclas de asfalto.

Referente a la variación de la cantidad de vacíos con aire en las mezclas de asfalto, se tiene la Figura 14, donde en primera instancia se da un

incremento del contenido de vacíos con el reemplazo de vidrio en 2 %, pero a medida que se va aumentando este se reduce hasta 5.65 % que la mezcla patrón con 12 % de vidrio.

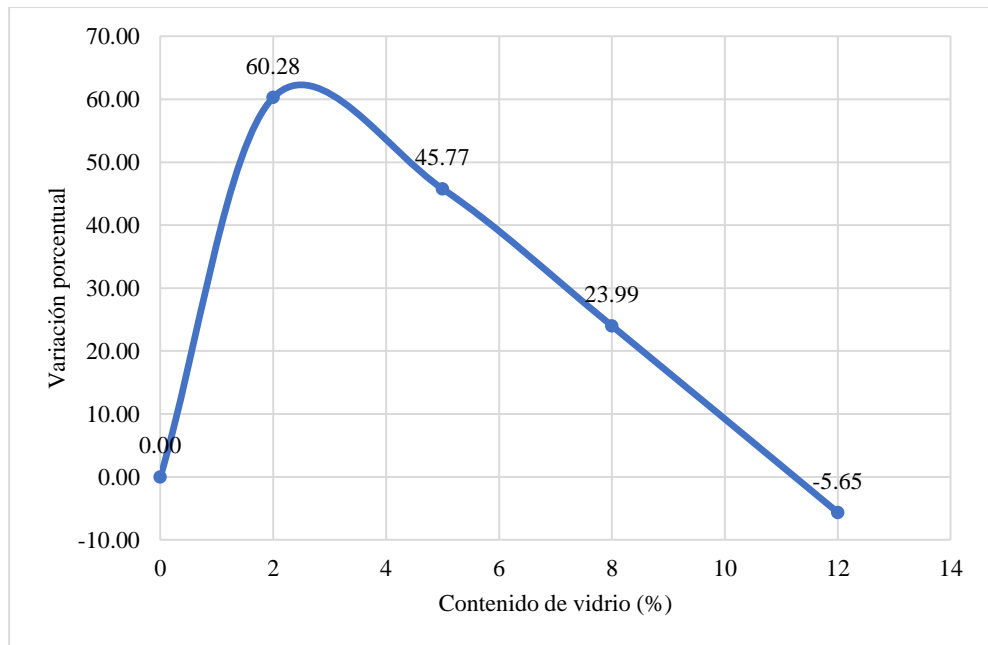


Figura 14. Variación de la cantidad de vacíos con aire en las mezclas de asfalto.

### Peso específico

Los resultados del peso específico de las mezclas asfálticas se detallan en la Tabla 15, donde la MAC convencional presentó un promedio de peso específico de 2.26 g/cm<sup>3</sup>, la MAC con 2 % de vidrio de 2.31 g/cm<sup>3</sup>, la MAC con 5 % de vidrio de 2.29 g/cm<sup>3</sup>, la MAC con 8 % de vidrio de 2.31 g/cm<sup>3</sup> y la MAC con 12 % de vidrio de 2.31 g/cm<sup>3</sup>. Por lo tanto, reemplazar el agregado fino con vidrio esmerilado aumentará la gravedad específica de la mezcla asfáltica hasta 2.27 % (MAC con 2 % de vidrio).

Tabla 15. Peso específico de las mezclas de asfalto.

| Muestras | Peso específico (g/cm <sup>3</sup> ) |  |  |  |
|----------|--------------------------------------|--|--|--|
|          |                                      |  |  |  |

|                      | 1°    | 2°    | 3°    | 4°    | Desviación<br>estándar | Promedio<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | Variación<br>(%) |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|------------------------|----------------------------------|------------------|
| MAC                  | 2.238 | 2.278 | 2.261 |       | 0.02                   | 2.259                            | 0.00             |
| MAC + 2 %<br>vidrio  | 2.315 | 2.313 | 2.312 | 2.301 | 0.01                   | 2.310                            | 2.27             |
| MAC + 5 %<br>vidrio  | 2.303 | 2.267 | 2.337 | 2.263 | 0.03                   | 2.293                            | 1.48             |
| MAC + 8 %<br>vidrio  | 2.338 | 2.318 | 2.292 | 2.275 | 0.03                   | 2.306                            | 2.07             |
| MAC + 12 %<br>vidrio | 2.317 | 2.284 | 2.298 | 2.323 | 0.02                   | 2.306                            | 2.06             |

Es así que, en la Figura 15 se muestran los valores medios obtenidos a partir de las densidades de las mezclas sin vidrio esmerilado y en sustitución de los agregados finos.

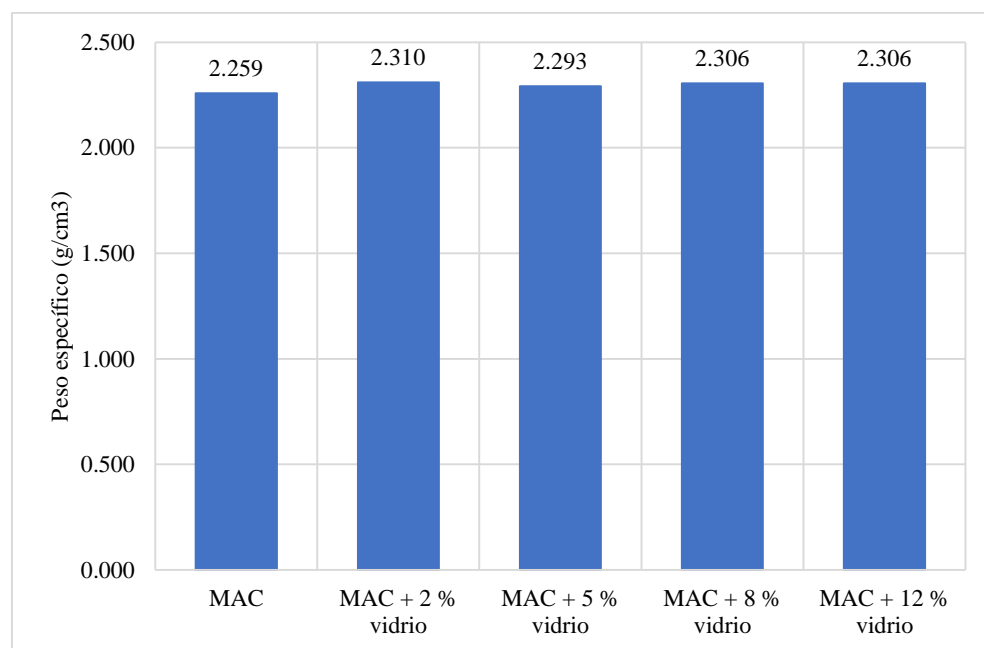


Figura 15. Peso específico de las mezclas de asfalto.

En la Figura 16 se tiene la variación del peso específico de las mezclas de asfalto, donde las mezclas con 2 %, 8 % y 12 % de vidrio presentaron mayor

peso específico a comparación de la mezcla convencional y la mezcla con 5 % de vidrio.

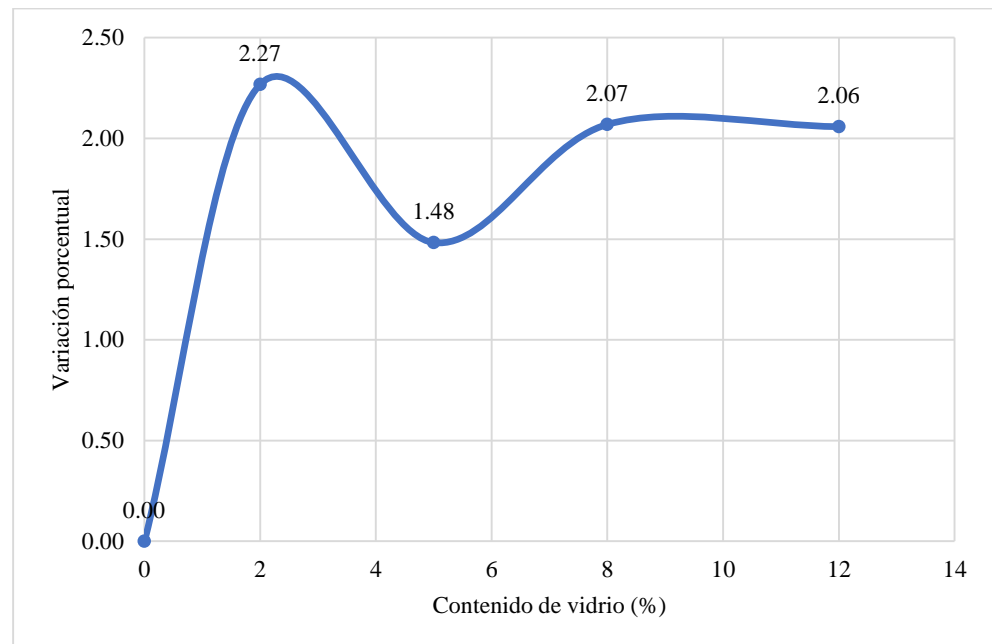


Figura 16. Variación del peso específico de las mezclas de asfalto.

### Vacíos de material agregado compactados

Asimismo, en la Tabla 16 se especifica los resultados de los vacíos de material agregado compactados, donde la MAC convencional presentó un promedio de vacíos de 18.47 %, la MAC con 2 % de vidrio presentó 15.28 %, la MAC con 5 % de vidrio presentó 15.95 %, la MAC con 8 % de vidrio 15.48 % y la MAC con 12 % de vidrio 15.43 %. De acuerdo a estos valores, se deduce que el reemplazo de vidrio triturado por agregado fino en las mezclas asfálticas reduce la cantidad de vacíos de material agregado compactados en hasta 17.28 % con 2 % de vidrio.

Tabla 16. Vacíos de material agregado compactados en las mezclas de asfalto.

| Muestras          | Vacíos de material agregado compactados (%) |       |       |       | Desviación estándar | Promedio (%) | Variación (%) |
|-------------------|---|-------|-------|-------|---------------------|--------------|---------------|
|                   | 1°  | 2°    | 3°    | 4°    |                     |              |               |
| MAC               | 19.20                                       | 17.80 | 18.40 |       | 0.70                | 18.47        | 0.00          |
| MAC + 2 % vidrio  | 16.40                                       | 16.50 | 16.60 | 11.60 | 2.45                | 15.28        | -17.28        |
| MAC + 5 % vidrio  | 16.90                                       | 18.20 | 15.60 | 13.10 | 2.18                | 15.95        | -13.63        |
| MAC + 8 % vidrio  | 15.60                                       | 16.30 | 17.30 | 12.70 | 1.98                | 15.48        | -16.20        |
| MAC + 12 % vidrio | 16.40                                       | 17.50 | 17.00 | 10.80 | 3.12                | 15.43        | -16.47        |

La representación de los valores obtenidos, se muestran en la Figura 17, donde es clara la reducción de los vacíos de material agregado compactados en las mezclas de asfalto con el reemplazo del agregado fino por vidrio molido, pues el asfalto convencional presenta 18.47 %, con 2 % de vidrio se reduce a 15.28 %, con 5 % se reduce a 15.95 %, con 8 % se reduce a 15.48 % y con 12 % de vidrio se redujo a 15.43 %.

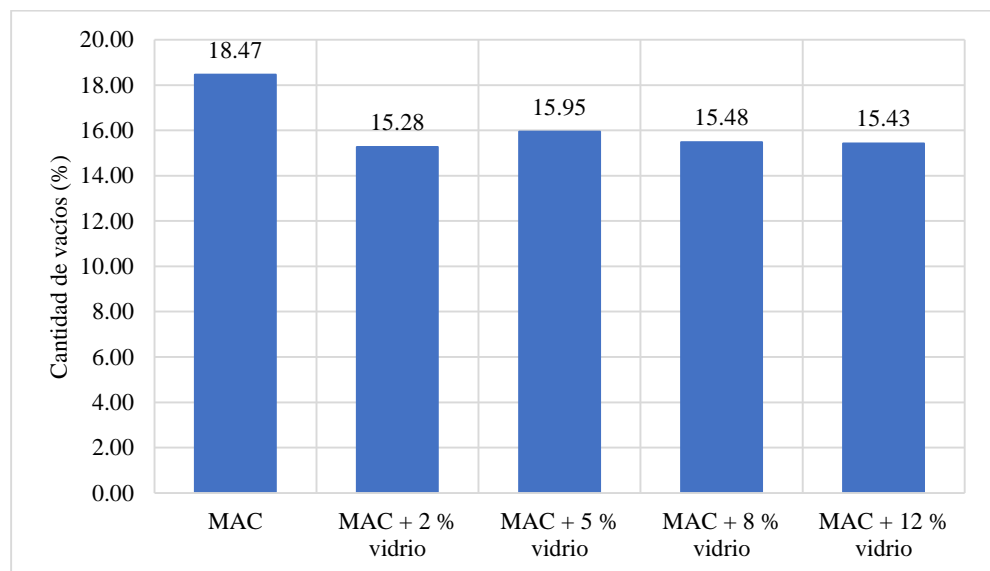


Figura 17. Vacíos de material agregado compactados en las mezclas de asfalto.

Del mismo modo, en la Figura 18 se tiene la variación de vacíos de material agregado compactados en las mezclas, donde con 2 % de vidrio se redujo en 17.28 %, con 5 % en 13.63 %, con 8 % en 16.20 % y con 12 % un 16.47 % en relación al asfalto convencional sin adición de vidrio molido.

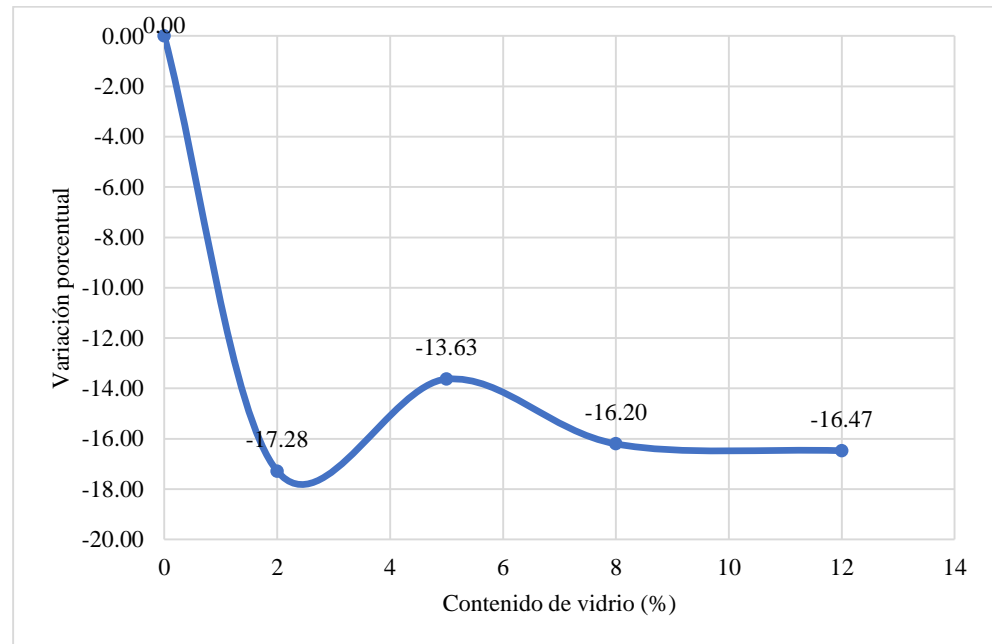


Figura 18. Variación de vacíos de material agregado compactados en las mezclas de asfalto.

### Vacíos llenos de cemento asfáltico

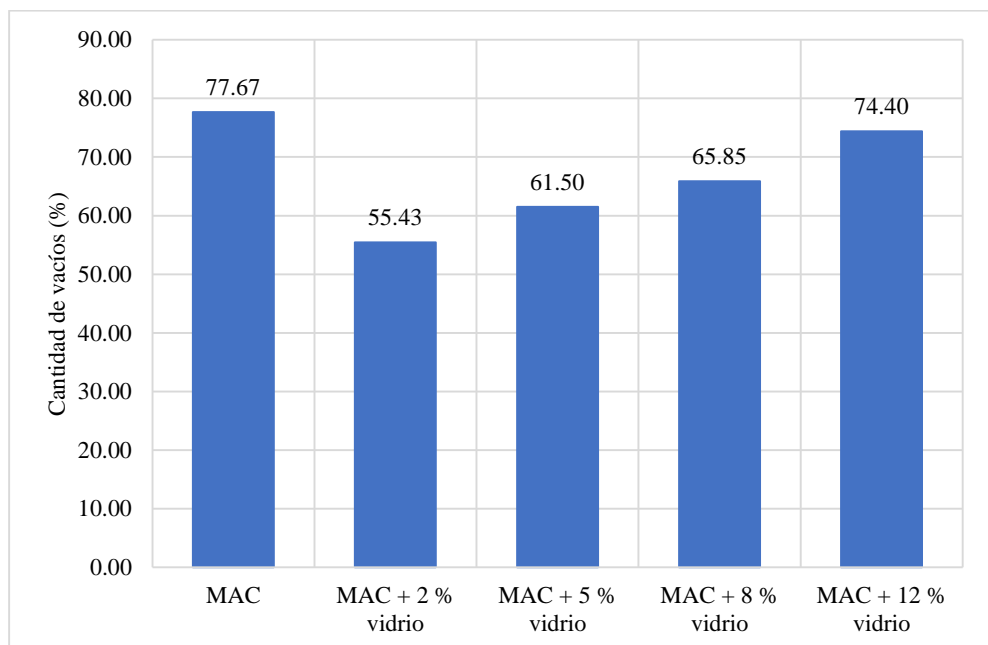
En cuanto a los vacíos llenos de cemento asfáltico y la Tabla 17, donde para la MAC convencional se obtuvo como promedio 77.67 %, para la MAC con 2 % de vidrio de 55.43 %, la MAC con 5 % de vidrio de 61.50 %, para la MAC con 8 % de vidrio de 65.85 % y para la MAC con 12 % de vidrio de 74.40 %. En consecuencia, la sustitución del agregado fino por vidrio triturado reducirá los vacíos rellenos con cemento asfáltico. en hasta 28.64 % (con 2 % de vidrio molido) en comparación de la mezcla convencional.



**Tabla 17.** Vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas de asfalto.

| Muestras          | Vacíos llenos de cemento asfáltico (%) |       |       |       | Desviación estándar | Promedio (%) | Variación (%) |
|-------------------|--|-------|-------|-------|---------------------|--------------|---------------|
|                   | 1°                                     | 2°    | 3°    | 4°    |                     |              |               |
| MAC               | 73.80                                  | 81.30 | 77.90 |       | 3.76                | 77.67        | 0.00          |
| MAC + 2 % vidrio  | 60.90                                  | 60.60 | 60.30 | 39.90 | 10.35               | 55.43        | -28.64        |
| MAC + 5 % vidrio  | 66.80                                  | 61.10 | 73.30 | 44.80 | 12.20               | 61.50        | -20.82        |
| MAC + 8 % vidrio  | 75.60                                  | 71.60 | 67.00 | 49.20 | 11.64               | 65.85        | -15.21        |
| MAC + 12 % vidrio | 79.10                                  | 72.70 | 75.30 | 70.50 | 3.70                | 74.40        | -4.21         |

La Figura 19 muestra los vacíos rellenos de cemento asfáltico de la mezcla asfáltica convencional y donde se reemplazó el agregado fino por vidrio molido, evidenciándose que trae consigo que estos se reduzcan más con menor cantidad de vidrio molido; no obstante, son menores al convencional.



*Figura 19.* Vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas de asfalto.

La Figura 20 representa la variación porcentual de los vacíos llenos de cemento asfáltico en cada una de las mezclas asfálticas consideradas sin y con sustitución del agregado fino.

