



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Influencia de la demora de compactación en la resistencia de un  
material estabilizado con emulsión asfáltica**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Valdivia Flores, Denis Willian ([orcid.org/0000-0002-5030-1181](https://orcid.org/0000-0002-5030-1181))

**ASESOR:**

Mgtr. Alva Reyes, Luis Alberto ([orcid.org/0000-0003-2232-6784](https://orcid.org/0000-0003-2232-6784))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

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

Yo, ALVA REYES LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la demora de compactación en la resistencia de un material estabilizado con emulsión asfáltica", cuyo autor es VALDIVIA FLORES DENIS WILLIAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHIMBOTE, 10 de Agosto del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ALVA REYES LUIS ALBERTO DNI: 42013371 ORCID: 0000-0003-2232-6784	Firmado electrónicamente por: LALVAR el 10-08- 2024 08:55:03

Código documento Trilce: TRI - 0857027



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, VALDIVIA FLORES DENIS WILLIAN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de la demora de compactación en la resistencia de un material estabilizado con emulsión asfáltica", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
DENIS WILLIAN VALDIVIA FLORES DNI: 44559647 ORCID: 0000-0002-5030-1181	Firmado electrónicamente por: DVALDIVIAF el 10-08- 2024 09:01:21

Código documento Trilce: TRI - 0857028

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo con gran amor a mi esposa Marianella y mi hijo Ryams por el apoyo incondicional, por siempre impulsarme a ser mejor y lograr con éxito mi carrera.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

Dedico esta tesis a mis amigos Fernando y Antero quienes fueron un gran apoyo emocional durante el tiempo en que escribía esta tesis.

## **Agradecimiento**

Mi más profundo agradecimiento al Mgtr. Luis Alberto Alva Reyes por su dedicación y paciencia infinita. Su dirección académica, llena de sabiduría y estímulo, ha sido fundamental para dar forma a esta investigación y mi crecimiento como investigador. No puedo expresar con palabras cuánto valoro su apoyo y orientación a lo largo de este viaje académico.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Declaratoria de autenticidad del asesor .....	ii
Declaratoria de originalidad del autor .....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras .....	viii
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA .....	9
III. RESULTADOS.....	12
IV. DISCUSIÓN .....	19
V. CONCLUSIONES .....	23
VI. RECOMENDACIONES.....	24
REFERENCIAS.....	25
ANEXOS .....	30

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Resumen de resultados de las Estabilidades Marshall a diferentes tiempos de compactación después del mezclado.</i> .....	12
Tabla 2. <i>Ensayos de caracterización del material granular</i> .....	13
<b>Tabla 3.</b> <i>ANOVA para estabilidad Marshall</i> .....	15
<b>Tabla 4:</b> <i>Posprueba de Tukey para estabilidad Marshall</i> .....	15
<b>Tabla 5.</b> <i>Prueba de Shapiro Wilks</i> .....	16
<b>Tabla 6.</b> <i>Prueba de correlación entre el tiempo de demora de compactación y estabilidad Marshall</i> .....	17

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Grafico de variación de estabilidad Marshall.....	14
<i>Figura 2.</i> Grafico de cuantiles de la muestra.....	16
<i>Figura 3.</i> Gráfico de influencia de la demora de compactación en la resistencia (Estabilidad Marshall).....	18