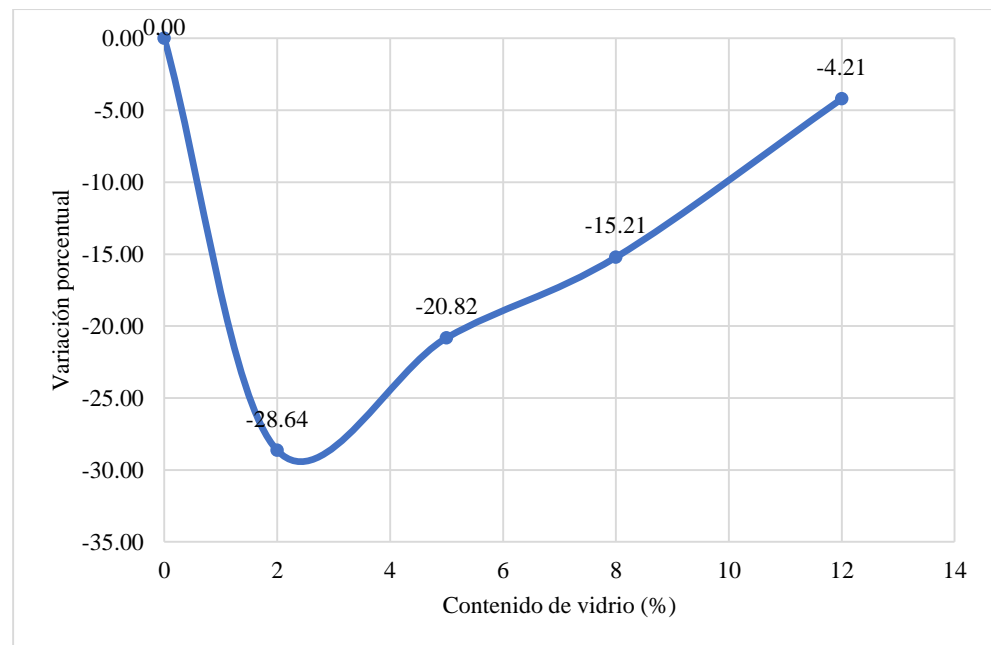


Figura 20. Variación de vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas de asfalto.

### 5.1.2. Propiedades mecánicas de la mezcla de asfalto con vidrio molido

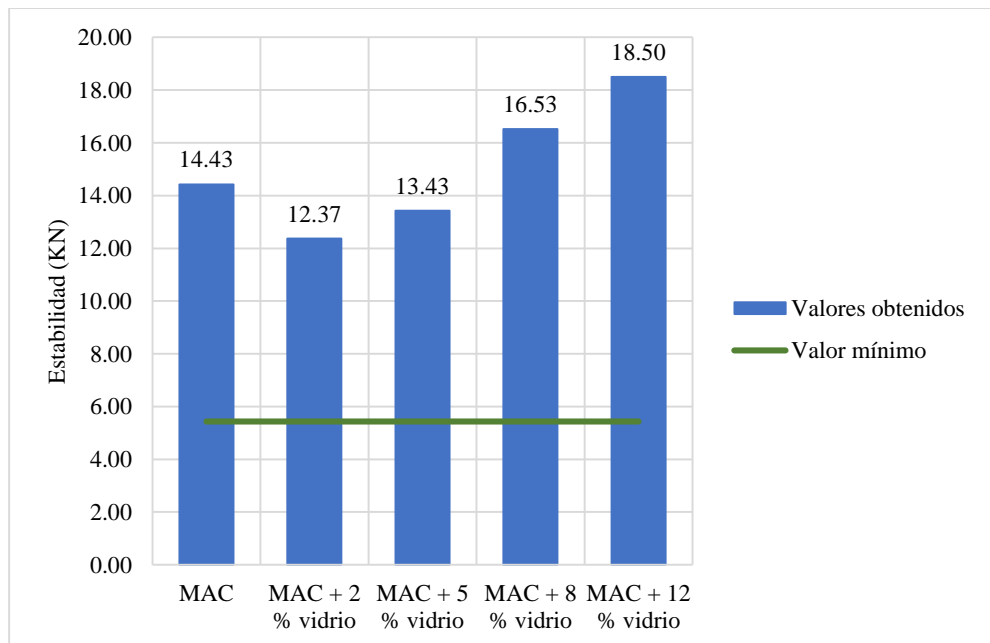
#### Estabilidad

Referente a la estabilidad de las mezclas asfálticas, esto se detalla en la Tabla 18, donde el promedio obtenido para la MAC convencional es de 14.43 KN con desviación estándar de 0.48, para la MAC con 2 % de vidrio es de 12.37 KN con desviación estándar de 1.12, para la MAC con 5 % de vidrio es de 13.43 KN con desviación estándar de 0.51, para la MAC con 8 % de vidrio es de 16.53 KN con desviación estándar de 0.94 y para la MAC con 12 % de vidrio es de 18.50 KN con desviación estándar de 0.54.

**Tabla 18.** Estabilidad de las mezclas de asfalto.

| Muestras          | Estabilidad (KN) |       |       |       | Desviación estándar | Promedio (KN) | Variación (%) |
|-------------------|------------------|-------|-------|-------|---------------------|---------------|---------------|
|                   | 1°               | 2°    | 3°    | 4°    |                     |               |               |
| MAC               | 14.18            | 14.12 | 14.98 |       | 0.48                | 14.43         | 0.00          |
| MAC + 2 % vidrio  | 11.58            | 11.51 | 12.49 | 13.91 | 1.12                | 12.37         | -14.24        |
| MAC + 5 % vidrio  | 13.50            | 14.10 | 13.20 | 12.90 | 0.51                | 13.43         | -6.94         |
| MAC + 8 % vidrio  | 15.60            | 16.60 | 16.10 | 17.80 | 0.94                | 16.53         | 14.54         |
| MAC + 12 % vidrio | 17.90            | 18.90 | 18.20 | 19.00 | 0.54                | 18.50         | 28.23         |

Por ello, la Figura 21 mostró variabilidad en la estabilidad de las mezclas asfálticas, aun cuando se alcanzó la estabilidad mínima de 5,44 kN por las especificaciones generales de la construcción del MTC (2013); es así que, la estabilidad de las mezclas asfálticas sin y con vidrio molido (2 %, 5 %, 8 % y 12 %) cumple con este parámetro.



*Figura 21.* Estabilidad de las mezclas de asfalto.

Del mismo modo, la variación porcentual de la estabilidad de las mezclas de asfalto se especifica en la Figura 22, donde a mayor contenido de vidrio molido la estabilidad de la mezcla asfáltica se incrementa proporcionalmente, llegando a alcanzar hasta un 28.23 % más a comparación de la mezcla asfáltica convencional.

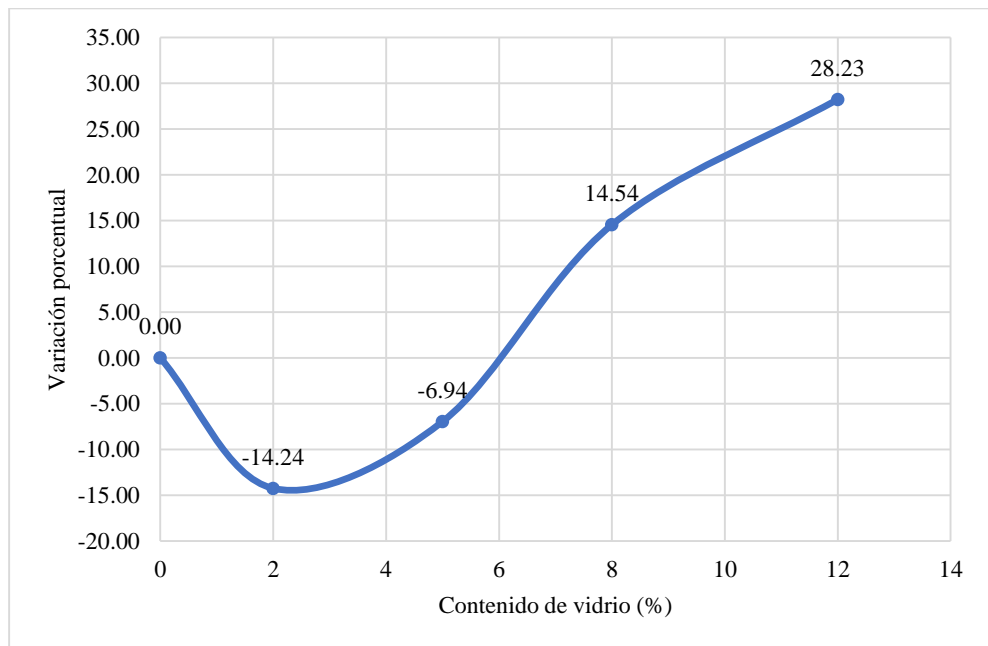


Figura 22. Variación de la estabilidad de las mezclas de asfalto.

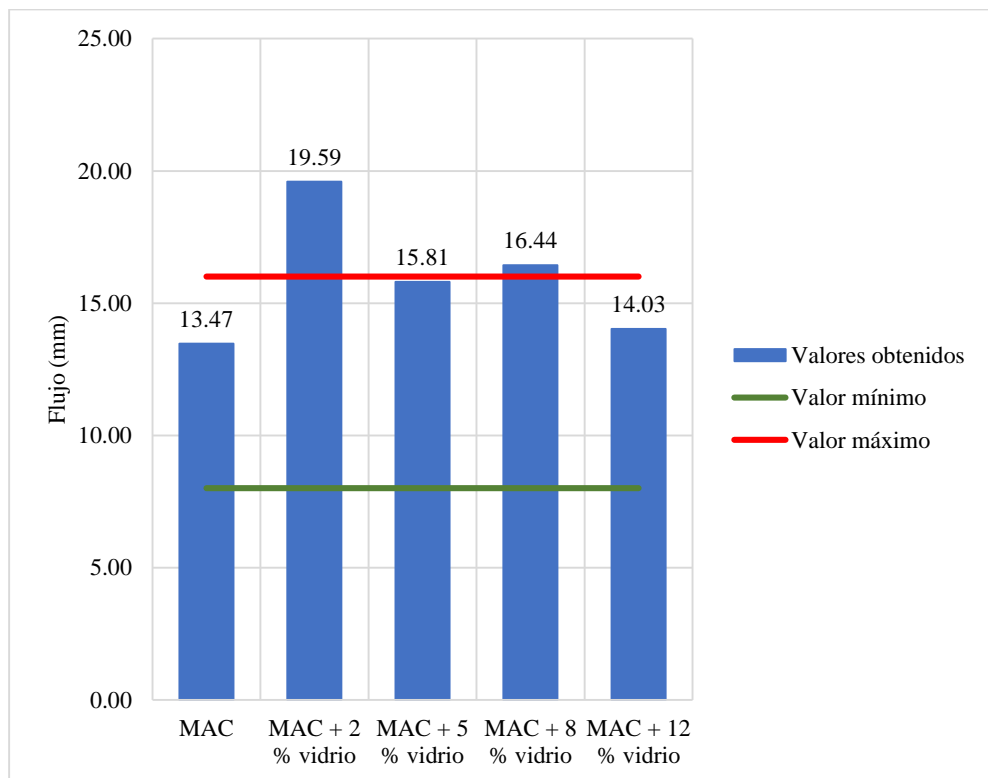
### Flujo

Del mismo modo, en la Tabla 19 se detalla los resultados referentes al flujo de las mezclas asfálticas, donde el promedio para la MAC convencional resultó de 13.47 mm con una desviación estándar de 0.40, para la MAC con 2 % de vidrio resultó 19.59 mm con desviación estándar de 3.52, en la MAC con 5 % de vidrio resultó de 15.81 mm con desviación estándar de 2.08, para la MAC con 8 % de vidrio resultó 16.44 mm con desviación estándar de 0.89 y para la MAC con 12 % de vidrio de 14.03 mm con 0.88 de desviación estándar.

**Tabla 19.** Flujo de las mezclas de asfalto.

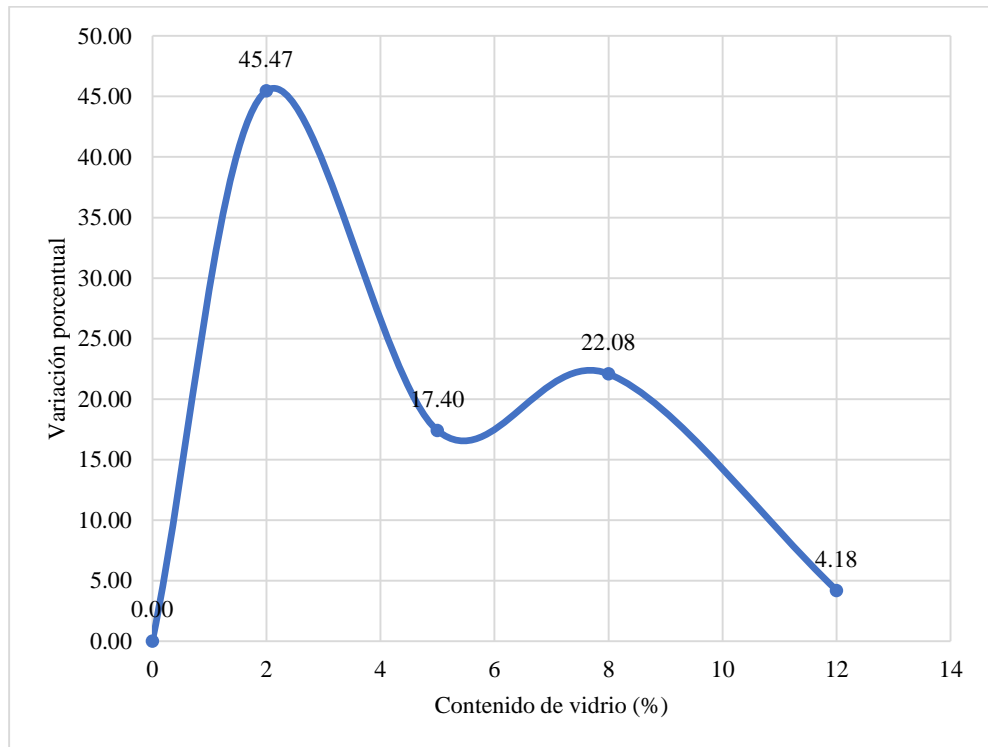
| Muestras          | Flujo (mm) |       |       |       | Desviación estándar | Promedio (mm) | Variación (%) |
|-------------------|------------|-------|-------|-------|---------------------|---------------|---------------|
|                   | 1°         | 2°    | 3°    | 4°    |                     |               |               |
| MAC               | 13.04      | 13.52 | 13.84 |       | 0.40                | 13.47         | 0.00          |
| MAC + 2 % vidrio  | 17.00      | 22.76 | 16.12 | 22.48 | 3.52                | 19.59         | 45.47         |
| MAC + 5 % vidrio  | 16.16      | 17.88 | 16.28 | 12.92 | 2.08                | 15.81         | 17.40         |
| MAC + 8 % vidrio  | 17.00      | 16.08 | 17.32 | 15.36 | 0.89                | 16.44         | 22.08         |
| MAC + 12 % vidrio | 13.04      | 15.12 | 13.72 | 14.24 | 0.88                | 14.03         | 4.18          |

La Figura 23 en relación a lo establecido por las especificaciones técnicas generales para la construcción del MTC (2013) de 16 mm y mínimo de 8 mm; donde, la mezcla convencional (13.47 mm), con 5 % (15.81 mm) y con 12 % de vidrio (14.03 mm) son las únicas que cumplen con ello.



*Figura 23.* Flujo de las mezclas de asfalto.

En la *Figura 24* Se muestra el cambio porcentual en el flujo de la mezcla bituminosa, y está claro que reemplazar el agregado fino con vidrio triturado aumenta el flujo al 45,47 % en un 2 %; Sin embargo, a medida que aumenta su concentración, este valor disminuye.



*Figura 24.* Variación del flujo de las mezclas de asfalto.

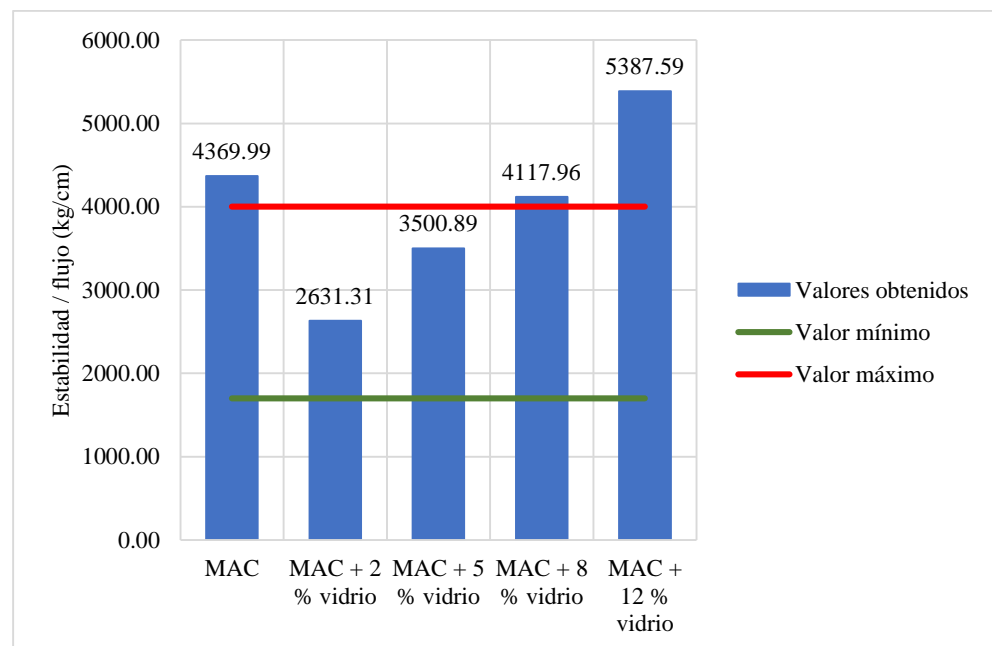
### **Estabilidad / flujo**

De acuerdo a la estabilidad y flujo, en la Tabla 20 se muestra la rigidez, donde para la MAC convencional resultó de 4369.99 kg/cm con una desviación de 95.97, para la MAC con 2 % de vidrio de 2631.31 kg/cm con desviación estándar de 460.56, con 5 % de vidrio de 3500.89 con desviación estándar de 388.97, para 8 % de 4117.96 kg/cm con desviación estándar de 456.97 y 12 % de 5387.59 kg/cm con 209.58 de desviación estándar.

**Tabla 20.** Estabilidad / flujo de las mezclas de asfalto.

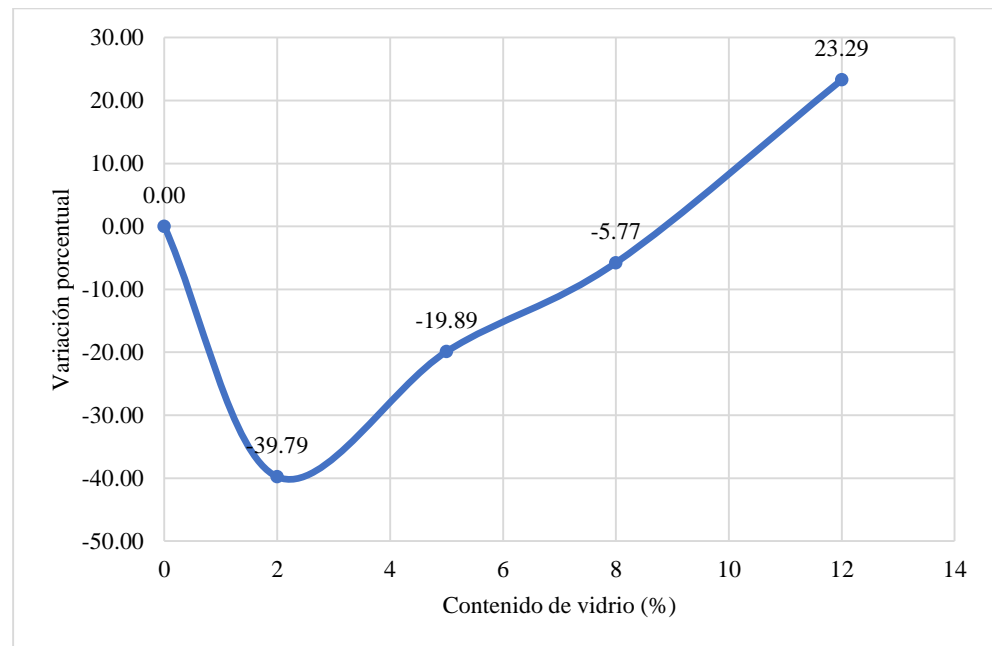
| Muestras          | Estabilidad / Flujo (kg/cm) |         |         |         | Desv. estándar | Promedio (kg/cm) | Variación (%) |
|-------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|----------------|------------------|---------------|
|                   | 1°                          | 2°      | 3°      | 4°      |                |                  |               |
| MAC               | 4435.38                     | 4259.81 | 4414.77 |         | 95.97          | 4369.99          | 0.00          |
| MAC + 2 % vidrio  | 2778.38                     | 2062.70 | 3160.31 | 2523.85 | 460.56         | 2631.31          | -39.79        |
| MAC + 5 % vidrio  | 3407.41                     | 3216.50 | 3307.14 | 4072.49 | 388.97         | 3500.89          | -19.89        |
| MAC + 8 % vidrio  | 3742.90                     | 4210.70 | 3791.49 | 4726.73 | 456.97         | 4117.96          | -5.77         |
| MAC + 12 % vidrio | 5598.97                     | 5098.50 | 5410.65 | 5442.22 | 209.58         | 5387.59          | 23.29         |

Es así que, en la Figura 25 Se determina la relación entre la estabilidad de la mezcla asfáltica y su fluidez, además el valor mínimo es de 1700 kg/cm y el valor máximo de 4000 kg/cm se determina mediante los parámetros. Se muestra la especificación general para el establecimiento del MTC (2013); Cuando es necesario, se utiliza una mezcla bituminosa con la sustitución de áridos finos por vidrio esmerilado en 2 % y 5 % cumplen con esta condición.



*Figura 25.* Estabilidad / flujo de las mezclas de asfalto.

Por último, en la Figura 26 se muestra el cambio porcentual en la relación de dureza de la mezcla asfáltica, lo que indica que reemplazando el agregado fino por 2% de vidrio triturado se reduce la dureza de la mezcla asfáltica, sin embargo, cuando este valor aumenta, llegando a super lo obtenido por la mezcla patrón en hasta 23.29 % más.



**Figura 26.** Variación de la estabilidad / flujo de las mezclas de asfalto.

## 5.2. Contrastación de hipótesis

### 5.2.1. Hipótesis específica “a”

Según la problemática planteada: ¿De qué manera incide el vidrio molido como agregado fino en las propiedades físicas de la mezcla de asfalto?, se planteó la siguiente hipótesis:

Hi: El vidrio molido como agregado fino modifica las propiedades físicas de la mezcla de asfalto.



Ho: El vidrio molido como agregado fino no modifica las propiedades físicas de la mezcla de asfalto.

Por lo tanto, se realizó la prueba estadística de Kruskal-Wallis, tal como se muestra en la Tabla 21, de acuerdo al nivel de significancia de 0.024 y 0.014 se tiene que el vidrio molido modifica el contenido de vacíos con aire y vacíos llenos de cemento asfáltico en la mezcla asfáltica, del mismo modo con una significancia de 0.08 y 0.061 se tiene que el vidrio molido como agregado fino no modifica el peso específico ni los vacíos con material agregado compactado de la mezcla asfáltica. Por lo tanto, se acepta parcialmente la hipótesis planteada.

**Tabla 21.** Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “a”.

| Hipótesis nula   | Prueba  | Significancia | Decisión                   |
|--|---|---------------|----------------------------|
| La distribución de los datos de vacíos con aire es la misma entre las categorías de asfaltos.                        | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | 0.024         | Rechace la hipótesis nula  |
| La distribución de los datos del peso específico es la misma entre las categorías de asfaltos.                       | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | 0.08          | Conserve la hipótesis nula |
| La distribución de los datos de vacíos de material agregado compactado es la misma entre las categorías de asfaltos. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | 0.061         | Conserve la hipótesis nula |
| La distribución de vacíos llenos de cemento asfáltico es la misma entre las categorías de asfaltos.                  | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | 0.014         | Rechace la hipótesis nula  |

Consecuentemente, se optó por comparar cada uno de los grupos donde se presente modificación de las propiedades físicas, tal como se especifica en la Tabla 22, donde existe diferencia significativa entre la mezcla asfáltica convencional con la mezcla asfáltica con los asfaltos que presentan 2 % y 5 % de vidrio molido, esto debido al nivel de significancia de 0.013 y 0.039 (menor a 0.05).

**Tabla 22.** Comparación de grupos por el contenido de vacíos con aire en las mezclas asfálticas.

| Muestras |                   | Estadístico de prueba | Error estándar | Desv. Estadístico de prueba | Significancia |
|----------|-------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|---------------|
| MAC      | MAC + 2 % vidrio  | -10.378               | 4.179          | -2.483                      | 0.013         |
|          | MAC + 5 % vidrio  | -8.625                | 4.179          | -2.064                      | 0.039         |
|          | MAC + 8 % vidrio  | -4.125                | 4.179          | -0.987                      | 0.324         |
|          | MAC + 12 % vidrio | 0.625                 | 4.179          | 0.15                        | 0.881         |

Del mismo modo, en la Tabla 23 se compara los grupos de mezclas de asfaltos donde la mezcla asfáltica convencional difiere significativamente con la mezcla asfáltica con 2 % y 5 % de vidrio, por presentar nivel de significancia de 0.002 y 0.02.

**Tabla 23.** Comparación de grupos por los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas.

| Muestras |                   | Estadístico de prueba | Error estándar | Desv. Estadístico de prueba | Significancia |
|----------|-------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|---------------|
| MAC      | MAC + 2 % vidrio  | 13.25                 | 4.182          | 3.169                       | 0.002         |
|          | MAC + 5 % vidrio  | 9.75                  | 4.182          | 2.332                       | 0.02          |
|          | MAC + 8 % vidrio  | 7.5                   | 4.182          | 1.794                       | 0.073         |
|          | MAC + 12 % vidrio | 3.25                  | 4.182          | 0.777                       | 0.437         |

### 5.2.2. Hipótesis específica “b”

Según la problemática planteada: ¿Cuál es la influencia del vidrio molido como agregado fino en las propiedades mecánicas del asfalto?, se planteó la siguiente hipótesis:

Hi: El vidrio molido como agregado fino varía las propiedades mecánicas de la mezcla de asfalto.

Ho: El vidrio molido como agregado fino no varía las propiedades mecánicas de la mezcla de asfalto.

Por lo tanto, se realizó la prueba estadística de Kruskal-Wallis, tal como se muestra en la Tabla 24 de acuerdo al nivel de significancia de 0.001, 0.025 y 0.002 se tiene que el vidrio molido varía la estabilidad, flujo y rigidez en la mezcla asfáltica. Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada.

**Tabla 24.** Prueba de Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “b”.

| Hipótesis nula  | Prueba  | Significancia | Decisión                  |
|---|---|---------------|---------------------------|
| La distribución de estabilidad es la misma entre las categorías de asfaltos.          | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | 0.001         | Rechace la hipótesis nula |
| La distribución de los datos de flujo es la misma entre las categorías de asfaltos.   | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | 0.025         | Rechace la hipótesis nula |
| La distribución de los datos de rigidez es la misma entre las categorías de asfaltos. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | 0.002         | Rechace la hipótesis nula |

Consecuentemente, se optó por comparar cada uno de los grupos donde se presente modificación de las propiedades mecánicas, tal como se especifica en la Tabla 25 donde existe diferencia significativa entre la mezcla asfáltica con 2 % y 5 % de vidrio con la mezcla asfáltica con 12 % de vidrio, esto debido al nivel de significancia de 0.013 y 0.039 (menor a 0.05).

**Tabla 25.** Comparación de grupos por la estabilidad en las mezclas asfálticas.

| Muestras         |                   | Estadístico de prueba | Error estándar | Desv. Estadístico de prueba | Sig.  |
|------------------|-------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|-------|
| MAC              | MAC + 2 % vidrio  | 7.25                  | 4.182          | 1.734                       | 0.083 |
|                  | MAC + 5 % vidrio  | 4.75                  | 4.182          | 1.136                       | 0.256 |
|                  | MAC + 8 % vidrio  | -4                    | 4.182          | -0.957                      | 0.339 |
|                  | MAC + 12 % vidrio | -8                    | 4.182          | -1.913                      | 0.056 |
| MAC + 2 % vidrio | MAC + 12 % vidrio | -15.25                | 4.182          | -3.647                      | 0.000 |
| MAC + 5 % vidrio | MAC + 12 % vidrio | -12.75                | 4.182          | -3.049                      | 0.002 |

Seguidamente, en la Tabla 26 se compararon los caudales entre grupos de mezclas asfálticas y se encontró que había una diferencia significativa entre la mezcla asfáltica natural y la mezcla asfáltica. con 2 % y 8 % de vidrio molido por presentar una significancia de 0.005 y 0.042 (menor a 0.05).

**Tabla 26.** Comparación de grupos por el flujo en las mezclas asfálticas.

| Muestras |                   | Estadístico de prueba | Error estándar | Desv. Estadístico de prueba | Significancia |
|----------|-------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|---------------|
| MAC      | MAC + 2 % vidrio  | -11.75                | 4.179          | -2.812                      | 0.005         |
|          | MAC + 5 % vidrio  | -6.625                | 4.179          | -1.585                      | 0.113         |
|          | MAC + 8 % vidrio  | -8.5                  | 4.179          | -2.034                      | 0.042         |
|          | MAC + 12 % vidrio | -1.25                 | 4.179          | -0.299                      | 0.765         |

Por último, en la Tabla 27 se comparó los grupos de asfalto en relación a la rigidez, de lo cual se obtuvo que, la mezcla asfáltica convencional difiere significativamente con la mezcla asfáltica con 2 % de vidrio al presentar una significancia de 0.009 (menor a 0.05).

**Tabla 27.** Comparación de grupos por la rigidez en las mezclas asfálticas.

| Muestras |                   | Estadístico de prueba | Error estándar | Desv. Estadístico de prueba | Significancia |
|----------|-------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|---------------|
| MAC      | MAC + 2 % vidrio  | 11                    | 4.182          | 2.63                        | 0.009         |
|          | MAC + 5 % vidrio  | 6.5                   | 4.182          | 1.554                       | 0.120         |
|          | MAC + 8 % vidrio  | 2.5                   | 4.182          | 0.598                       | 0.550         |
|          | MAC + 12 % vidrio | 2.5                   | 4.182          | 0.598                       | 0.550         |

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a las propiedades físicas de la mezcla asfáltica con vidrio triturado se tuvo en cuenta la cantidad de vacíos con aire, peso definido, vacíos de agregado compactado y vacíos rellenos con cemento asfáltico.

De lo cual, se tiene, la Tabla 14 donde se muestra los resultados referentes a la cantidad de vacíos con aire en las mezclas de asfalto; de lo cual, la MAC convencional presentó un promedio de vacíos con aire de 4.13 %, la MAC con 2 % de vidrio de 6.63 %, la MAC con 5 % de vidrio de 6.03 %, la MAC con 8 % de vidrio de 5.13 % y la MAC con 12 % de vidrio de 3.90 %; por lo tanto, se tiene que, al sustituir agregado fino en 2 %, 5 % y 8 % se da el incremento de la cantidad de vacíos en la mezcla asfáltica hasta en 60.28 % más; pero, al sustituir 12 % de agregado fino por vidrio molido se da una reducción de 5.65 %; sin embargo, según lo obtenido por Gutiérrez (2018) que consideró dosificaciones de 1 %, 2 % y 3 % de vidrio la cantidad de vacíos tiende a reducirse y luego incremento, más para lo obtenido por Torres (2019) que utilizó 5 % y 10 % de vidrio molido y por Melendrez y Pinedo (2020) que consideró dosificaciones de 8 %, 10 %, 15 % y 20 % esta propiedad se reduce.

En cuanto al peso específico, se tiene la Tabla 15, donde la MAC convencional presentó un promedio de peso específico de 2.26 g/cm<sup>3</sup>, la MAC con 2 % de vidrio de 2.31 g/cm<sup>3</sup>, la MAC con 5 % de vidrio de 2.29 g/cm<sup>3</sup>, la MAC con 8 % de vidrio de 2.31 g/cm<sup>3</sup> y la MAC con 12 % de vidrio de 2.31 g/cm<sup>3</sup>. De acuerdo a ello, dando como resultado el reemplazo de agregados finos con vidrio triturado, lo que aumentó la gravedad específica de la mezcla asfáltica hasta 2.27 % más (MAC con 2 % de vidrio); lo cual concuerda con lo obtenido por Gutiérrez (2018) que consideró dosificaciones de

1 %, 2 % y 3 % de vidrio y con lo obtenido por Revelo (2016) que usó dosificaciones de 0.1 %, 0.2 % y 0.3 %, sin embargo, lo obtenido difiere con lo obtenido por Melendrez y Pinedo (2020) que consideró dosificaciones de 8 %, 10 %, 15 % y 20 %, además de lo obtenido por Freire (2018) usando dosificaciones de 3 %, 6 %, 9 %, 12 % y 15 %, pues el peso específico de la mezcla se redujo.

Asimismo, se tiene Tabla 16 se especifica los efectos de los vacíos de material agregado compactados, donde la MAC convencional presentó un promedio de vacíos de 18.47 %, la MAC con 2 % de vidrio presentó 15.28 %, la MAC con 5 % de vidrio presentó 15.95 %, la MAC con 8 % de vidrio 15.48 % y la MAC con 12 % de vidrio 15.43 %. De acuerdo a estos valores, se deduce que el sustitución de vidrio triturado por agregado fino en las mezclas asfálticas reducen la cantidad de vacíos de material agregado compactados en hasta 17.28 % menos con 2 % de vidrio; resultado que concuerda con lo obtenido por Torres (2019) que utilizó 5 % y 10 % de vidrio molido, más difiere con Melendrez y Pinedo (2020) que consideró dosificaciones de 8 %, 10 %, 15 % y 20 % esta propiedad se incrementó.

Por último, se tiene los vacíos llenos de cemento asfáltico, estos efectos se muestran en la Tabla 17, de lo cual para la MAC convencional se obtuvo como promedio 77.67 %, para la MAC con 2 % de vidrio de 55.43 %, la MAC con 5 % de vidrio de 61.50 %, para la MAC con 8 % de vidrio de 65.85 % y para la MAC con 12 % de vidrio de 74.40 %. Acorde a estos datos, se tiene que la sustitución de agregado fino por vidrio molido reduce los vacíos llenos de cemento asfáltico en hasta 28.64 % menos (con 2 % de vidrio molido) en comparación de la mezcla asfáltica patrón; resultado que difiere con lo obtenido por Gutiérrez (2018) que consideró dosificaciones de 1 %, 2 % y 3 % de vidrio quien obtuvo un incremento de los vacíos llenos de cemento asfáltico.

Finalmente, se realizó la prueba estadística de Kruskal-Wallis, tal como se muestra en la Tabla 21, de acuerdo al nivel de significancia de 0.024 y 0.014 se tiene que el vidrio molido modifica el contenido de vacíos con aire y vacíos llenos de cemento asfáltico en la mezcla asfáltica, del mismo modo con una significancia de 0.08 y 0.061 se tiene que el vidrio molido como agregado fino no modifica el peso específico ni los vacíos con material agregado compactado de la mezcla asfáltica. Por lo tanto, se acepta parcialmente la hipótesis planteada

En cuanto a las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica con vidrio molido se consideró a la estabilidad, el flujo y el índice de rigidez, de lo cual referente a la estabilidad de las mezclas asfálticas, se detalla en la Tabla 18, donde el promedio obtenido para la MAC convencional es de 14.43 KN con desviación estándar de 0.48, para la MAC con 2 % de vidrio es de 12.37 KN con desviación estándar de 1.12, para la MAC con 5 % de vidrio es de 13.43 KN con desviación estándar de 0.51, para la MAC con 8 % de vidrio es de 16.53 KN con desviación estándar de 0.94 y para la MAC con 12 % de vidrio es de 18.50 KN con desviación estándar de 0.54, del mismo modo según la Figura 21 se muestra la variación de la estabilidad de las mezclas de asfalto, además si estos cumplen con la estabilidad mínima de 5.44 KN establecida por las especificaciones técnicas generales para la construcción del MTC (2013); es así que, la estabilidad de las mezclas asfálticas sin y con vidrio molido (2 %, 5 %, 8 % y 12 %) cumple con este parámetro; estos resultados concuerdan con lo obtenido por Hernández y Rodríguez (2018), Freire (2018) que usó dosificaciones de 3 %, 6 %, 9 %, 12 % y 15 % de vidrio molido, Revelo (2016) que usó dosificaciones de 0.1 %, 0.2 % y 0.3 %, Gutiérrez (2018) que consideró dosificaciones de 1 %, 2 % y 3 % de vidrio y Torres (2019) que utilizó 5 % y 10 % de vidrio molido; sin embargo, esto difiere con lo obtenido por Melendrez y Pinedo (2020) que consideró dosificaciones de 8 %, 10 %, 15 % y 20 % esta propiedad se redujo.



Del mismo modo, en la Tabla 19 se detalla los resultados referentes al flujo de las mezclas asfálticas, donde el promedio para la MAC convencional resultó de 13.47 mm con una desviación estándar de 0.40, para la MAC con 2 % de vidrio resultó 19.59 mm con desviación estándar de 3.52, en la MAC con 5 % de vidrio resultó de 15.81 mm con desviación estándar de 2.08, para la MAC con 8 % de vidrio resultó 16.44 mm con desviación estándar de 0.89 y para la MAC con 12 % de vidrio de 14.03 mm con 0.88 de desviación estándar; asimismo, en la Figura 23 en relación al valor máximo establecido por las especificaciones técnicas generales para la construcción del MTC (2013) de 16 mm y el valor mínimo de 8 mm; donde, se tiene que la mezcla convencional (13.47 mm), mezcla asfáltica con 5 % de vidrio (15.81 mm) y la mezcla asfáltica con 12 % de vidrio (14.03 mm) son las únicas que cumplen con lo considerado por el MTC respectivamente. Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Hernández y Rodríguez (2018), Gutiérrez (2018) que consideró dosificaciones de 1 %, 2 % y 3 % de vidrio y Torres (2019) que utilizó 5 % y 10 % de vidrio molido y lo obtenido por Melendrez y Pinedo (2020) que consideró dosificaciones de 8 %, 10 %, 15 % y 20 %; sin embargo, Freire (2018) que usó dosificaciones de 3 %, 6 %, 9 %, 12 % y 15 % de vidrio molido esta propiedad no presenta variación.

Consecuentemente, los resultados de estabilidad y flujo que corresponde al índice de rigidez se presentan en la Tabla 20, donde el promedio para la MAC convencional resultó de 4369.99 kg/cm con una desviación estándar de 95.97, para la MAC con 2 % de vidrio de 2631.31 kg/cm con desviación estándar de 460.56, para la MAC con 5 % de vidrio de 3500.89 con desviación estándar de 388.97, para la MAC con 8 % de vidrio de 4117.96 kg/cm con desviación estándar de 456.97 y para la MAC con 12 % de vidrio de 5387.59 kg/cm con 209.58 de desviación estándar; asimismo, en la Figura 25 adicional a ello se representa el valor mínimo de 1700 kg/cm y el máximo de 4000 kg/cm establecidos por

las especificaciones técnicas generales para la construcción del MTC (2013); de lo cual se tiene que las mezclas asfáltica con reemplazo del agregado fino por vidrio molido en 2 % y 5 % cumplen con esta condición. Estos resultados no concuerdan con lo obtenido por Gutiérrez (2018) que consideró dosificaciones de 1 %, 2 % y 3 % de vidrio, Torres (2019) que utilizó 5 % y 10 % de vidrio molido y lo obtenido por Melendrez y Pinedo (2020) que consideró dosificaciones de 8 %, 10 %, 15 % y 20 %, pues encontraron un incremento de la rigidez.

Finalmente, se realizó la prueba estadística de Kruskal-Wallis, tal como se muestra en la Tabla 24 de acuerdo al nivel de significancia de 0.001, 0.025 y 0.002 se tiene que el vidrio molido varía la estabilidad, flujo y rigidez en la mezcla asfáltica. Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada.

## CONCLUSIONES

1. El vidrio molido como agregado fino influye significativamente en las características de la mezcla de asfalto; cumpliendo con lo especificado por el MTC, esto con una dosificación de 5 % de vidrio.
2. El vidrio molido como agregado fino modifica parcialmente las propiedades físicas de la mezcla de asfalto, pues con 5 % de vidrio molido se tiene 6.03 % de vacíos aire (45.77 % más), 2.29 g/cm<sup>3</sup> de peso específico (1.48 % más), 15.95 % de vacíos de material agregado compactado (13.63 % menos) y 61.50 % de vacíos llenos de asfalto (20.82 % menos).
3. El vidrio molido como agregado fino varía las propiedades mecánicas de la mezcla de asfalto, pues con 5 % de vidrio molido la estabilidad fue de 13.43 KN (6.94 % menos), el flujo fue de 15.81 mm (17.40 % más) y la rigidez fue 3500.89 kg/cm (19.89 menos %); además estas consideraciones cumplen con lo establecido por las especificaciones técnicas generales para la construcción del MTC (2013).