## Resumen

El presente informe de tesis cuasi experimental se estableció con la finalidad de comprobar la Influencia de la demora de compactación en la resistencia de un material estabilizado con emulsión asfáltica, para lo cual se realizó la caracterización físico-mecánica del material a estabilizar, comprobando que los resultados obtenidos cumplieron con los requisitos especificados en la sección 301E del manual de carreteras “Especificaciones técnicas generales para la construcción” – EG-2013; y posteriormente, se fabricaron 30 probetas Marshall, compactadas a diferentes tiempos a después de preparada la mezcla: 15 minutos, 1 hora, 4 horas, 12 horas, 24 horas y 48 horas; que luego fueron ensayadas utilizando la prensa Marshall, obteniendo como resultados, que las probetas compactadas luego de 15 minutos de tuvieron una resistencia (estabilidad Marshall) seca promedio de 1251 Kg-f/cm<sup>2</sup>, las probetas compactadas luego de 1 hora arrojaron una resistencia seca promedio de 1099.5 Kg-f/cm<sup>2</sup> y así las siguientes probetas moldeadas con mayor tiempo de demora tuvieron menores resistencias hasta llegar a las probetas compactadas después de 48 horas que arrojaron una resistencia seca promedio de 933 Kg-f/cm<sup>2</sup>, demostrándose que el tiempo de demora de compactación si influye en la resistencia del material estabilizado con emulsión asfáltica.

**Palabras clave:** emulsión asfáltica, resistencia de un material estabilizado, probetas Marshall, estabilidad Marshall.

## **Abstract**

This quasi-experimental thesis report was established in order to test the influence of compaction delay on the strength of a material stabilized with asphalt emulsion. Physical-mechanical characterization of the material to be stabilized was performed, confirming that the results obtained met the requirements specified in section 301E of the road manual "General Technical Specifications for Construction" - EG-2013; and subsequently, 24 Marshall specimens were manufactured, compacted at different times after the mixture was prepared: 15 minutes, 1 hour, 4 hours, 12 hours, 24 hours, and 48 hours; which were then tested using the Marshall press, obtaining results that showed that the specimens compacted after 15 minutes had an average dry stability (Marshall stability) of 1251 Kg-f/cm<sup>2</sup>, the specimens compacted after 1 hour had an average dry strength of 1099.5 Kg-f/cm<sup>2</sup>, and so on for the following specimens molded with longer compaction delay times had lower strengths until reaching the specimens compacted after 48 hours which had an average dry strength of 933 Kg-f/cm<sup>2</sup>, demonstrating that the compaction delay time does influence the resistance of the material stabilized with asphalt emulsion.

**Keywords:** asphalt emulsion, stabilized material resistance, Marshall specimens, Marshall stability.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Una carretera afirmada está formada compuesta de una capa de material granular nativo o tratada adecuadamente conformada, la cual tiene que tener una cuantía conveniente de una fracción fina cohesivo, que consienta aglutinar las fracciones de los materiales, además de tener una gradación adecuada que permita resistir llanamente las cargas y esfuerzos ejercidos por el tráfico. (Cubas y Quiroz, 2018).

En la actualidad, para la aplicación del estabilizado de materiales, se tiene problemas en el proceso constructivo por la demora del inicio de la compactación, desde el mezclado de los materiales, los cuales de acuerdo a la emulsión utilizada y características químicas de los agregados pétreos tienen un proceso químico de rotura (separación del residuo asfáltico y el agua) que va desde minutos hasta 2 horas, por lo cual se debe evaluar cual es el tiempo máximo en que se deba compactar el material para obtener resultados óptimos.

La utilización de los materiales estabilizados, en las obras, son una solución económica para las vías de bajo nivel de tránsito, y que según Cubas y Quiroz (2018), los materiales finos y gruesos al estar expuestos a la intemperie disminuyen su humedad y debido a la tracción por el tránsito vehicular se genera una disgregación de los materiales superficiales, ondulamiento, baches, ahuellamiento; y generando; además, polvo particulado, que ocasiona problemas a los usuarios. Esto se ve reflejado también en el contexto internacional, como se menciona en la norma de la Federal Highway Administration FHWA NHI-05-037, que indica que por lo menos la mitad de las vías de transporte en los Estados Unidos no están asfaltadas”, construyéndose las carreteras a nivel de base de gravas, debido al bajo volumen de tránsito y baja población.