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar un tramo de prueba con mezcla asfáltica donde se reemplace por partes el agregado fino por vidrio molido, a fin de disenter los efectos obtenido en laboratorio.
2. Se recomienda debido a que el vidrio molido no cuenta con la propiedad de absorción al igual que un agregado pétreo, buscar un contenido óptimo de asfalto por cada variación que se realice.
3. Se invita realizar un análisis de costos durante la ejecución de tramos de carpeta asfáltica con vidrio molido, a fin de determinar adicionalmente su factibilidad económica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, L., & Irigoín, U. (2014). *Efectos de la extracción y comercialización de arena cuarzosa blanca de canteras del area de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, 2009-2010*. Universidad Nacional de la Amazonia.
- Freire, K. (2018). *Uso de vidrio molido en las mezclas asfálticas , con el propósito de reducir la contaminación*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Google Earth. (2020). Google Earth Pro. Recuperado de <https://www.google.es/earth/download/gep/agree.html>
- Gutierrez, A. (2018). *Asfaltos modificados con vidrio y su comparación técnico y económico con los asfaltos convencionales*. Universidad Peruana de los Andes.
- Hernández, C., & Rodríguez, L. (2018). *Modificación de mezclas asfálticas listas para instalar en caliente mediante fibras de vidrio y fibras sikafiber AD*. Universidad Piloto de Colombia.
- Matias, A. (2019, abril). Agregados de río Mantaro se sobreexplotan en más de 50 puntos. *Diario el correo*, pp. 11-13.
- Melendrez, J., & Pinedo, W. (2020). *Efecto del vidrio molido reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente, utilizando agregados de la cantera La Soledad* (Universidad César Vallejo). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44315>

- MTC. (2013). *Manual de carreteras - Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013)* (Tomo I). Recuperado de [https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual de Carreteras - Especificaciones Tecnicas Generales para Construcción - EG-2013 - \(Versión Revisada - JULIO 2013\).pdf](https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual de Carreteras - Especificaciones Tecnicas Generales para Construcción - EG-2013 - (Versión Revisada - JULIO 2013).pdf)
- MTC. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Recuperado de [https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual Ensayo de Materiales.pdf](https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual Ensayo de Materiales.pdf)
- MTC. (2018). *Manual de carreteras: Diseño geométrico DG - 2018* (D. G. de C. y Ferrocarriles, Ed.). Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ramírez, V., & Antero, J. (2014). Evolución de las teorías de explotación de recursos naturales: Hacia la creación de una nueva ética mundial. *Luna Azul*, (39), 291-313.
- Revelo, G. (2016). *Estabilización de mezclas asfálticas drenantes mediante la inclusión de fibras de vidrio y metálicas*. Universidad de Guayaquil.
- Torres, J. (2019). *Uso del vidrio reciclado en el diseño de mezcla asfáltica para la Av. Chulucanas entre Av. Sánchez Cerro y Av. Principal de Santa Margarita - Piura, 2018* (Universidad César Vallejo). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35788>
- Zuñiga, R. (2015). *Mezcla asfáltica en caliente*. Santiago de Chile.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

| Matriz de consistencia   |  |   |   |  |   |   |
|--|--|---|---|--|---|---|
| Tesis: “Influencia del vidrio molido como agregado fino en las propiedades de la mezcla de asfalto”  |  |   |   |  |   |   |
| Problema   | Objetivos  | Hipótesis   | Variables   | Dimensiones  | Indicadores   | Metodología   |
| <p><b>Problema general:</b><br/>¿Cómo influye el vidrio molido como agregado fino en las propiedades de la mezcla de asfalto?</p> <p><b>Problemas específicos:</b><br/>a) ¿De qué manera incide el vidrio molido como agregado fino en las propiedades físicas de la mezcla de asfalto?<br/>b) ¿Cuál es la influencia del vidrio molido como agregado fino en las propiedades mecánicas del asfalto?</p> | <p><b>Objetivo general:</b><br/>Evaluar la influencia del vidrio molido como agregado fino en las propiedades de la mezcla asfáltica.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b><br/>a) Determinar la influencia del vidrio molido como agregado fino en las propiedades físicas del asfalto.<br/>b) Establecer la influencia del vidrio molido como agregado fino en las propiedades mecánicas del asfalto.</p> | <p><b>Hipótesis general:</b><br/>El vidrio molido como agregado fino influye significativamente en las características de la mezcla de asfalto; cumpliendo con lo especificado por el MTC.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b><br/>a) El vidrio molido como agregado fino modifica las propiedades físicas de la mezcla de asfalto.<br/>b) El vidrio molido como agregado fino varía las propiedades mecánicas de la mezcla de asfalto</p> | <p><b>Variable independiente (X):</b> vidrio molido.</p> <p><b>Variable dependiente (Y):</b> mezcla de asfalto.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de vidrio molido.</li> <li>- Propiedades físicas.</li> <li>- Propiedades mecánicas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Porcentaje de vidrio respecto al agregado fino.</li> <li>- Cantidad de vacíos con aire.</li> <li>- Peso específico.</li> <li>- Vacíos de material agregado compactado.</li> <li>- Vacíos llenos de cemento asfáltico.</li> <li>- Estabilidad.</li> <li>- Flujo.</li> <li>- Índice de rigidez.</li> </ul> | <p><b>Método de investigación:</b> científico.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> aplicada.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> explicativo.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> experimental.</p> <p><b>Población:</b> La población correspondió a 34 briquetas de mezcla asfáltica convencional y modificada con vidrio molido, tal como se muestra en la Tabla 4.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra correspondió a la totalidad de población (36 briquetas de mezcla asfáltica), por lo tanto, no se utilizó técnica de muestreo.</p> |



## ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

**Tabla 28.** Operacionalización de las variables: vidrio molido y mezcla de asfalto.

| Variables   | Dimensiones               | Indicadores                                    |
|---|---------------------------|--|
| <b>Variable independiente (X):</b> Vidrio molido      | Cantidad de vidrio molido | Porcentaje de vidrio respecto al agregado fino |
| <b>Variable dependiente (Y):</b><br>Mezcla de asfalto | Propiedades físicas       | Cantidad de vacíos con aire.                   |
|   |                           | Peso específico.                               |
|   |                           | Vacíos de material agregado compactado.        |
|   | Propiedades mecánicas     | Vacíos llenos de cemento asfáltico.            |
|   |                           | Estabilidad.                                   |
|   |                           | Flujo.   |
|   |                           | Índice de rigidez                              |

# ANEXO 3: CERTIFICADOS DE ENSAYOS

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

### SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 049-2020-AP  
 PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 OBRA : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE SEPTIEMBRE DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 26 DE OCTUBRE DEL 2020

### GRANULOMETRÍA SEGÚN HUSO MEZCLAS ASFALTICAS MAC-2 NORMATIVA - EG2013 PERU

PAGINA 1

MEZCLA : MAC2  
 AGREGADOS : AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO  
 ASFALTO : 85/100  
 ADITIVO : S/A

CANTERA : INVERSIONES VIDAL OLIVARES E.I.R.L./UBICACIÓN:  
 PUENTE DE MATAHUASI CONCEPCIÓN

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO |               |                      |           |                           |
|-------------------------|---------------|----------------------|-----------|---------------------------|
| TAMIZ                   | ABERTURA (mm) | CANTERA ARENA GRUESA |           |                           |
|                         |               | PESO RETENIDO        | ACUMULADO | PARCIAL PASANTE % PASANTE |
| (1)                     | 25,00         | 0                    | 0         | 1079,27 100,0%            |
| (3/4)                   | 19,00         | 0                    | 0         | 1079,27 100,0%            |
| (1/2)                   | 12,50         | 0                    | 0         | 1079,27 100,0%            |
| (3/8)                   | 9,50          | 2,2                  | 2,2       | 1077,07 99,8%             |
| (N.4)                   | 4,75          | 125,51               | 127,71    | 951,56 88,2%              |
| (N.10)                  | 2,00          | 238,73               | 366,44    | 712,83 66,0%              |
| (N.40)                  | 0,43          | 417,73               | 784,17    | 295,1 27,3%               |
| (N.80)                  | 0,18          | 177,8                | 951,97    | 117,3 10,9%               |
| (N.200)                 | 0,08          | 68,78                | 1030,75   | 48,52 4,5%                |
| PASA 200                |               | 48,52                | 1079,27   | 0 0,0%                    |
| PESO TOTAL              |               | 1079,27              |           |                           |

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO |               |                         |           |                           |
|-------------------------|---------------|-------------------------|-----------|---------------------------|
| TAMIZ                   | ABERTURA (mm) | CANTERA PIEDRA CHANCADA |           |                           |
|                         |               | PESO RETENIDO           | ACUMULADO | PARCIAL PASANTE % PASANTE |
| (1)                     | 25,00         | 0                       | 0         | 3875,15 100,0%            |
| (3/4)                   | 19,00         | 0                       | 0         | 3875,15 100,0%            |
| (1/2)                   | 12,50         | 2857,7                  | 2857,7    | 1017,45 26,3%             |
| (3/8)                   | 9,50          | 1010,5                  | 3868,2    | 6,95 0,2%                 |
| (N.4)                   | 4,75          | 0                       | 3868,2    | 6,05 0,2%                 |
| (N.10)                  | 2,00          | 0,78                    | 3868,98   | 6,18 0,2%                 |
| (N.40)                  | 0,43          | 0,88                    | 3869,85   | 5,3 0,1%                  |
| (N.80)                  | 0,18          | 0,91                    | 3870,76   | 4,38 0,1%                 |
| (N.200)                 | 0,08          | 1,48                    | 3872,24   | 2,91 0,1%                 |
| PASA 200                |               | 2,91                    | 3875,15   | 0 0,0%                    |
| PESO TOTAL              |               | 3875,15                 |           |                           |

INGENIEROS GENERALISTAS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 ÁREA DE CALIDAD  
 Mg. Ing. Yessica Andía Arias  
 INGENIERA CIVIL  
 Nº 89775

HC-AP-001 REV.00 FECHA: 2019/04/20

OBSERVACION : Muestra recibida por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SEGÚN PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS**

**LABORATORIO DE SUELOS**

**INFORME**

EXPEDIENTE N° : 038-2020-AP  
PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE - UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
OBRA : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
FECHA DE EMISIÓN : 28 DE SETIEMBRE DEL 2020

**ENSAYO DE ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS (PROCEDIMIENTO RIEDEL - WEBER)  
MTC E 220 -2000**

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: P-084-2020

CANTERA: M2, INVERSIONES VIDAL OLIVARES E.I.R.L./ UBICACIÓN: PUENTE DE MATAHUASI CONCEPCIÓN (Agregado grueso)

RESULTADO DEL ÍNDICE DE ADHESIVIDAD:

7

| Molaridad | G de Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> /1 disolución |
|-----------|--|
| M/256     | 0,414  |
| M/128     | 0,828  |
| M/64      | 1,656  |
| M/32      | 3,312  |
| M/16      | 6,625  |
| M/8       | 13,25  |
| M/4       | 26,5   |
| M/2       | 53,0   |
| M/1       | 106,0  |

HC-AP-001 REV.02 FECHA: 2019/03/20

OBSERVACION : Muestra remitidas por el peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
AREA DE CALIDAD  
  
Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias  
INGENIERA CIVIL  
CIP 69775

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y ASFALTO**

**INFORME**

EXPEDIENTE N° : 029-2020-AP  
PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE - UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
PROYECTO : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
FECHA DE EMISIÓN : 18 DE SETIEMBRE DEL 2020

**SALES SOLUBLES EN SUELOS**

**NTP 339.152 REV. 2015**

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO : P-084-2020  
CANTERA : M2, INVERSIONES VIDAL OLIVARES E.I.R.L/ UBICACIÓN: PUENTE DE MATAHUASI CONCEPCIÓN (Agregado grueso)

CONTENIDO : 0.08%

CONTENIDO : 780 PPM

HC-AC-010 REV.00 FECHA: 2019/10/31

**NOTA:**

Fecha de ensayo : 2020-09-17  
Temperatura Ambiente : 25,8 °C  
Humedad relativa : 21 %

\* MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

RESUMEN GENERAL CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
AREA DE CALIDAD  
Ing. Janet Yessica Andía Arias  
INGENIERA CIVIL  
CIP 69775

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS**

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO**

**INFORME**

EXPEDIENTE N° : 043-2020-AP  
 PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 ATENCION : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 OBRA : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE RECEPCION : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
 FECHA DE EMISION : 02 DE OCTUBRE DEL 2020

CODIGO : NTP 400.016:2011  
 TITULO : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. 3a. ed.  
 COMITÉ : CTN 007: Agregados, hormigón (concreto), hormigón armado y hormigón pretensado  
 TITULO (EN) : Aggregate. Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate

**INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO: ANALISIS CUANTITATIVO - MTC E 209-2016 NTP 400.016  
 SULFATO DE MAGNESIO**

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO : P-084-2020

CANTERA : M2, INVERSIONES VIDAL OLIVARES E.I.R.L./ UBICACIÓN: PUENTE DE MATAHUASI CONCEPCIÓN (Agregado grueso)

MUESTRA: M2

| FRACCION         |                  | PERDIDAS (%)         |                                  |                 |                                      |                 |                     |                  |
|------------------|------------------|----------------------|----------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|---------------------|------------------|
| PASA             | RETIENE          | 1                    | 2                                | 3               | 4                                    | 5               | 6                   | 7                |
|                  |                  | GRADACION ORIGINAL % | Peso de la Fraccion Ensayada (g) | N° de Particula | Peso Retenido despues del Ensayo (g) | Perdida Total % | Perdida Corregida % | N° de Particulas |
| 63 mm (2 1/2")   | 50 mm (2")       |                      |                                  |                 |                                      |                 |                     |                  |
| 50 mm (2")       | 37.5 mm (1 1/2") | 0.00                 | 0                                | 0               | 0.00                                 | 0.000           | 0.000               |                  |
| 37.5 mm (1 1/2") | 25 mm (1")       | 0.00                 | 0                                | 0               | 0.00                                 | 0.000           | 0.000               |                  |
| 25 mm (1")       | 19 mm (3/4")     | 48.94                | 1500                             | 106             | 1499.48                              | 0.000           | 0.000               | 106              |
| 19 mm (3/4")     | 12.5 mm (1/2")   | 46.40                | 670                              | 0               | 662.23                               | 0.078           | 0.036               |                  |
| 12.5 mm (1/2")   | 9.5 mm (3/8")    | 4.66                 | 300                              | 0               | 288.58                               | 0.114           | 0.005               |                  |
| 9.5 mm (3/8")    | 4.75 mm (N° 4)   | 0.00                 | 0                                | 0               | 0.00                                 | 0.000           | 0.000               |                  |
| <b>TOTALES</b>   |                  | 100                  | 2470                             |                 | 2450.29                              |                 | 0.041               |                  |

| ANALISIS CUALITATIVO | NÚMERO DE PARTICULAS DESPUES DEL ENSAYO - SULFATO DE MAGNESIO |                            |                |         |              |             |            |
|----------------------|---|----------------------------|----------------|---------|--------------|-------------|------------|
|                      | CICLO   | N° DE PARTICULAS PREENSAYO | EN BUEN ESTADO | RAJADAS | DESMORONADAS | FRACTURADAS | ASTILLADAS |
| V                    | 1   |                            |                |         |              |             |            |
|                      | 2   | 106                        | 92             |         |              | 14          |            |
|                      | 3   |                            |                |         |              |             |            |
|                      | 4   |                            |                |         |              |             |            |
|                      | 5   |                            |                |         |              |             |            |

FRACCION 1: 50 mm - 37.5 mm  
 FRACCION 2: 37.5 mm - 25 mm  
 FRACCION 3: 25 mm - 19 mm  
 FRACCION 4: 19 mm - 12.5 mm  
 FRACCION 5: 12.5 mm - 9.5 mm

\* MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

HS-AC-009 REV.05 FECHA: 2019/10/31

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRIJEN EN LOS ACTOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS  
 GERENCIA TECNICA  
 Ing. Victor Peñis Duran  
 INGENIERO CIVIL

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE SUELOS**

**INFORME**

**IMPUREZAS ORGANICAS MTC E 213-2016**

EXPEDIENTE N° : 026-2020-AP  
PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE - UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
PROYECTO : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2020

**INFORME DE ENSAYO (PÁG. 01 DE 01)  
MTC E 213 - 2016**

**CODIGO DE ORDEN DE TRABAJO**

: P-084-2020

**CANTERA**

M2, INVERSIONES VIDAL OLIVARES E.I.R.L/ UBICACIÓN: PUENTE DE MATAHUASI CONCEPCIÓN (Piedra Chancada)

| COLOR GARDNER ESTÁNDAR N° | PLACA ORGANICA N° |
|---------------------------|-------------------|
| 5                         | 1                 |
| 8                         | 2                 |
| 11                        | 3 (estándar)      |
| 13                        | 4                 |
| 16                        | 5                 |

**RESULTADO EN LA PLACA ORGANICA N°** : 1

HC-A3-011 REV.03 FECHA: 2020/09/16

**NOTA:**

Fecha de ensayo : 2020-09-15  
Temperatura Ambiente : 21 °C  
Humedad relativa : 33 %

\* MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD  
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
AREA DE CALIDAD  
Ing. Janet Yessica Andía Arias  
INGENIERA CIVIL  
CIP 69775

Email: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

**INFORME**

EXPEDIENTE N° : 031-2020-AP  
 PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE - UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 OBRA : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 21 DE SETIEMBRE DEL 2020

**INFORME DE ENSAYO (PÁG. 01 DE 01)**

Código : MTC E 207-2016  
 Título : AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación de agregados gruesos de tamaño grande por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: P-084-2020

CANTERA : INVERSIONES VIDAL OLIVARES E.I.R.L./ UBICACIÓN: PUENTE DE MATAHUASI CONCEPCIÓN (Agregado grueso)

**ENSAYO DE ABRASION DE LOS ANGELES**

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| Gradación                     | A      |
| No. de esferas                | 12     |
| No. de revoluciones           | 500    |
| Peso de muestra inicial (g)   | 5002.5 |
| Peso que pasa tamiz N° 12 (g) | 1183.5 |
| DESGASTE %                    | 23.66  |

**DATOS SOBRE: GRADACIÓN, CARGA ABRASIVA Y REVOLUCIONES**

| TAMAÑOS                       |       |          |       | MASA Y GRANULOMETRIA DE LA MUESTRA |      |      |      |
|-------------------------------|-------|----------|-------|------------------------------------|------|------|------|
| PASANTE                       |       | RETENIDO |       | A                                  | B    | C    | D    |
| mm                            | in    | mm       | in    |                                    |      |      |      |
| 76.1                          | 3     | 64       | 2 1/2 |                                    |      |      |      |
| 64                            | 2 1/2 | 50.8     | 2     |                                    |      |      |      |
| 50.8                          | 2     | 38.1     | 1 1/2 |                                    |      |      |      |
| 38.1                          | 1 1/2 | 25.4     | 1     | 1250                               |      |      |      |
| 25.4                          | 1     | 19       | 3/4   | 1250                               |      |      |      |
| 19                            | 3/4   | 12.7     | 1/2   | 1250                               | 2500 |      |      |
| 12.7                          | 1/2   | 9.5      | 3/8   | 1250                               | 2500 |      |      |
| 9.5                           | 3/8   | 6.3      | 1/4   |                                    |      | 2500 |      |
| 6.3                           | 1/4   | 4.8      | No 4  |                                    |      | 2500 |      |
| 4.8                           | No 4  | 2.4      | No 8  |                                    |      |      | 5000 |
| <b>NÚMERO DE ESFERAS</b>      |       |          |       | 12                                 | 11   | 8    | 6    |
| <b>NÚMERO DE REVOLUCIONES</b> |       |          |       | 500                                | 500  | 500  | 500  |

**Nota:**  
 Fecha de ensayo : 2020-09-17  
 Temperatura Ambiente : 21,1 °C  
 Humedad relativa : 30%

Observación: Muestreo e identificación realizado por el Peticionario.

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AC-017 REV.04 FECHA: 2019/10/31

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 AREA DE CALIDAD  
 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP 69775

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
  - ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
  - PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
  - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
  - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
  - EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO  
INFORME**

**EXPEDIENTE N°** : 048-2020-AP  
**PETICIONARIO** : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
**ATENCION** : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE - UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
**FECHA DE EMISIÓN** : 13 DE OCTUBRE DEL 2020

**PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS**

**A. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GROSOS**

**CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO:** P-084-2020  
Tipo de agregado: **Agregado Grueso** Norma: **MTC E 206**  
Procedencia: **M2, Inversiones Vidal Olivares E.I.R.L./**  
**Ubicación: Puente De Matahuasi Concepción (Agregado Grueso)** Muestra: **N° M-2**

| DESCRIPCION  | CANTIDAD     |
|--|--------------|
| PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA                              | 3775         |
| PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA | 3475         |
| PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA  | 1125         |
| PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA                                    | 2350         |
| PESO DE LA MUESTRA SECA  | 3740.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO DE MASA</b>   | <b>2.62</b>  |
| PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO                         | 2.65         |
| PESO ESPECIFICO APARENTE   | 2.69         |
| <b>PORCENTAJE DE ABSORCION</b>   | <b>0.94%</b> |

HC-AC-048 REV.00 FECHA: 2020/09/18

**OBSERVACION : Muestra remitidas por el Peticionario.**

\*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
AREA DE CALIDAD  
  
Mg. Ing. Jaiwet Yésica Andía Arias  
INGENIERA CIVIL  
CIP 68775

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**LABORATORIO DE SUELOS**

N° EXPEDIENTE : 040-2020-AP  
 PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE INGRESO : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
 FECHA DE EMISION : 29 DE SETIEMBRE DEL 2019

**GRANULOMETRIA**

**SEGÚN HUSOS GRANULOMÉTRICOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA NORMAL (MAC 2)  
 NORMATIVA EG 2000 - PERU**

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: : P-084-2020

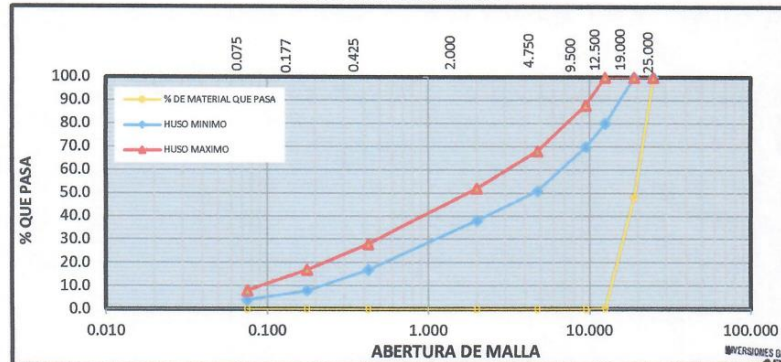
MUESTRA : M2, INVERSIONES VIDAL OLIVARES E.I.R.L./ UBICACIÓN: PUENTE DE MATAHUASI CONCEPCIÓN (Agregado grueso)

PESO INICIAL SECO: 5950.3

AGREGADO GRUESO

| TAMIZ        | ABERTURA (mm) | % QUE PASA MAXIMO | % QUE PASA MINIMO | PESO RETENIDO (g) | % PARCIAL RETENIDO (G) | % ACUMULADO |          |
|--------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------|----------|
|              |               |                   |                   |                   |                        | RETENIDO    | QUE PASA |
| 1"           | 25.000        | 100.000           | 100.000           | 58.900            | 0.99                   | 0.99        | 99.01    |
| 3/4"         | 19.000        | 100.000           | 100.000           | 3013.900          | 50.65                  | 51.6        | 48.36    |
| 1/2"         | 12.500        | 80.000            | 100.000           | 2857.700          | 48.03                  | 99.7        | 0.33     |
| 3/8"         | 9.500         | 70.000            | 88.000            | 10.500            | 0.18                   | 99.8        | 0.16     |
| N° 4         | 4.750         | 51.000            | 68.000            | 0.000             | 0.00                   | 99.8        | 0.16     |
| N° 10        | 2.000         | 38.000            | 52.000            | 0.790             | 0.01                   | 99.9        | 0.14     |
| N° 40        | 0.425         | 17.000            | 28.000            | 0.860             | 0.01                   | 99.9        | 0.13     |
| N° 80        | 0.177         | 8.000             | 17.000            | 0.910             | 0.02                   | 99.9        | 0.11     |
| N° 200       | 0.075         | 4.000             | 8.000             | 1.480             | 0.02                   | 99.9        | 0.09     |
| FONDO        |               |                   |                   | 2.910             | 0.05                   | 100.0       | 0.04     |
| <b>TOTAL</b> |               |                   |                   | <b>5947.950</b>   | <b>99.96</b>           |             |          |

**CURVA GRANULOMETRICA**



HC-AP-014 REV.00 FECHA: 2018/04/20

OBSERVACION : Muestra remitidas por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 AREA DE CALIDAD  
 Ing. Ing. Yésica Andía Arias  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP 69775

Email: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauroringenieros](https://www.facebook.com/centauroringenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**  
**LABORATORIO DE SUELOS**  
**INFORME**

1. EXPEDIENTE N° : 033-2020-AP  
 2. PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 3. ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 4. PROYECTO : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
 5. UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
 7. FECHA DE EMISIÓN : 21 DE SETIEMBRE DEL 2020

|                                  |   |  |
|----------------------------------|---|--|
| Código orden Trabajo: P-084-2020 | Cantera : M1 / Pasante de la malla N°40   | Profundidad (m): 1,50  |
| Tipo de muestra : Suelo          | Condiciones de muestra : Muestra Alterada | Ubicación : Inversiones Vidal Olivares E.I.R.L./ Ubicación: Puente de Matahuasi Concepción (Agregado Fino) |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>ENSAYO:</b>          | <b>MÉTODO:</b>  |
| Límites de Consistencia | Referencia en la Norma: NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. |

PÁGINA 1 DE 1



|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| <b>MÉTODO DE ENSAYO</b>            | Multipunto |
| <b>PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</b>   | Seca       |
| <b>% RETENIDO EN EL TAMIZ N°40</b> | -          |

| LÍMITES DE CONSISTENCIA                         |      |
|---|------|
| LÍMITE LÍQUIDO                                  | N.P. |
| LÍMITE PLÁSTICO                                 | N.P. |
| ÍNDICE PLÁSTICIDAD                              | N.P. |
| * NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA                 |      |
| * MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN |      |

**NOTA:**  
 Fecha de ensayo : 2020-09-17  
 Temperatura Ambiente : 20.3 °C  
 Humedad relativa : 30%  
 Área donde realizó el ensayo : Suelos I y Pavimentos

**OBSERVACION :** Muestra remitidas por el Peticionario.

\* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-003 VERSION.01 REV.01 FECHA: 202/02/28

Fin de página.

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 AREA DE CALIDAD  
 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP 69775

Email: [grupocentauringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauringenieros@gmail.com) Web: <http://centauringenieros.com/> Facebook: [centauru ingenieros](https://www.facebook.com/centauringenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauringenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**  
**LABORATORIO DE SUELOS**  
**INFORME**

1. **EXPEDIENTE N°** : 032-2020-AP  
 2. **PETICIONARIO** : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 3. **ATENCIÓN** : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 4. **PROYECTO** : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
 5. **UBICACIÓN** : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 6. **FECHA DE RECEPCIÓN** : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
 7. **FECHA DE EMISIÓN** : 21 DE SETIEMBRE DEL 2020

|   |   |
|---|---|
| <b>Código orden Trabajo:</b> P-084-2020/ Cantera : M1 / Pasante de la malla N°200 | <b>Profundidad (m):</b> No específica   |
| <b>Tipo de muestra :</b> Suelo  | <b>Ubicación :</b> Inversiones Vidal Olivares E.I.R.L./ Ubicación: Puente de Matahuasi Concepción (Agregado Fino) |
| <b>Condiciones de muestra :</b> Muestra Alterada                                  |   |

|   |   |
|---|---|
| <b>ENSAYO:</b><br>Límites de Consistencia | <b>MÉTODO:</b><br>REFERENCIA EN LA NORMA: NTP 339.129.1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. |
|---|---|

PÁGINA 1 DE 1



|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| <b>MÉTODO DE ENSAYO</b>            | Multipunto |
| <b>PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</b>   | Seca       |
| <b>% RETENIDO EN EL TAMIZ N°40</b> | -          |

| LÍMITES DE CONSISTENCIA                         |      |
|---|------|
| LÍMITE LIQUIDO                                  | N.P. |
| LÍMITE PLASTICO                                 | N.P. |
| INDICE PLASTICIDAD                              | N.P. |
| * NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA                 |      |
| * MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN |      |

**NOTA:**  
 Fecha de ensayo : 2020-09-17  
 Temperatura Ambiente : 20.3 °C  
 Humedad relativa : 30%  
 Área donde realizó el ensayo : Suelos I y Pavimentos  
**OBSERVACION :** Muestra remitidas por el Peticionario.

\* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
 HC-AS-003 VERSION.01 REV.01 FECHA: 202/02/28

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 AREA DE CALIDAD  
 Mg. Ing. JANEY WESLEIA ANDIA ARIAS  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP 80775

Fin de página.

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS**

**LABORATORIO DE SUELOS**

**INFORME**

EXPEDIENTE N° : 039-2020-AP  
PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE - UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
OBRA : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
FECHA DE EMISIÓN : 28 DE SETIEMBRE DEL 2020

**ENSAYO DE ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS (PROCEDIMIENTO MTC E 220 -2000)**

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: P-084-2020  
CANTERA: M1, INVERSIONES VIDAL OLIVARES E.I.R.L./ UBICACIÓN: PUENTE DE MATAHUASI CONCEPCIÓN (Agregado fino)

RESULTADO DEL ÍNDICE DE ADHESIVIDAD:

3

| Molaridad | G de Na2 CO3/1 disolución |
|-----------|---------------------------|
| M/256     | 0,414                     |
| M/128     | 0,828                     |
| M/64      | 1,656                     |
| M/32      | 3,312                     |
| M/16      | 6,625                     |
| M/8       | 13,25                     |
| M/4       | 26,5                      |
| M/2       | 53,0                      |
| M/1       | 106,0                     |

HC-AP-001 REV.02 FECHA: 2019/03/20

**OBSERVACION : Muestra remitidas por el petionario.**

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
ÁREA DE CALIDAD  
Ing. Inge. Yessica Andía Arias  
INGENIERA CIVIL  
CIP 69775

Email: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauroringenieros](https://www.facebook.com/centauroringenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y ASFALTO**

**INFORME**

EXPEDIENTE N° : 030-2020-AP  
PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE - UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
PROYECTO : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
FECHA DE EMISIÓN : 18 DE SETIEMBRE DEL 2020

**SALES SOLUBLES EN SUELOS**

**NTP 339.152 REV. 2015**

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO : P-084-2020  
CANTERA : M1, INVERSIONES VIDAL OLIVARES E.I.R.L./ UBICACIÓN: PUENTE DE MATAHUASI CONCEPCIÓN (Agregado fino)

CONTENIDO : 0.07%

CONTENIDO : 660 PPM

HC-AC-010 REV.00 FECHA: 2019/10/31

**NOTA:**

Fecha de ensayo : 2020-09-17  
Temperatura Ambiente : 25,8 °C  
Humedad relativa : 21 %

\* MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
AREA DE CALIDAD  
Ing. Janet Yessica Andía Arias  
INGENIERA CIVIL  
CIP 69975

Email: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauroringenieros](https://www.facebook.com/centauroringenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO**

**INFORME**

EXPEDIENTE N° : 042-2020-AP  
 PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 02 DE OCTUBRE DEL 2020

**INALTERABILIDAD DEL AGREGADO FINO: ANALISIS CUANTITATIVO MTC E209 - 2016 SULFATO DE MAGNESIO**

CANTERA : M1, INVERSIONES VIDAL OLIVARES E.I.R.L/ UBICACIÓN: PUENTE DE MATAHUASI CONCEPCIÓN (Agregado fino)

MUESTRA : M1

| FRACCIÓN        |                 | PERDIDAS (%):        |                                  |                                      |                 |                     |
|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------------|
| PASA            | RETIENE         | 1                    | 2                                | 3                                    | 4               | 5                   |
|                 |                 | GRADACION ORIGINAL % | Peso de la Fraccion Ensayada (g) | Peso Retenido despues del Ensayo (g) | Perdida Total % | Perdida Corregida % |
| 9.5 mm (3/8")   | 4.75 mm (N° 4)  | 10.00                | 100                              | 90.94                                | 9.06            | 0.906               |
| 4.75 mm (N° 4)  | 2.36 mm (N° 8") | 17.63                | 100                              | 98.02                                | 1.98            | 0.349               |
| 2.36 mm (N° 8") | 1.18mm (N° 16") | 18.70                | 100                              | 93.80                                | 6.20            | 1.160               |
| 1.18mm (N° 16") | 600 um (N° 30") | 30.83                | 100                              | 96.20                                | 3.80            | 1.172               |
| 600 um (N° 30") | 300 um (N° 50") | 22.83                | 100                              | 97.68                                | 2.32            | 0.530               |
| 300 um (N° 50") | 150 um (N° 100) | 0.00                 | 0                                | 0.00                                 | 0.00            | 0.000               |
| 150 um (N° 100) |                 | -                    | -                                | -                                    | -               | -                   |
| <b>TOTALES</b>  |                 | 100                  |                                  |                                      |                 | <b>4.116</b>        |

\* MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AC-008 REV.02 FECHA: 20/10/30

INVERSIONES VIDAL OLIVARES E.I.R.L.  
 GERENCIA TÉCNICA

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo – Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 – 964968015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
  - ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
  - PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
  - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
  - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
  - EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE SUELOS**

**INFORME**

**IMPUREZAS ORGANICAS MTC E 213-2016**

EXPEDIENTE N° : 027-2020-AP  
PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE - UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
PROYECTO : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2020

**INFORME DE ENSAYO (PÁG. 01 DE 01)  
MTC E 213 - 2016**

**CODIGO DE ORDEN DE TRABAJO**

: P-084-2020

**CANTERA**

**M1, INVERSIONES VIDAL OLIVARES E.I.R.L/ UBICACIÓN: PUENTE DE MATAHUASI CONCEPCIÓN  
(Agregado fino)**

| COLOR GARDNER ESTÁNDAR N° | PLACA ORGANICA N° |
|---------------------------|-------------------|
| 5                         | 1                 |
| 8                         | 2                 |
| 11                        | 3 (estándar)      |
| 13                        | 4                 |
| 16                        | 5                 |

**RESULTADO EN LA PLACA ORGANICA N°** : **1**

HC-A3-011 REV.03 FECHA: 2020/09/16

**NOTA:**

Fecha de ensayo : 2020-09-15  
Temperatura Ambiente : 21 °C  
Humedad relativa : 33 %

\* MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
ÁREA DE CALIDAD  
Mg. Ing. Janet Pessica Andía Arias  
INGENIERA CIVIL  
CIP 69775

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
  - ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
  - PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
  - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
  - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
  - EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO**

**INFORME**

**EXPEDIENTE N°** : 028-2020-AP  
**PETICIONARIO** : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
**ATENCION** : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE - UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
**OBRA** : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**FECHA DE RECEPCION** : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
**FECHA DE EMISION** : 16 DE SETIEMBRE DEL 2020

**CODIGO** : NTP 339.146:2000  
**TITULO** : SUELOS. Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino  
**COMITÉ** : CTN 005: Geotecnia  
**TITULO (EN)** : Soils. Standard test method for sand equivalent value of soils and fine aggregate

**EQUIVALENTE DE ARENA**

**EQUIVALENTE DE ARENA** : **81** %

$$\text{Equivalente de arena (EA)} = \frac{\text{lectura de arena}}{\text{lectura de arcilla}} \times 100$$

**CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: P-084-2020**  
**CANTERA: M1, INVERSIONES VIDAL OLIVARES E.I.R.L/ UBICACIÓN: PUENTE DE MATAHUASI CONCEPCIÓN (Agregado fino)**  
**MUESTRA: M1**

HC-AP-009 REV.03 FECHA: 2020/06/12

\* MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
AREA DE CALIDAD  
Mg. Ing. Jalet Yesica Andia Arias  
INGENIERA CIVIL  
CIP 69775

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO  
INFORME**

**EXPEDIENTE N°** : 047-2020-AP  
**PETICIONARIO** : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
**ATENCION** : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE - UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
**FECHA DE EMISIÓN** : 13 DE OCTUBRE DEL 2020

**PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS**

**A. GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS**

**CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO:** P-084-2020  
Tipo de agregado: **Agregado Fino** Norma: **MTC E 205**  
Procedencia: **M1, Inversiones Vidal Olivares E.I.R.L./**  
**Ubicación: Puente De Matahuasi Concepción (Agregado Fino)** Muestra: **N° M-1**

| DESCRIPCION   | CANTIDAD     |
|---|--------------|
| PESO DE LA FIOLA  | 152.12       |
| PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA               | 652.12       |
| PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA+PESO DEL AGUA | 960.88       |
| PESO DEL AGUA   | 308.76       |
| PESO DE LA ARENA SECA   | 494.77       |
| VOLUMEN DE LA FIOLA   | 500.00       |
| <b>PESO ESPECIFICO DE LA MASA</b>                                       | <b>2.59</b>  |
| PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO                  | 2.61         |
| PESO ESPECIFICO APARENTE  | 2.66         |
| <b>PORCENTAJE DE ABSORCION</b>  | <b>1.06%</b> |

HC-AC-033 REV.01 FECHA: 2019/03/20

**OBSERVACION : Muestra remitidas por el Peticionario.**

\*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
ÁREA DE CALIDAD  
  
Mg. ING. TATIANA ANDÍA ARIAS  
INGENIERA CIVIL  
CIP: 69775

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**LABORATORIO DE SUELOS**

N° EXPEDIENTE : 041-2020-AP  
 PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE INGRESO : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
 FECHA DE EMISION : 29 DE SETIEMBRE DEL 2019

**GRANULOMETRIA**

**SEGÚN HUSOS GRANULOMÉTRICOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA NORMAL (MAC 2)**

NORMATIVA EG 2000 - PERU

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: : P-084-2020

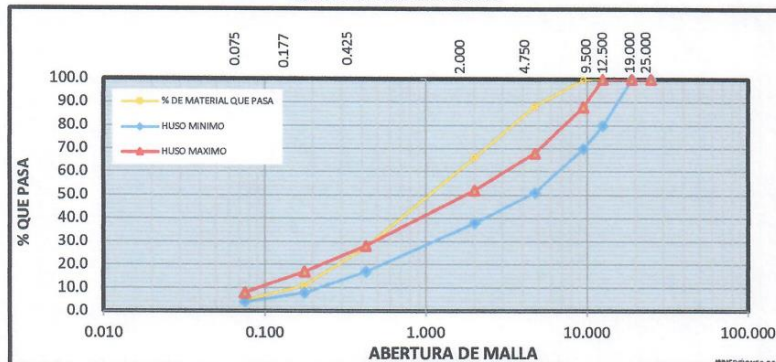
MUESTRA : M1, INVERSIONES VIDAL OLIVARES E.I.R.L./ UBICACIÓN: PUENTE DE MATAHUASI CONCEPCIÓN (Agregado fino)

PESO INICIAL SECO: 1080.1

**AGREGADO FINO**

| TAMIZ  | ABERTURA (mm) | % QUE PASA MAXIMO | % QUE PASA MINIMO | PESO RETENIDO (g) | % PARCIAL RETENIDO (G) | % ACUMULADO |          |
|--------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------|----------|
|        |               |                   |                   |                   |                        | RETENIDO    | QUE PASA |
| 1"     | 25.000        | 100.000           | 100.000           | 0.000             | 0.00                   | 0.00        | 100.00   |
| 3/4"   | 19.000        | 100.000           | 100.000           | 0.000             | 0.00                   | 0.0         | 100.00   |
| 1/2"   | 12.500        | 80.000            | 100.000           | 0.000             | 0.00                   | 0.0         | 100.00   |
| 3/8"   | 9.500         | 70.000            | 88.000            | 2.200             | 0.20                   | 0.2         | 99.80    |
| N° 4   | 4.750         | 51.000            | 68.000            | 125.510           | 11.62                  | 11.8        | 88.18    |
| N° 10  | 2.000         | 38.000            | 52.000            | 238.730           | 22.10                  | 33.9        | 66.07    |
| N° 40  | 0.425         | 17.000            | 28.000            | 417.730           | 38.68                  | 72.6        | 27.40    |
| N° 80  | 0.177         | 8.000             | 17.000            | 177.800           | 16.46                  | 89.1        | 10.94    |
| N° 200 | 0.075         | 4.000             | 8.000             | 68.780            | 6.37                   | 95.4        | 4.57     |
| FONDO  |               |                   |                   | 48.520            | 4.49                   | 99.9        | 0.08     |
| TOTAL  |               |                   |                   | 1079.270          | 99.92                  |             |          |