Estos casos los vemos reflejados en nuestro país como un problema constante, debido a la apatía de las autoridades ediles locales y regionales, quienes elevan el costo de las obras de mejoramiento y de las vías de bajo volumen de tránsito, como por ejemplo “la vía carrozable de la carretera Moquegua-Omate-Arequipa”, la cual se encuentra deteriorada con presencia de ahuellamiento,

encalaminado y baches, haciendo difícil el transporte de los productos cultivados en la zona, dificultando de esta manera el incremento socio-económico de las comunidades locales. Castillo (2021). Es por esto que en nuestro país es de suma importancia contar con vías terrestres adecuadas y confortables para los usuarios, ya que de esto depende el crecimiento económico y social; sin embargo, Sosa (2018) menciona que está expuesto a una gran variedad de problemas, siendo el principal el desequilibrio de los suelos.

Como una solución a esta problemática, se puede incluir la adición de emulsión asfáltica en el afirmado para mejorar su consolidación, así como se realizó en la vía Bagua Grande - Buena Vista, en la región Amazonas en el año 2017, sin incrementar demasiado el costo, sin embargo, asegura una mayor estabilidad y mejora el tránsito en época de lluvia. (Suxe, 2018). Esto ayudaría al crecimiento comercial y por consecuencia una mayor accesibilidad, turismo, crecimiento económico, en beneficio de las sociedades.

Además, se debe resaltar que el Estado también ha iniciado algunas soluciones básicas, como las detalladas en la plataforma digital del Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], en su programa “Arranca Perú”, para el departamento de Áncash, para la ejecución de 234 servicios de mantenimiento, se consignó S/ 331 millones. Es por esto que, durante el 2020 se trasladó un total de S/ 281.9 millones, a las municipalidades de 20 provincias de esta región, con la finalidad de ejecutar diversas actividades de mantenimiento periódico. (MTC, 2021)

Sin embargo, aún persiste la problemática entorno a la demora en los tiempos de la compactación; es por todo esto que, la presente investigación plantea que para estos tipos de mantenimiento se utilicen diferentes soluciones básicas, como son las estabilizaciones con emulsión; sin dejar de lado un adecuado proceso de compactación y sea una solución económica y duradera que beneficie a la sociedad en general.

Como se aprecia con anterioridad, se tiene mucho que investigar en el tema, y es por este motivo que, se planeó el siguiente problema general: ¿Cuál es la

influencia de la demora de compactación en la resistencia de un material estabilizado con emulsión asfáltica?; y los problemas específicos siguientes: ¿Cuáles son las características físicas de los materiales a estabilizar?, ¿Existe variación entre la estabilidad Marshall de las probetas compactadas después de diferentes tiempos desde el mezclado? y ¿Cuál es la correlación entre la estabilidad Marshall de las probetas moldeadas y los tiempos de demora en la compactación de las muestras?

El presente informe de tesis plantea soluciones para mejorar las condiciones de las vías terrestres y su durabilidad, debido que actualmente en el país se cuenta con muchas vías carrozables que no han tenido un mejoramiento de vías, ni una solución básica adecuada; además, no se viene realizando un proceso utilización adecuado además de la falta de procedimientos para su utilización para establecer un tiempo adecuado para iniciar la compactación luego de realizada la mezcla de material estabilizado con emulsión; además que la realización de un trabajo inadecuado con llevará a un mayor costo de mantenimiento y/o reparación; es por todo esto que se plantea el estudio plantea la instauración de una metodología para la adecuada compactación de las bases estabilizadas, y de esta manera se pueda lograr el empleo adecuado y que esta solución ayude a mejorar las económicamente evitando reprocesos y reparaciones, ambientalmente reduciendo la generación de polvo, tecnológicamente ya que es un material nuevo y que se está utilizando ya en varias actividades y lugares por ser menos contaminante que otros agentes químicos, resultando en un impacto positivo socialmente.

Para validar la presente investigación se ha trazado como objetivo principal: determinar la influencia de la demora de compactación en la resistencia de un material estabilizado con emulsión asfáltica; y como objetivos específicos: determinar las características físico-mecánicas de los materiales a estabilizar, analizar la variación de la estabilidad Marshall de las probetas moldeadas en diferentes tiempos de demora en la compactación de las muestras y determinar la correlación entre la estabilidad Marshall de las probetas moldeadas y los tiempos de demora en la compactación de las muestras.

Previo al desarrollo del proyecto se revisó los antecedentes de este, a nivel internacional, el artículo “Avaliação do comportamento cisalhante de misturas solo-emulsão com teores de emulsão variando de 16% a 28% em massa”, Barros, Dantas y Albuquerque (2023), consideran evaluar el comportamiento de mezclas de suelo estabilizado con diferentes contenidos de emulsión (16% a 28% en masa); cuyos resultados obtenidos mostraron que el suelo presentó un comportamiento elastoplástico con endurecimiento, mientras que las mezclas exhibieron un comportamiento elástico perfectamente plástico y a medida que se aumentaba el contenido de emulsión, disminuían los ángulos de fricción.

También Yaowarat [et al.] (2021) en su artículo “Mechanical Properties of Fly Ash-Asphalt Emulsion Geopolymer Stabilized Crushed Rock for Sustainable Pavement Base”, tuvo como objetivo de estudio investigar las propiedades mecánicas de una roca triturada estabilizada con geopolímero de ceniza volante-emulsión asfáltica. Se encontró que la resistencia a la compresión no confinada del material estabilizado con geopolímero de ceniza volante (sin emulsión asfáltica) dependía del contenido de ceniza volante y del tiempo de curado. En resumen, este artículo proporciona información sobre las propiedades mecánicas de un material estabilizado con geopolímero de ceniza volante-emulsión asfáltica y su uso como base sostenible en pavimentos.

Además, en el artículo “Emulsion Mixtures of Fractionated Reclaimed Asphalt Pavement and Quarry By-Products: A Laboratory Evaluation”, Husain [et al.] (2023), tienen el objetivo de evaluar la inclusión de materiales de pavimento asfáltico recuperado fraccionado (FRAP) y subproductos de cantera (QB) en mezclas de agregados emulsionados (EAMs) mediante una evaluación de laboratorio; cuyos resultados mostraron progresos significativos en la resistencia a tracción, mayor resistencia al daño por humedad y reducción de la deformación permanente con la inclusión de materiales FRAP y QB en las EAMs; sin embargo, la inclusión combinada del 30% de FRAP y el 70% de QB afectó negativamente la respuesta resiliente de las EAMs. Por otro lado, la inclusión de un contenido de FRAP del 50% sin materiales QB mejoró su idoneidad para su aplicación en capas de base de pavimentos.

Así también en el artículo “Laboratory Evaluation of Emulsion-Treated Base Layer Mixes Incorporating Reclaimed Asphalt Pavement Materials”, Andrews, Radhakrishnan y Koshy, realizaron un estudio de base estabilizada con emulsión, adicionando a la mezcla el pavimento asfáltico existente recuperado en proporciones 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, más 3% de emulsión asfáltica y 1% de cemento, para poder evaluar los efectos en la mezcla que causa la incorporación del pavimento asfáltico recuperado; cuyos resultados cumplían favorablemente a los parámetros requeridos en sus especificaciones técnicas la mezcla con incorporación de 50% de pavimento recuperado, la cual brinda un mejor rendimiento, cohesión y adhesión adecuada. (2023).

Por otro lado, el artículo “Permanent deformation response of demolition wastes stabilised with bitumen emulsion as pavement base/subbase” de Yaghoubi [et al.], (2023), evalúan los cambios que la emulsión asfáltica ocasiona en el comportamiento de deformación permanente de dos tipos de residuos de demolición reciclados, agregado de concreto reciclado (RCA) y ladrillo triturado (CB), en aplicaciones de base y subbase de pavimentos, para lo cual se mezclaron muestras de agregados con una emulsión asfáltica de lenta fijación aniónica en diferentes proporciones de 0, 1, 2 y 3 % en peso seco de los agregados; encontrando que la inclusión de emulsión asfáltica en los agregados generalmente causó una disminución en las deformaciones resilientes, lo que muestra que el RCA y el CB estabilizados con emulsión podrían proporcionar una mayor resistencia bajo cargas de tráfico repetidas.