**CURVA GRANULOMETRICA**



HC-AP-014 REV.00 FECHA: 2018/04/20

OBSERVACION : Muestra remitidas por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INGENIEROS DE SUELOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 ASIA DE SUELOS  
 Ing. Ing. Janet Yesica Andia A.  
 INGENIERA CIVIL  
 DIF 69775

Email: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauroringenieros](https://www.facebook.com/centauroringenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**LABORATORIO DE SUELOS**

N° EXPEDIENTE : 034-2020-AP  
 PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE INGRESO : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020  
 FECHA DE EMISION : 21 DE SETIEMBRE DEL 2019

**GRANULOMETRIA**

**SEGÚN HUSOS GRANULOMÉTRICOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA NORMAL (MAC 2)**

NORMATIVA EG 2000 - PERU

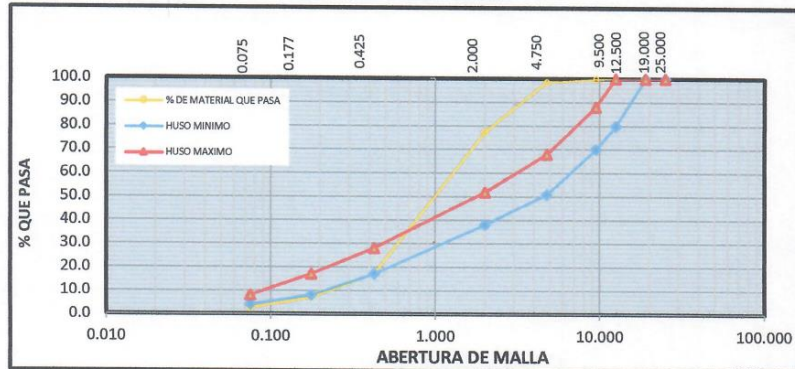
CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: : P-084-2020

MUESTRA : VIDRIO MOLIDO

PESO INICIAL SECO: 727.54

| TAMIZ        | ABERTURA (mm) | % QUE PASA MAXIMO | % QUE PASA MINIMO | PESO RETENIDO (g) | % PARCIAL RETENIDO (G) | VIDRIO MOLIDO        |          |
|--------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|----------------------|----------|
|              |               |                   |                   |                   |                        | % ACUMULADO RETENIDO | QUE PASA |
| 1"           | 25.000        | 100.000           | 100.000           | 0.000             | 0.00                   | 0.00                 | 100.00   |
| 3/4"         | 19.000        | 100.000           | 100.000           | 0.000             | 0.00                   | 0.0                  | 100.00   |
| 1/2"         | 12.500        | 80.000            | 100.000           | 0.000             | 0.00                   | 0.0                  | 100.00   |
| 3/8"         | 9.500         | 70.000            | 88.000            | 1.710             | 0.24                   | 0.2                  | 99.76    |
| N° 4         | 4.750         | 51.000            | 68.000            | 9.090             | 1.25                   | 1.5                  | 98.52    |
| N° 10        | 2.000         | 38.000            | 52.000            | 153.750           | 21.13                  | 22.6                 | 77.38    |
| N° 40        | 0.425         | 17.000            | 28.000            | 438.570           | 60.28                  | 82.9                 | 17.10    |
| N° 80        | 0.177         | 8.000             | 17.000            | 74.200            | 10.20                  | 93.1                 | 6.90     |
| N° 200       | 0.075         | 4.000             | 8.000             | 31.920            | 4.39                   | 97.5                 | 2.52     |
| FONDO        |               |                   |                   | 18.120            | 2.49                   | 100.0                | 0.02     |
| <b>TOTAL</b> |               |                   |                   | <b>727.360</b>    | <b>99.98</b>           |                      |          |

**CURVA GRANULOMETRICA**



HC-AP-014 REV.00 FECHA: 2018/04/20

OBSERVACION : Muestra remitidas por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 AREA DE CONTROL  
 Mg. Ing. Janet Yésica Andía Arias  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP: 99775

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI



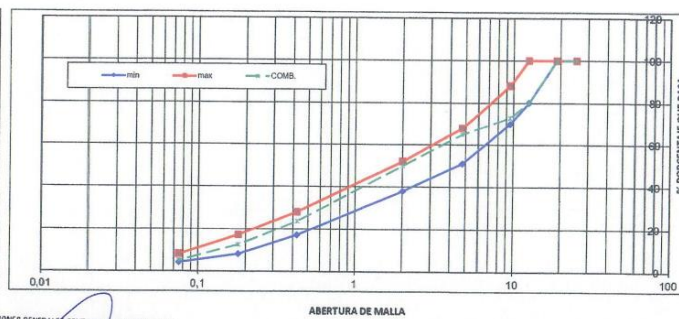
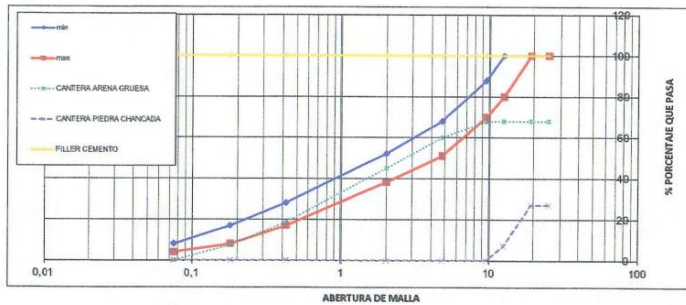
**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 045-2020-AP  
 PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 OBRAS : INFLUENCIA DEL VIBRO MOLDED COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE SEPTIEMBRE DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 26 DE OCTUBRE DEL 2020

**COMBINACION GRANULOMETRICA SEGÚN HUSO MEZCLAS ASFALTICAS MAC-2**  
NORMATIVA - EG2015 PERU

MEZCLA : MAC-2  
 AGREGADOS : AGREGADO FINO Y GRUESO  
 CANTERA : INVERSIONES VIDAL OLIVARES S.R.L./ UBICACIÓN: PUENTE DE MATAHASI CONCEPCIÓN  
 ASFALTO : 18/200 - HDPHDL  
 ADITIVO : NINGUNO

| Malla  | Abertura (mm) | MAC-2           |                 | COMB. | 100.0%               |                         | 68.0%          |                      | 27.0%                   |                | 3.0% |  |
|--------|---------------|-----------------|-----------------|-------|----------------------|-------------------------|----------------|----------------------|-------------------------|----------------|------|--|
|        |               | % Que pasa Máx. | % Que pasa Mín. |       | CANTERA ARENA GRUESA | CANTERA PIEDRA CHANCADA | FILLER CEMENTO | CANTERA ARENA GRUESA | CANTERA PIEDRA CHANCADA | FILLER CEMENTO |      |  |
| 1"     | 25,000        | 100             | 100             | 100.0 | 68.0                 | 27.0                    | 3.0            | 100.00               | 100.00                  | 100.0          |      |  |
| 3/4"   | 18,000        | 100             | 100             | 100.0 | 68.0                 | 27.0                    | 3.0            | 100.00               | 100.00                  | 100.0          |      |  |
| 1/2"   | 12,500        | 80              | 100             | 89.1  | 68.0                 | 7.1                     | 3.0            | 100.00               | 26.26                   | 100.0          |      |  |
| 3/8"   | 9,500         | 70              | 88              | 73.9  | 67.8                 | 0.0                     | 3.0            | 99.80                | 0.18                    | 100.0          |      |  |
| N° 4   | 4,750         | 52              | 68              | 60.0  | 60.0                 | 0.0                     | 3.0            | 98.17                | 0.18                    | 100.0          |      |  |
| N° 10  | 2,000         | 38              | 52              | 50.0  | 44.9                 | 0.0                     | 3.0            | 66.03                | 0.16                    | 100.0          |      |  |
| N° 40  | 0,425         | 17              | 28              | 23.6  | 18.6                 | 0.0                     | 3.0            | 27.34                | 0.14                    | 100.0          |      |  |
| N° 60  | 0,250         | 8               | 17              | 12.4  | 7.4                  | 0.0                     | 3.0            | 10.87                | 0.11                    | 100.0          |      |  |
| N° 200 | 0,075         | 4               | 8               | 5.2   | -                    | 0.0                     | 3.0            | -                    | 0.08                    | 100.0          |      |  |



HC-49-001 REV.00 FECHA: 2018/04/20

OBSERVACION: Muestra remitida por el Peticionario  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO OPERA REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (OFA PERUANA INDECOPI - 0P.008 - 1991)

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 ÁREA DE CALIDAD  
 Mg. Ing. Janet Jessica Andía Arias  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP 89775

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

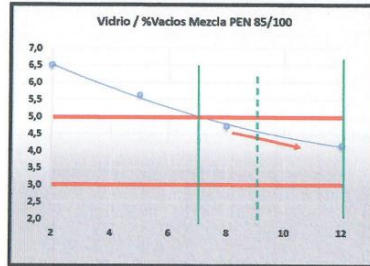
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

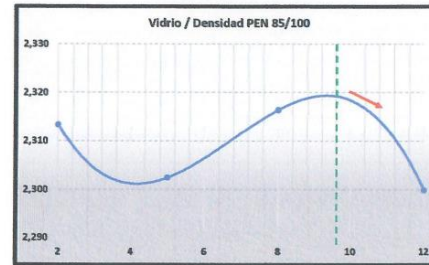


**ENSAYO MARSHALL (ASTM-D-1559)**

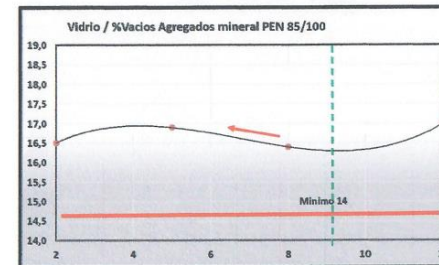
| % Vidrio | % Vacios-Mezcla |
|----------|-----------------|
| 2        | 6,5             |
| 5        | 5,6             |
| 8        | 4,7             |
| 12       | 4,1             |



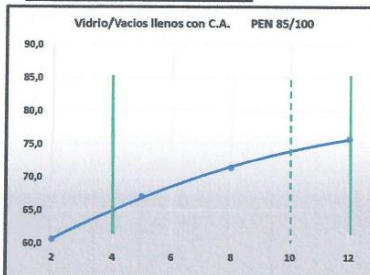
| % Vidrio | Densidad |
|----------|----------|
| 2        | 2,313    |
| 5        | 2,302    |
| 8        | 2,316    |
| 12       | 2,300    |



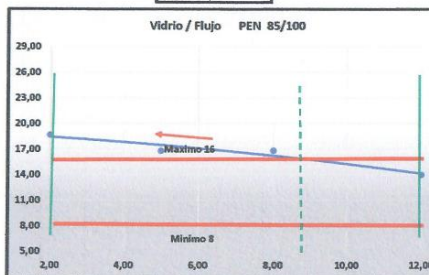
| % Vidrio | VAM    | Densidad |
|----------|--------|----------|
| 2        | 16,5   | 0,000    |
| 5        | 16,095 | 0,000    |
| 8        | 16,4   | 0,000    |
| 12       | 17,0   | 0,000    |



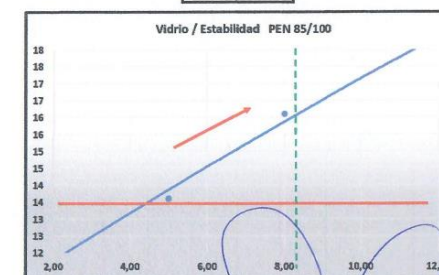
| % Vidrio | % Vacios llenos de Vidrio VFA |
|----------|-------------------------------|
| 2        | 60,6                          |
| 5        | 67,1                          |
| 8        | 71,4                          |
| 12       | 75,7                          |



| % Vidrio | Flujo |
|----------|-------|
| 2        | 18,63 |
| 5        | 16,77 |
| 8        | 16,80 |
| 12       | 13,96 |



| % Vidrio | Estabilidad |
|----------|-------------|
| 2        | 11,86       |
| 5        | 13,60       |
| 8        | 16,10       |
| 12       | 18,33       |



HC-AP-001 REV:00 FECHA: 2018/04/20

OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario  
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (C/TA PERUANA INDECOPI - GP2004 - 1998)

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875880 - 964483588 - 964966015  
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
GERENCIA TÉCNICA

Ing. Víctor Peña Dueñas  
INGENIERO CIVIL  
CMT. 76459

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI



**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 049-2020-AP  
 PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 OBRA : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE SEPTIEMBRE DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 26 DE OCTUBRE DEL 2020

**ENSAYO MARSHALL (ASTM-D-1559)**

CÁNTERA : INVERSIONES VIDAL OLIVARES E.I.R.L./ UBICACIÓN: PUENTE DE MATAHUASI CONCEPCIÓN  
 MEZCLA : MAC-2

| N° DE BRIQUETAS  | 1       | 2       | 3       | 4       | 1       | 2        | 3       | 4       | 1       | 2       | 3       | 4       | 1       | 2       | 3       | 4       |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 % de C.A. en Peso de la Mezcla Total                               |         | 6,00    |         |         |         | 6,00     |         |         |         | 6,00    |         |         |         | 6,00    |         |         |
| 2 % de Agregado Grueso (3/4), en Peso de la Mezcla                   |         | 27,00   |         |         |         | 27,00    |         |         |         | 27,00   |         |         |         | 27,00   |         |         |
| % de Vidrio molido   |         | 2,00    |         |         |         | 2,00     |         |         |         | 2,00    |         |         |         | 2,00    |         |         |
| 3 % de Arena Gruesa, en Peso de la Mezcla (incluye vidrio molido)    |         | 60,00   |         |         |         | 60,00    |         |         |         | 60,00   |         |         |         | 60,00   |         |         |
| 4 % de Filler Cemento, en Peso de la Mezcla                          |         | 5,00    |         |         |         | 5,00     |         |         |         | 5,00    |         |         |         | 5,00    |         |         |
| 5 peso específico del cemento asfáltico - aparente                   |         | 1,065   |         |         |         | 1,065    |         |         |         | 1,065   |         |         |         | 1,065   |         |         |
| 6 peso específico del Piedra Chancada (g/cm3)                        |         | 2,620   |         |         |         | 2,620    |         |         |         | 2,620   |         |         |         | 2,620   |         |         |
| 7 peso específico de Arena gruesa (g/cm3)                            |         | 2,590   |         |         |         | 2,590    |         |         |         | 2,590   |         |         |         | 2,590   |         |         |
| 8 peso específico del Filler (g/cm3)                                 |         | 2,720   |         |         |         | 2,720    |         |         |         | 2,720   |         |         |         | 2,720   |         |         |
| 9 Altura promedio de la Briqueta (cm)                                | 62,80   | 63,44   | 63,99   | 65,03   | 64,66   | 64,74    | 65,07   | 64,09   | 63,90   | 64,00   | 63,23   | 64,86   | 63,61   | 64,83   | 64,14   | 63,84   |
| 10 Peso de la Briqueta al aire (gr) (A)                              | 1169,1  | 1179,2  | 1179,6  | 1189,0  | 1184,1  | 1184,3   | 1178,8  | 1178,5  | 1183,2  | 1185,0  | 1176,1  | 1195,6  | 1183,1  | 1184,1  | 1188,4  | 1191,5  |
| 11 Peso de la Briqueta Sat. Sup. Seca (gr) (B)                       | 1170,4  | 1181,0  | 1180,2  | 1190,6  | 1184,6  | 1185,1   | 1180,2  | 1181,9  | 1185,3  | 1186,5  | 1183,9  | 1205,9  | 1185,0  | 1186,1  | 1190,5  | 1195,9  |
| 12 Peso de la Briqueta sumergida + canastilla (gr)                   | 1745,5  | 1761,2  | 1749,9  | 1753,8  | 1750,4  | 1745,7   | 1761,9  | 1741,1  | 1750,3  | 1768,3  | 1750,9  | 1758,3  | 1754,4  | 1747,7  | 1753,4  | 1760,1  |
| 13 Peso de la canastilla sumergida (gr)                              | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0   | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  |
| 14 Peso de la Briqueta sumergida en el agua (gr) (C)                 | 665,5   | 671,2   | 669,9   | 673,8   | 670,4   | 662,7    | 681,9   | 661,1   | 679,3   | 678,3   | 670,9   | 678,3   | 674,4   | 667,7   | 673,4   | 680,1   |
| 15 Peso Volumen Agua / Volumen Briqueta (gr) (B-C)                   | 505,0   | 509,8   | 510,3   | 516,7   | 514,2   | 522,4    | 504,3   | 520,8   | 506,0   | 511,2   | 513,0   | 525,6   | 510,6   | 518,4   | 517,1   | 513,0   |
| 16 Peso de Agua Absorbida (gr) (B-A)                                 | 1,3     | 1,8     | 0,6     | 1,6     | 0,5     | 1,8      | 7,4     | 3,4     | 2,1     | 4,5     | 7,8     | 8,3     | 1,9     | 1,9     | 2,1     | 1,5     |
| 17 Porcentaje de Absorción (%) ((B-A)/(B-C))*100                     | 0,26    | 0,36    | 0,11    | 0,31    | 0,10    | 0,35     | 1,46    | 0,66    | 0,42    | 0,89    | 1,52    | 1,58    | 0,37    | 0,38    | 0,41    | 0,30    |
| 18 Peso Especifico Bulk de la Briqueta (gr/cm3) (A/(B-C))            | 2,315   | 2,313   | 2,312   | 2,301   | 2,303   | 2,287    | 2,337   | 2,263   | 2,338   | 2,318   | 2,292   | 2,275   | 2,317   | 2,284   | 2,298   | 2,323   |
| 19 Peso Especifico Bulk de la Briqueta (gr/cm3) - PROMEDIO           |         | 2,313   |         |         |         | 2,302    |         |         |         | 2,316   |         |         |         | 2,300   |         |         |
| 20 Peso Especifico Mismo de la Mezcla - RICE-ASTM D 2041             |         | 2,474   |         |         |         | 2,439    |         |         |         | 2,431   |         |         |         | 2,399   |         |         |
| 21 Porcentaje de Vacíos en Mezcla (%)                                | 6,4     | 6,5     | 6,6     | 7,0     | 5,6     | 7,1      | 4,2     | 7,2     | 3,8     | 4,6     | 5,7     | 6,4     | 3,4     | 4,8     | 4,1     | 3,2     |
| 22 Porcentaje de Vacíos en Mezcla (%) - Promedio                     |         | 6,5     |         |         |         | 5,616    |         |         |         | 4,7     |         |         |         | 4,1     |         |         |
| 23 Peso específico Bulk del Agregado Total (gr/cm3)                  |         | 2,604   |         |         |         | 2,604    |         |         |         | 2,604   |         |         |         | 2,604   |         |         |
| 24 Porcentaje de Vacíos de Material Agregados compactos - V.M.A. (%) | 16,4    | 16,5    | 16,6    | 11,6    | 16,9    | 18,2     | 15,6    | 13,1    | 15,6    | 16,3    | 17,3    | 12,7    | 16,4    | 17,5    | 17,0    | 10,8    |
| 25 Porcentajes de Vacíos en Agregados (%) - V.M.A. promedio          |         | 16,5    |         |         |         | 16,896   |         |         |         | 16,4    |         |         |         | 17,0    |         |         |
| 26 Porcentaje de Vacíos llenados con C.A. (%)                        | 60,9    | 60,6    | 60,3    | 39,9    | 66,8    | 61,1     | 73,3    | 44,8    | 75,6    | 71,6    | 67,0    | 49,2    | 79,1    | 72,7    | 75,3    | 79,5    |
| 27 Porcentaje de Vacíos llenados con C.A. (%) - Promedio             |         | 60,619  |         |         |         | 67,068   |         |         |         | 71,4    |         |         |         | 75,7    |         |         |
| 28 Flujo (mm)  | 4,25    | 5,69    | 4,03    | 5,62    | 4,04    | 4,47     | 4,07    | 3,23    | 4,25    | 4,02    | 4,33    | 3,84    | 3,26    | 3,78    | 3,49    | 3,56    |
| 29 Flujo (0,25 mm)   | 17,00   | 22,76   | 16,12   | 22,48   | 16,16   | 17,88    | 16,28   | 12,92   | 17,00   | 16,08   | 17,32   | 15,96   | 13,04   | 15,12   | 13,72   | 14,24   |
| 30 Flujo (0,25 mm) - Promedio  |         | 18,6    |         |         |         | 16,773   |         |         |         | 16,8    |         |         |         | 14,0    |         |         |
| 31 Estabilidad Sin Carrer (KN)                                       | 11,6    | 11,5    | 12,5    | 13,9    | 13,5    | 14,1     | 13,2    | 12,9    | 15,6    | 16,6    | 16,1    | 17,8    | 17,9    | 18,9    | 18,2    | 19,0    |
| 32 Factor de Estabilidad   | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00     | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    |
| 33 Estabilidad Corregida (KN)  | 11,58   | 11,51   | 12,49   | 13,91   | 13,50   | 14,10    | 13,20   | 12,90   | 15,60   | 16,60   | 16,10   | 17,80   | 17,90   | 18,90   | 18,20   | 19,00   |
| 34 Estabilidad Corregida (KN) - promedio                             |         | 11,86   |         |         |         | 13,600   |         |         |         | 16,1    |         |         |         | 18,3    |         |         |
| 34 Relación de Estabilidad / Fluencia (kg/cm)                        | 2778,38 | 2062,70 | 3160,31 | 2523,85 | 3407,41 | 3216,50  | 3307,14 | 4072,49 | 3742,90 | 4210,70 | 3791,49 | 4726,73 | 5598,97 | 5088,50 | 5410,65 | 5442,22 |
| 35 Relación de Estabilidad / Fluencia (Kg/cm) - PROMEDIO             |         | 2667,13 |         |         |         | 3310,351 |         |         |         | 3936,0  |         |         |         | 5366,4  |         |         |