También Akbas, Ozaslan, y Iyisan (2023), en su artículo "Utilization of recycled concrete aggregates for developing high-performance and durable flexible pavements", analiza la viabilidad de utilizar agregados de concreto reciclado (RCA) con la finalidad de erigir pavimentos flexibles de alto rendimiento y durabilidad; realizando pruebas en laboratorio que permitan determinar las propiedades físico-mecánicas y de rigidez de los materiales de subbase y base adicionando RCA, también llevaron a cabo evaluaciones numéricas utilizando software de modelado numérico de diferencias finitas para seguir la pista del rendimiento mecánico de pavimentos flexibles edificados con RCA bajo cargas representativas, manejando requerimientos derivados después de varios de ciclos de congelación y

descongelación, encontrando que los RCA puede proporcionar potencialmente un alto rendimiento en la construcción de pavimentos flexibles bajo diferentes condiciones ambientales.

Asimismo, en el artículo “Improvement of shear strength of soil using bitumen emulsion”, Deby R. [et al.], (2016), tuvieron por objetivo incrementar la resistencia al corte del suelo mediante la adición de emulsión asfáltica en lugar de reemplazarlo con suelo más resistente. Se determina la resistencia inicial del suelo mediante la realización de pruebas como el análisis granulométrico, límite de contracción, límite líquido, límite plástico, prueba de compactación Proctor modificada y ensayos de relación de soporte de California, cuyos resultados obtenidos en las pruebas demuestran que con el incremento de emulsión bituminosa en la muestra de suelo hasta 10%, se logra aumentar la resistencia del suelo y después de ciertos porcentajes (20% y 30%) disminuye, concluyendo que el máximo porcentaje de emulsión que se debe utilizar para aumentar la resistencia de suelo es de 10% de emulsión bituminosa.

Luego de revisar los antecedentes, se identificaron los términos y definiciones utilizados en el presente proyecto, entre los cuales tenemos el suelo, que es el manto superficial en la corteza terrestre, conformada en gran parte por restos de roca originada por erosiones y otras alteraciones físicas y/o químicas, es muy diversa y de formas múltiples, en la cual se provocan los fenómenos climáticos como el viento, la lluvia, etc. Los suelos son formados por la desintegración de roca y aglomeración de diferentes materiales, en procesos que involucran diferentes variantes físicas, biológicas y químicas, dando como consecuencia una distinción de capas bien caracterizadas, observables en la corteza terrestre. (Etecé, 2021)

Así también es necesario definir la estabilización de suelos granulares, la cual consiste en el mejoramiento de las características del suelo, como la cohesión e impermeabilidad, a través de la aplicación de materiales estabilizadores, para mejorar el desempeño de las capas de rodadura; mientras que, la estabilización de suelos finos consiste en mejorar las propiedades de estos suelos para reducir sus cambios de volumen y disminución de la resistencia al exponerse a cargas y saturación, para mejorar el desempeño de las capas de suelo. (Ministerio de

Transportes y Comunicaciones, 2015)

Además, se debe tener claro la granulometría de suelo, que se determina por el ensayo de análisis granulométrico, la cual hace referencia a las cantidades masa de las partículas de diversos tamaños expresadas en porcentajes en relación al peso total del suelo; en función de esta propiedad se puede establecer el comportamiento mecánico, principalmente cuando reciben cargas directas, estas partículas según su tamaño se pueden definir como: Arena gruesa, arena fina, limo, arcilla y ultra-arcilla. (Gonzáles, Jiménez y López, 2007)