HC-AP-001 REV.00 FECHA: 2018/04/20

OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI- GP-004: 1993)

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
**GERENCIA TÉCNICA**  
 Ing. Víctor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064-253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

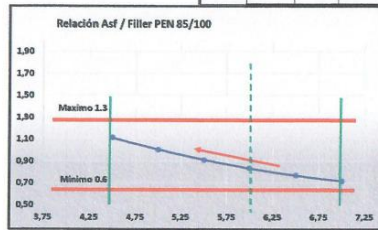
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

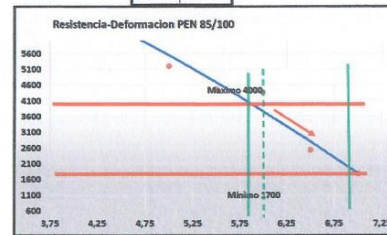


### ENSAYO MARSHALL (ASTM-D-1559)

| %ASF | ASF | FILLER | Asf/Filler |
|------|-----|--------|------------|
| 4,5  | 54  | 60     | 1.11       |
| 5    | 60  | 60     | 1.00       |
| 5,5  | 66  | 60     | 0.91       |
| 6    | 72  | 60     | 0.83       |
| 6,5  | 78  | 60     | 0.77       |
| 7    | 84  | 60     | 0.71       |



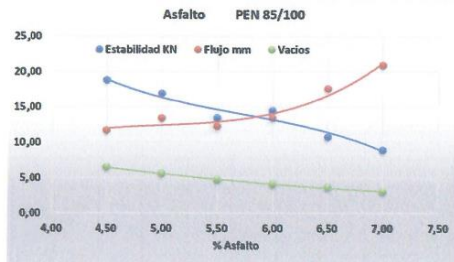
| %ASF | Estabilidad /Flujo |
|------|--------------------|
| 4,5  | 6262               |
| 5    | 5198               |
| 5,5  | 4463               |
| 6    | 4370               |
| 6,5  | 2532               |
| 7    | 1769               |



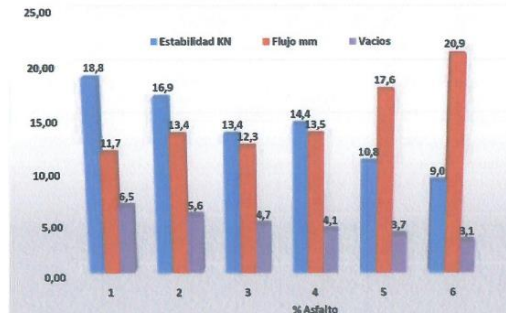
HC-AP-001 REV:00 FECHA: 2018/04/20

OBSERVACION : Muestra recibida por el Particionado  
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SELVA PERUANA INDECOPI: 6P.004; 1993)

| %ASF | Estabilidad KN | Flujo mm | Vacios |
|------|----------------|----------|--------|
| 4,50 | 18,76          | 11,67    | 6,50   |
| 5,00 | 16,92          | 13,40    | 5,52   |
| 5,50 | 13,42          | 12,28    | 4,72   |
| 6,00 | 14,43          | 13,47    | 4,14   |
| 6,50 | 10,81          | 17,61    | 3,67   |
| 7,00 | 8,96           | 20,92    | 3,05   |



### ASFALTO PEN 85/100



  
 INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS SAC  
**GERENCIA TÉCNICA**  
 Ing. Victor Peña Duesco  
 INGENIERO CIVIL  
 QIF 70454

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

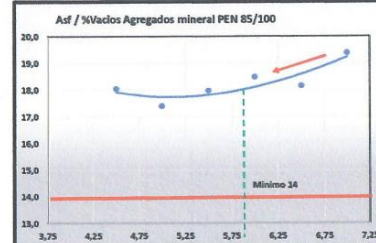
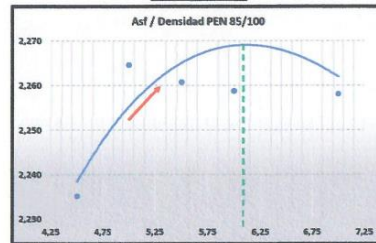
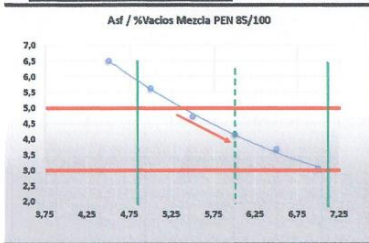


**ENSAYO MARSHALL (ASTM-D-1559)**

| %ASF | %Vacíos-Mezcla |
|------|----------------|
| 4,5  | 6,5            |
| 5    | 5,6            |
| 5,50 | 4,7            |
| 6,00 | 4,1            |
| 6,50 | 3,7            |
| 7,00 | 3,1            |

| %ASF | Densidad |
|------|----------|
| 4,5  | 2,235    |
| 5    | 2,265    |
| 5,5  | 2,261    |
| 6    | 2,259    |
| 6,5  | 2,250    |
| 7    | 2,258    |

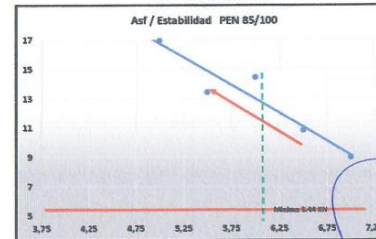
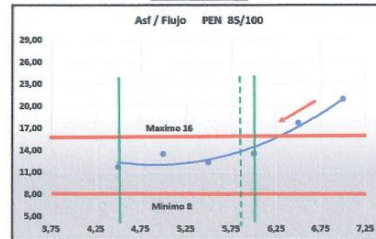
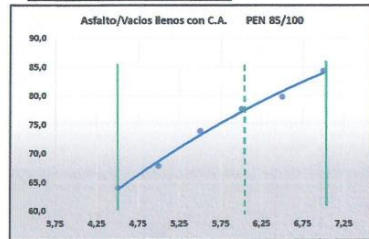
| %ASF | %Vacíos en el agregado mineral VMA |
|------|------------------------------------|
| 4,5  | 18,0                               |
| 5    | 17,4                               |
| 5,5  | 18,0                               |
| 6    | 18,5                               |
| 6,5  | 18,1                               |
| 7    | 19,4                               |



| %ASF | %Vacíos llenos de asfalto VFA |
|------|-------------------------------|
| 4,5  | 64,0                          |
| 5    | 67,8                          |
| 5,5  | 73,5                          |
| 6    | 77,7                          |
| 6,5  | 79,8                          |
| 7    | 84,3                          |

| %ASF | Flujo |
|------|-------|
| 4,5  | 11,67 |
| 5    | 13,40 |
| 5,5  | 12,28 |
| 6    | 13,47 |
| 6,5  | 17,61 |
| 7    | 20,92 |

| %ASF | Estabilidad |
|------|-------------|
| 4,5  | 19          |
| 5    | 17          |
| 5,5  | 13,4        |
| 6    | 14,4        |
| 6,5  | 10,8        |
| 7    | 9,0         |



HC-AP-001 REV 3/0 FECHA: 2018/04/20

OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario  
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SOLA PERJANA INDECOPI: GP-904: 1993)

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS SAC  
GERENCIA TÉCNICA  
Firma: Peña Díaz  
7096

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPMS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 049-2020-AP  
 PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 OBRA : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE ASFALTO  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE SEPTIEMBRE DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 26 DE OCTUBRE DEL 2020

**ENSAYO MARSHALL (ASTM-D-1559)**

CANTERA : INVERSIONES VIDAL OLIVARES E.I.R.L./ UBICACIÓN: PUENTE DE MATAHUASI CONCEPCIÓN  
 MEZCLA : MAC-2

ELABORADO : VPD  
 REVISIÓN : JYAA  
 TÉCNICO : FTP  
 FECHA : 26/10/2020

|        |       |         |
|--------|-------|---------|
| PIEDRA | 334.8 | 27.90%  |
| ARENA  | 725.4 | 60.45%  |
| CAL    | 56.8  | 4.65%   |
| ASF    | 84    | 7.00%   |
|        | 1200  | 100.00% |

| N° DE BRIQUETAS  | 1       | 2       | 3       | 1       | 2       | 3       | 1       | 2       | 3       | 1       | 2       | 3       | 6       | 5       | 6,1     | 10      | 11      | 12      |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 % de C.A. en Peso de la Mezcla Total                               | 4,50    |         |         | 5,00    |         |         | 5,50    |         |         | 6,00    |         |         | 6,50    |         |         | 7,00    |         |         |
| 2 % de Agregado Grueso (3/4), en Peso de la Mezcla                   | 27,00   |         |         | 27,00   |         |         | 27,00   |         |         | 27,00   |         |         | 27,00   |         |         | 27,00   |         |         |
| 3 % de Arena Gruesa, en Peso de la Mezcla                            | 68,00   |         |         | 68,00   |         |         | 68,00   |         |         | 68,00   |         |         | 68,00   |         |         | 68,00   |         |         |
| 4 % de Filler Cemento, en Peso de la Mezcla                          | 5,00    |         |         | 5,00    |         |         | 5,00    |         |         | 5,00    |         |         | 5,00    |         |         | 5,00    |         |         |
| 5 Peso específico del cemento asfáltico - Aparente                   | 1,065   |         |         | 1,065   |         |         | 1,065   |         |         | 1,065   |         |         | 1,065   |         |         | 1,065   |         |         |
| 6 Peso específico del Piedra Chancada (g/cm3)                        | 2,620   |         |         | 2,620   |         |         | 2,620   |         |         | 2,620   |         |         | 2,620   |         |         | 2,620   |         |         |
| 7 Peso específico de Arena gruesa (g/cm3)                            | 2,590   |         |         | 2,590   |         |         | 2,590   |         |         | 2,590   |         |         | 2,590   |         |         | 2,590   |         |         |
| 8 Peso específico del Filler (g/cm3)                                 | 2,720   |         |         | 2,720   |         |         | 2,720   |         |         | 2,720   |         |         | 2,720   |         |         | 2,720   |         |         |
| 9 Altura promedio de la Briqueta (cm)                                | 64,00   | 63,73   | 63,87   | 62,69   | 63,25   | 63,19   | 62,81   | 63,04   | 62,96   | 62,71   | 63,06   | 62,78   | 62,14   | 61,99   | 62,89   | 62,21   | 63,74   | 63,27   |
| 10 Peso de la Briqueta al aire (gr) (A)                              | 1181,6  | 1189,5  | 1181,3  | 1182,3  | 1184,3  | 1184,3  | 1188,1  | 1177,4  | 1182,4  | 1175,0  | 1184,6  | 1181,3  | 1184,2  | 1180,3  | 1178,9  | 1174,5  | 1174,1  | 1179,9  |
| 11 Peso de la Briqueta Sat. Sup. Seca (gr) (B)                       | 1183,2  | 1171,3  | 1183,1  | 1184,6  | 1186,1  | 1186,2  | 1179,3  | 1179,5  | 1183,9  | 1177,1  | 1186,2  | 1183,5  | 1183,5  | 1182,3  | 1179,1  | 1175,0  | 1176,3  | 1181,2  |
| 12 Peso de la Briqueta sumergida + canastilla (gr)                   | 1734,4  | 1727,3  | 1735,5  | 1745,7  | 1743,2  | 1739,9  | 1739,8  | 1745,0  | 1732,0  | 1746,2  | 1740,9  | 1746,5  | 1743,5  | 1743,8  | 1738,2  | 1734,4  | 1737,3  |         |
| 13 Peso de la canastilla sumergida (gr)                              | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  | 1080,0  |
| 14 Peso de la Briqueta Sumergida en el agua (gr) (C)                 | 654,4   | 647,3   | 655,5   | 665,7   | 663,2   | 659,9   | 649,3   | 660,8   | 666,2   | 660,9   | 666,5   | 663,5   | 663,8   | 658,2   | 654,4   | 657,3   |         |         |
| 15 Peso Volumen Agua / Volumen Briqueta (gr) (B-C)                   | 528,8   | 524,0   | 527,6   | 518,9   | 522,9   | 526,3   | 522,0   | 519,7   | 518,9   | 525,1   | 520,0   | 522,6   | 520,0   | 518,8   | 515,4   | 516,8   | 521,9   | 529,9   |
| 16 Peso de Agua Absorbida (gr) (B-A)                                 | 1,8     | 1,8     | 1,8     | 2,3     | 1,8     | 2,0     | 2,2     | 2,1     | 1,5     | 2,1     | 1,6     | 2,2     | 2,3     | 2,0     | 0,2     | 0,5     | 2,2     | 1,4     |
| 17 Porcentaje de Absorción (%) [(B-A)/(B-C)]*100                     | 0,30    | 0,34    | 0,33    | 0,44    | 0,35    | 0,37    | 0,42    | 0,41    | 0,29    | 0,40    | 0,31    | 0,41    | 0,44    | 0,40    | 0,04    | 0,09    | 0,43    | 0,26    |
| 18 Peso Especifico Bulk de la Briqueta (gr/cm3) (A)/(B-C)            | 2,234   | 2,232   | 2,239   | 2,279   | 2,265   | 2,250   | 2,238   | 2,265   | 2,279   | 2,238   | 2,278   | 2,261   | 2,277   | 2,275   | 2,288   | 2,273   | 2,250   | 2,252   |
| 19 Peso Especifico Bulk de la Briqueta (gr/cm3) - PROMEDIO           |         | 2,235   |         | 2,265   |         |         | 2,261   |         |         | 2,259   |         | 2,280   |         |         |         | 2,258   |         |         |
| 20 Peso Especifico Máximo de la Mezcla - RICE- ASTM D 2041           |         | 2,390   |         | 2,399   |         |         | 2,373   |         |         | 2,356   |         | 2,367   |         |         |         | 2,329   |         |         |
| 21 Porcentaje de Vacíos en Mezcla (%)                                | 6,5     | 6,6     | 6,3     | 5,0     | 5,6     | 6,2     | 5,7     | 4,5     | 4,0     | 5,0     | 3,3     | 4,1     | 3,8     | 3,9     | 3,3     | 2,4     | 3,4     | 3,3     |
| 22 Porcentaje de Vacíos en Mezcla (%) - Promedio                     |         | 6,5     |         | 5,6     |         |         | 4,7     |         |         | 4,1     |         | 3,7     |         |         |         | 3,1     |         |         |
| 23 Peso específico Bulk del Agregado Total (gr/cm3)                  |         | 2,604   |         | 2,604   |         |         | 2,604   |         |         | 2,604   |         | 2,604   |         |         |         | 2,604   |         |         |
| 24 Porcentaje de Vacíos de Material Agregados compactos : V.M.A. (%) | 18,1    | 18,2    | 17,9    | 16,9    | 17,4    | 17,9    | 18,8    | 17,8    | 17,8    | 19,2    | 17,8    | 18,4    | 18,2    | 18,3    | 17,9    | 18,8    | 19,7    | 19,6    |
| 25 Porcentajes de Vacíos en Agregados (%) - V.M.A. promedio          |         | 18,0    |         | 17,4    |         |         | 18,0    |         |         | 18,5    |         | 18,1    |         |         |         | 19,4    |         |         |
| 26 Porcentaje de Vacíos llenados con C.A. (%)                        | 63,9    | 63,4    | 64,6    | 70,2    | 67,8    | 65,3    | 69,8    | 74,6    | 77,1    | 73,8    | 81,3    | 77,9    | 79,2    | 78,9    | 81,3    | 87,1    | 82,6    | 83,1    |
| 27 Porcentaje de Vacíos llenados con C.A. (%) - Promedio             |         | 64,0    |         | 67,8    |         |         | 73,9    |         |         | 77,7    |         | 79,8    |         |         |         | 84,3    |         |         |
| 28 Flujo (mm)  | 2,97    | 2,95    | 2,83    | 3,01    | 3,69    | 3,35    | 3,11    | 3,02    | 3,08    | 3,26    | 3,38    | 3,46    | 3,78    | 4,39    | 4,44    | 6,15    | 4,53    | 5,01    |
| 29 Flujo (0,25 mm)   | 11,88   | 11,80   | 11,32   | 12,04   | 14,76   | 13,40   | 12,44   | 12,08   | 12,32   | 13,04   | 13,52   | 13,84   | 15,12   | 19,96   | 17,76   | 24,60   | 18,12   | 20,04   |
| 30 Flujo (0,25 mm) - Promedio  |         | 11,7    |         | 13,4    |         |         | 12,3    |         |         | 13,5    |         | 17,6    |         |         |         | 20,9    |         |         |
| 31 Estabilidad Sin Correjar (Kt)                                     | 19,4    | 18,0    | 18,9    | 17,6    | 16,4    | 16,8    | 12,6    | 14,8    | 12,9    | 14,2    | 14,1    | 15,0    | 10,4    | 10,5    | 11,4    | 9,1     | 8,5     | 9,3     |
| 32 Factor de Estabilidad   | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    |
| 33 Estabilidad Correjada (Kt)  | 19,39   | 17,89   | 18,90   | 17,58   | 16,42   | 16,76   | 12,57   | 14,82   | 12,86   | 14,18   | 14,12   | 14,98   | 10,36   | 10,71   | 11,37   | 9,12    | 8,47    | 9,22    |
| 34 Estabilidad Correjada (Kt) - promedio                             |         | 18,76   |         | 16,92   |         |         | 13,42   |         |         | 14,43   |         | 10,81   |         |         |         | 8,96    |         |         |
| 35 Relación de Estabilidad / Fluencia (Kt/cm)                        | 6657,23 | 6218,44 | 6830,01 | 5955,59 | 4537,53 | 5101,54 | 4212,42 | 5003,56 | 4264,20 | 4435,38 | 4259,81 | 4414,77 | 2794,73 | 2188,57 | 2611,26 | 1513,80 | 1405,59 | 1886,75 |
| 36 Relación de Estabilidad / Fluencia (Kt/cm) - PROMEDIO             |         | 6561,90 |         | 5198,22 |         |         | 4463,19 |         |         | 4369,99 |         | 2531,52 |         |         |         | 1769,05 |         |         |

HC-AP-001 REV:00 FECHA: 2018/04/20

OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

INESERVICES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
**GERENCIA TÉCNICA**  
 ING. VICTOR PERA DIAZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 76835

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

EXPEDIENTE N° : 049-2020-AP  
 PETICIONARIO : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 ATENCIÓN : ING. ANTHONY AVILA ESCALANTE  
 OBRA : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE SEPTIEMBRE DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 26 DE OCTUBRE DEL 2020