Mientras que la emulsión asfáltica es una mezcla de asfalto líquido y agua, las cuales resultan encadenadas a través de unos agentes emulsificantes, el cual hace posible la suspensión de las partículas de asfalto en el agua; esta mezcla era típicamente usada con cemento portland y llamada comercialmente CSS-1h, la cual se configuraba para el uso en diferentes aplicaciones por su emulsificante de rotura lenta y era menos contaminante que la utilización de los asfaltos; y que, además permitía una mejor trabajabilidad al para la estabilización de materiales.(Yaowarat [et al.], 2021). La emulsión está compuesta por 3 elementos: asfalto, agua y un agente emulsificante; adicionalmente el agente emulsificante puede contener un estabilizador mientras que para aplicaciones especiales como por ejemplo en micropavimento se agrega un polímero. (Universidad Mayor de San Simón Facultad de Ciencias y Tecnología, 2012).

También debemos tener presente los requerimientos y parámetros detallados en el Documento Técnico “Soluciones básicas en carreteras no pavimentadas” aprobado con Resolución Directoral N° 003-2015-MTC/13, el cual especifica que los materiales estabilizados con emulsión deben tener una estabilidad Marshall mínima de 230 Kg, una pérdida de estabilidad después de saturado de máximo 50% y un recubrimiento de la mezcla entre el 50% al 100%.

Así también tenemos, en la Sección 301E “Suelos estabilizados con emulsión asfáltica”, de las Especificaciones Generales para la construcción de carreteras EG-2013, los requerimientos y características físico-mecánicas y químicas que deben tener de los materiales a estabilizar, los requisitos de la emulsión a emplear y los parámetros que debe cumplir la mezcla de material estabilizado.

Para lograr el objetivo general se propuso la hipótesis: “la influencia de la demora de compactación en la resistencia de un material estabilizado con emulsión asfáltica es significativa”; y para lograr los objetivos específicos, se planteó las siguientes hipótesis específicas: en el caso de la hipótesis específica 1, no aplica, para la hipótesis específica 2 tenemos: H0: No existe variación entre la estabilidad Marshall de las probetas compactadas después de diferentes tiempos desde el mezclado y H1: Si existe variación entre la estabilidad Marshall de las probetas compactadas después de diferentes tiempos desde el mezclado, finalmente para la hipótesis específica 3 tenemos: H0: No existe correlación entre la estabilidad Marshall de las probetas moldeadas y los tiempos de demora en la compactación de las muestras y H1: Si existe correlación entre la estabilidad Marshall de las probetas moldeadas y los tiempos de demora en la compactación de las muestras.

## II. METODOLOGÍA

El presente informe de tesis es de tipo aplicada, ya que quiere solucionar el problema en las estabilizaciones de suelos debido a la influencia de la demora de compactación en la resistencia de un material estabilizado incluyendo emulsión asfáltica, en la cual realizaron diversas pruebas en laboratorio y tiene un diseño calificado como cuasi-experimental, porque que se realizarán diversas pruebas en tiempos de compactación distintos para analizar la variabilidad de la resistencia, presenta un nivel de investigación descriptivo y un enfoque cuantitativo, toda vez que los resultados obtenidos serán detallados de forma numérica.

En la investigación se presenta como variable dependiente la resistencia de un material estabilizado con emulsión asfáltica, que consiste en Consiste en la verificación de la resistencia de los especímenes ensayados a través del ensayo de estabilidad Marshall, de los especímenes compactados en los diferentes tiempos indicados y tiene como dimensiones las propiedades mecánicas y cuyo indicador es la Resistencia (estabilidad Marshall); como variable independiente se tiene la demora de compactación, que consiste en la compactación de los especímenes en diferentes tiempos después del mezclado de los materiales con emulsión y tiene como dimensión el tiempo, cuyo indicadores son: 15 minutos, 1 hora, 4 horas, 12 horas, 24 horas y 48 horas.