**MEZCLA ASFALTICA MAC-2**

**FORMULA DE TRABAJO - PARA PREPARAR PROBETAS LABORATORIO**

Método : MARSHALL  
 Capa : RODADURA  
 Mezcla : MAC-2  
 Tipo Asfalto : 85/100

PAGINA 3

**PARA DISEÑAR OPTIMO DE ASFALTO SIN ADITIVO**

(75 golpes por cara)  
 Fabricación 140°C  
 Compactación 120-130°C

|                     | Dosificación 1 | Dosificación 2 | Dosificación 3 | Dosificación 4 |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| FECHA PREP. MATER.: | 14/10/2020     | 14/10/2020     | 14/10/2020     | 14/10/2020     |
| FECHA FABRICACION:  | 14/10/2020     | 14/10/2020     | 14/10/2020     | 14/10/2020     |
| cm2, Diam 100 mm    | 78,54          | 78,54          | 78,54          | 78,54          |
| cm Altura           | 6,35           | 6,35           | 6,35           | 6,35           |

|                            | 140    | 140    | 140    | 140    | 140    | 140    | 140    |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Fabricación (°C)           | 140    | 140    | 140    | 140    | 140    | 140    | 140    |
| Compactación (°C)          | 125    | 125    | 125    | 125    | 125    | 125    | 125    |
| Masa mezcla 1 prob (gr.)   | 1200,0 | 1200,0 | 1200,0 | 1200,0 | 1200,0 | 1200,0 | 1200,0 |
| Masa total Agregados (gr.) | 1152   | 1146   | 1140   | 1134   | 1128   | 1122   | 1116   |
| Masa inc. pérd.0 % (gr.)   | 1152   | 1146   | 1140   | 1134   | 1128   | 1122   | 1116   |

| Cantidad de probetas         |                                       | 1                            | 1                     | 1                     | 1                     | 1                     | 1                     | 1                     | 1                     |
|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Agregado                     | Cantera                               | Formula para laboratorio (g) | Masa para ensayos (g) | Masa para ensayos (g) | Masa para ensayos (g) | Masa para ensayos (g) | Masa para ensayos (g) | Masa para ensayos (g) | Masa para ensayos (g) |
| Piedra 3/4 Chancada          | Río Mantaro Pilcomayo<br>Puente Breña | 27,0%                        | 311,0                 | 309,4                 | 307,8                 | 306,2                 | 304,6                 | 302,9                 | 301,3                 |
| Arena N° 4 Zarandeada Lavada | Río Mantaro Pilcomayo<br>Puente Breña | 68,0%                        | 783,4                 | 779,3                 | 775,2                 | 771,1                 | 767,0                 | 763,0                 | 758,9                 |
| Filler - Cal                 | Filler de aporte                      | 5,0%                         | 57,6                  | 57,3                  | 57,0                  | 56,7                  | 56,4                  | 56,1                  | 55,8                  |
| Total Aridos                 |                                       | 100,0%                       | 1.152,0               | 1.146,0               | 1.140,0               | 1.134,0               | 1.128,0               | 1.122,0               | 1.116,0               |
| % asfalto s/m                |                                       |                              | 4,00%                 | 4,50%                 | 5,00%                 | 5,50%                 | 6,00%                 | 6,50%                 | 7,00%                 |
| Masa de asfalto (gr.)        |                                       |                              | 48,0                  | 54,0                  | 60,0                  | 66,0                  | 72,0                  | 78,0                  | 84,0                  |
|                              |                                       |                              | 1200,00               | 1200,00               | 1200,00               | 1200,00               | 1200,00               | 1200,00               | 1200,00               |

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 AREA DE CALIDAD  
 Mg. Ing. Jaiire Yésica Andía Arias  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP 96775

HC-AP-001 REV.00 FECHA: 2018/04/20

OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004:1993)

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

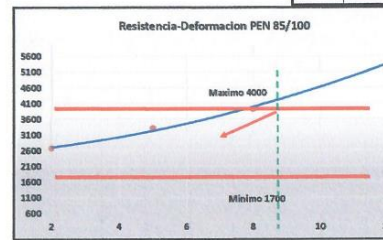
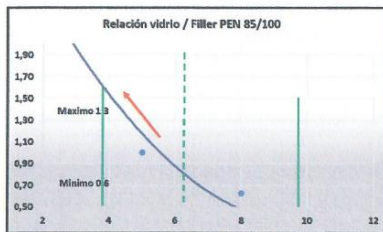
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI



**ENSAYO MARSHALL (ASTM-D-1559)**

| % Vidrio | ASF | FILLER | Asf/Filler |
|----------|-----|--------|------------|
| 2        | 24  | 60     | 2.50       |
| 5        | 60  | 60     | 1.00       |
| 8        | 96  | 60     | 0.63       |
| 12       | 144 | 60     | 0.42       |

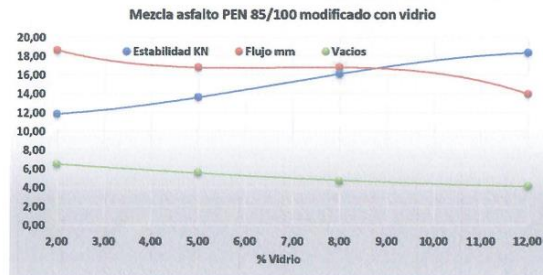
| % Vidrio | Estabilidad /Flujo |
|----------|--------------------|
| 2        | 2667               |
| 5        | 3310               |
| 8        | 3915               |
| 12       | 5369               |



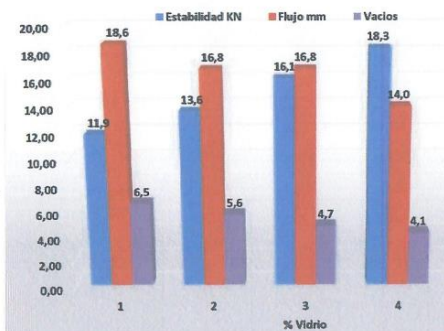
HC-AP-003 REV.001 FECHA: 2018/04/26

OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario  
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP204: 1993)

| % Vidrio | Estabilidad KN | Flujo mm | Vacios |
|----------|----------------|----------|--------|
| 2,00     | 11,86          | 18,63    | 6,50   |
| 5,00     | 13,60          | 16,77    | 5,62   |
| 8,00     | 16,10          | 16,80    | 4,72   |
| 12,00    | 18,33          | 13,96    | 4,14   |



**Mezcla asfalto PEN 85/100 modificado con vidrio**



INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
GERENCIA TÉCNICA  
Ing. Víctor Peña Dueña  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 10489

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

## **ANEXO 4: RESULTADOS OBTENIDOS**

Tabla 29. Datos obtenidos en laboratorio.

| Muestras          | Cantidad de vacíos con aire (%) | Peso específico (g/cm <sup>3</sup> ) | Vacíos de material agregado compactados (%) | Vacíos llenos de cemento asfáltico (%) | Estabilidad (KN) | Flujo (mm) | Estabilidad / Flujo (kg/cm) |
|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---|--|------------------|------------|-----------------------------|
| MAC               | 5.00                            | 2.238                                | 19.20                                       | 73.80                                  | 14.18            | 13.04      | 4435.38                     |
| MAC               | 3.30                            | 2.278                                | 17.80                                       | 81.30                                  | 14.12            | 13.52      | 4259.81                     |
| MAC               | 4.10                            | 2.261                                | 18.40                                       | 77.90                                  | 14.98            | 13.84      | 4414.77                     |
| MAC + 2 % vidrio  | 6.40                            | 2.315                                | 16.40                                       | 60.90                                  | 11.58            | 17.00      | 2778.38                     |
| MAC + 2 % vidrio  | 6.50                            | 2.313                                | 16.50                                       | 60.60                                  | 11.51            | 22.76      | 2062.70                     |
| MAC + 2 % vidrio  | 6.60                            | 2.312                                | 16.60                                       | 60.30                                  | 12.49            | 16.12      | 3160.31                     |
| MAC + 2 % vidrio  | 7.00                            | 2.301                                | 11.60                                       | 39.90                                  | 13.91            | 22.48      | 2523.85                     |
| MAC + 5 % vidrio  | 5.60                            | 2.303                                | 16.90                                       | 66.80                                  | 13.50            | 16.16      | 3407.41                     |
| MAC + 5 % vidrio  | 7.10                            | 2.267                                | 18.20                                       | 61.10                                  | 14.10            | 17.88      | 3216.50                     |
| MAC + 5 % vidrio  | 4.20                            | 2.337                                | 15.60                                       | 73.30                                  | 13.20            | 16.28      | 3307.14                     |
| MAC + 5 % vidrio  | 7.20                            | 2.263                                | 13.10                                       | 44.80                                  | 12.90            | 12.92      | 4072.49                     |
| MAC + 8 % vidrio  | 3.80                            | 2.338                                | 15.60                                       | 75.60                                  | 15.60            | 17.00      | 3742.90                     |
| MAC + 8 % vidrio  | 4.60                            | 2.318                                | 16.30                                       | 71.60                                  | 16.60            | 16.08      | 4210.70                     |
| MAC + 8 % vidrio  | 5.70                            | 2.292                                | 17.30                                       | 67.00                                  | 16.10            | 17.32      | 3791.49                     |
| MAC + 8 % vidrio  | 6.40                            | 2.275                                | 12.70                                       | 49.20                                  | 17.80            | 15.36      | 4726.73                     |
| MAC + 12 % vidrio | 3.40                            | 2.317                                | 16.40                                       | 79.10                                  | 17.90            | 13.04      | 5598.97                     |
| MAC + 12 % vidrio | 4.80                            | 2.284                                | 17.50                                       | 72.70                                  | 18.90            | 15.12      | 5098.50                     |
| MAC + 12 % vidrio | 4.20                            | 2.298                                | 17.00                                       | 75.30                                  | 18.20            | 13.72      | 5410.65                     |
| MAC + 12 % vidrio | 3.20                            | 2.323                                | 10.80                                       | 70.50                                  | 19.00            | 14.24      | 5442.22                     |

## **ANEXO 5: PANEL FOTOGRÁFICO**





Fotografía 1. Ubicación de cantera de agregados para las mezclas asfálticas en caliente.



Fotografía 2. Extracción de los agregados gruesos.





Fotografía 3. Recolección de los agregados finos.



Fotografía 4. Recolección de piedra chancada.





Fotografía 5. Tamizado del agregado grueso.



Fotografía 6. Tamizado del agregado fino.



Fotografía 7. Ensayo granulométrico del vidrio molido.



Fotografía 8. Vista de los agregados en laboratorio.





Fotografía 9. Ensayo de límite plástico.



Fotografía 10. Ensayo del límite líquido con lo pasante de la malla N° 4 a N° 200.



Fotografía 11. Ensayo de equivalente de arena.

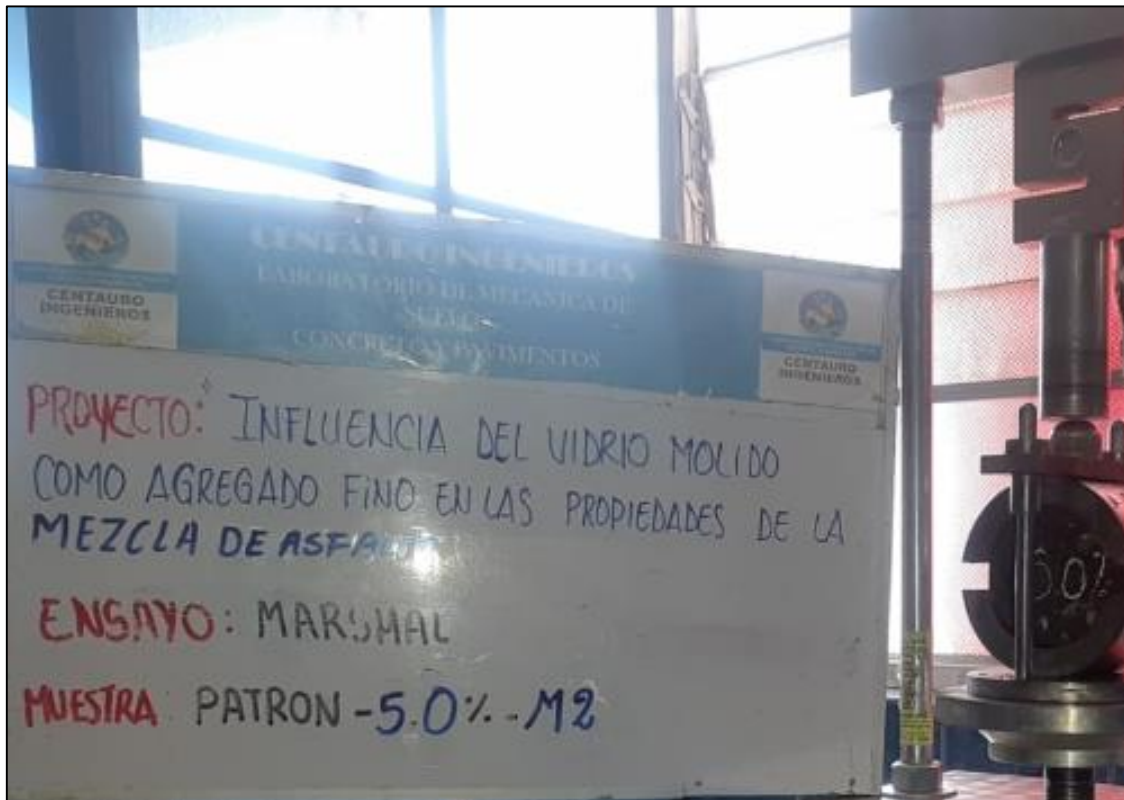


Fotografía 12. Ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio.





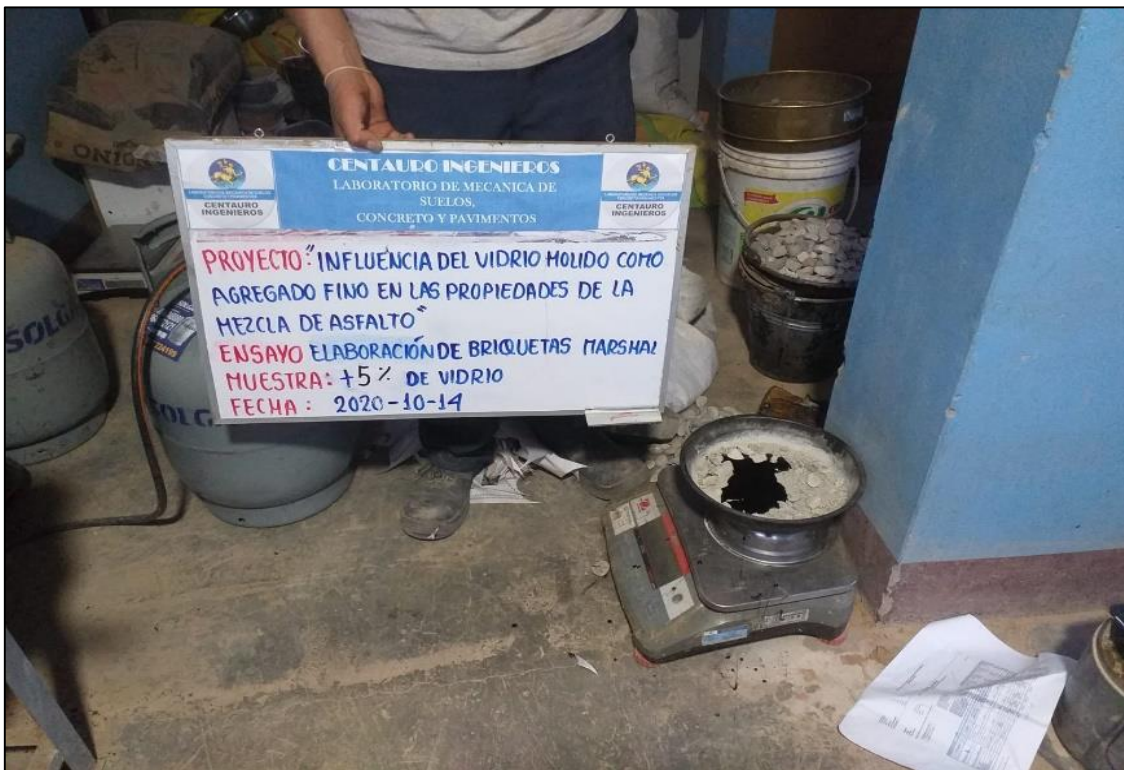
Fotografía 13. Ensayo de abrasión en máquina de los Ángeles.



Fotografía 14. Elaboración de briquetas de la mezcla asfáltica patrón.



Fotografía 15. Elaboración de briquetas de MAC con 2 % de vidrio molido.



Fotografía 16. Elaboración de briquetas de MAC con 5 % de vidrio molido.





Fotografía 17. Elaboración de briquetas de MAC con 8 % de vidrio molido.



Fotografía 18. Elaboración de briquetas de MAC con 12 % de vidrio molido.

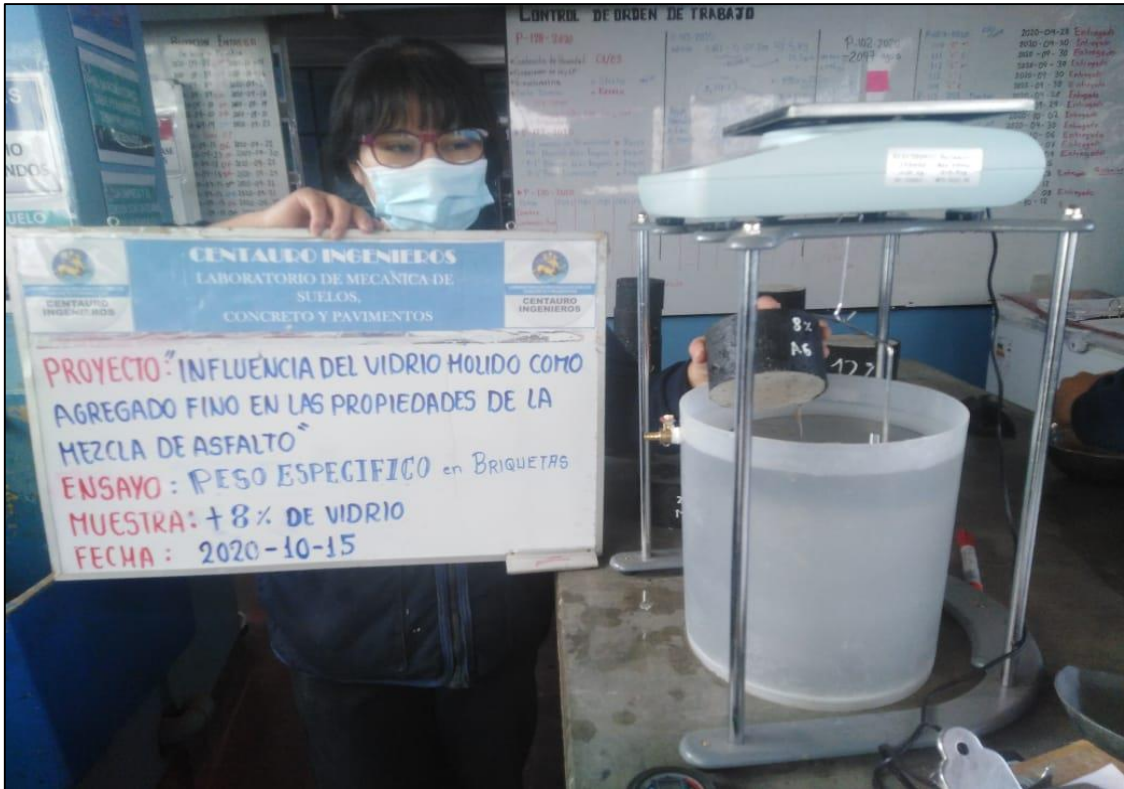


Fotografía 19. Peso específico de briquetas de MAC con 2 % de vidrio molido.



Fotografía 20. Peso específico de briquetas de MAC con 5 % de vidrio molido.





Fotografía 21. Peso específico de briquetas de MAC con 8 % de vidrio molido.



Fotografía 22. Peso específico de briquetas de MAC con 12 % de vidrio molido.



Fotografía 23. Ensayo Marshall de la mezcla asfáltica patrón.



Fotografía 24. Ensayo Marshall de briquetas de MAC con 2 % de vidrio molido.





Fotografía 25. Ensayo Marshall de briquetas de MAC con 5 % de vidrio molido.



Fotografía 26. Ensayo Marshall de briquetas de MAC con 8 % de vidrio molido.



P-084-2020 Marshall

Fotografía 27. Ensayo Marshall de briquetas de MAC con 12 % de vidrio molido.