La población a investigada concierne a los materiales granulares utilizados para la transitabilidad y conformación de vías terrestres, en la provincia de Huarney en el Departamento de Ancash, teniendo como muestra elegida el material granular de cantera Gaviotas ubicada en el Distrito y Provincia de Huarney en el Departamento de Ancash, y el método de muestreo aplicado es por conveniencia, considerando como criterio de inclusión, un material granular de la cantera Gaviotas con fracción fina limosa, por tener mejor cohesión con la emulsión asfáltica, además tener buen volumen en su banco de materiales, tener acceso de fácil acceso y sin interferencias; además como criterio de exclusión, no se tomaron en cuenta las canteras de río al 100%, por tener poco o nada de finos, porque no garantizarían una adecuada cohesión de la mezcla haciendo necesario el uso de cemento o cal, lo cual elevaría el costo de la mezcla.

Para la ejecución del presente informe de tesis, se utilizaron técnicas de recolección de datos observación y ensayos de laboratorio, teniendo como instrumentos las pruebas de ensayos y los formatos de comparación con sus respectivos gráficos; además la validación es sometida al juicio de los expertos del laboratorio de mecánica de suelos donde se realizarán los ensayos, la cual permite la validación del instrumento aplicado en el desarrollo de los ensayos de laboratorio; logrando obtener los certificados de ensayo con las firmas de validación correspondientes, para lo cual se ensayaron 5 probetas Marshall para cada tiempo de demora en compactación, para poder garantizar que los resultados sean confiables y precisos, realizando los ensayos en laboratorio necesarios para el presente proyecto, considerando los procedimientos y normativas técnicas, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2013 y Manual de Ensayos de Materiales EM-2016, del Ministerio de Transportes y comunicaciones; además el procedimiento para diseño de mezcla del Instituto Illinois, establecido en la norma ASTM D1559; con los cuales se realizó el diseño de mezcla para conseguir la cantidad de emulsión óptima para la preparación de la mezcla y posterior fabricación los especímenes de prueba para analizar la variación de resistencias en función del tiempo de demora de compactación.

El estudio de datos se efectuó a través de la estadística descriptiva con la finalidad de analizar los resultados haciendo uso de hojas de cálculo de Microsoft Excel para el procesamiento de la información, ya que esta herramienta permite el almacenamiento y manejo de a datos a través de sus funciones básicas y especiales para poder visualizar y comprar de la manera más eficiente; y a su vez, realizar gráficos de dispersión, necesarios para la presentación de resultados; se realizó el análisis de normalidad utilizando el método de Shapiro Wilks y la verificación de las hipótesis se desarrolló a través de análisis inferencial por medio de la prueba ANOVA, luego una post prueba de Tukey. Se recolectó la información a través de ensayos ejecutados en laboratorio de suelos particular y para el soporte tecnológico se utilizó el software IBM SPSS con la finalidad de conseguir aciertos confiables que propongan información para los objetivos.

También se consideraron los aspectos éticos, teniendo en cuenta las directrices establecidas por la Universidad César Vallejo y basándose en las

normas y regulaciones de investigación. La información se recopila de manera adecuada y auténtica, y se parafrasea de acuerdo con las normas ISO aplicables a la profesión de ingeniería. Se admira el derecho de autoría y se realiza una citación adecuada de la información. Todo el contenido es verídico y no se modifica ni manipula, y se selecciona cuidadosamente la muestra para que los resultados se ajusten a los objetivos y la problemática planteados en la investigación.

### III. RESULTADOS

Con la finalidad de alcanzar los objetivos específicos, se efectuaron las pruebas en laboratorio para evidenciar las peculiaridades físico-mecánicas de los materiales a estabilizar, verificando que cumple los requerimientos exigidos en las EG-2013; posteriormente se realizó el diseño de mezcla estabilizado con emulsión asfáltica CSS-1h, obteniendo como cantidad de emulsión óptima 4.2%, con la que se moldearon las probetas para analizar la variación de la estabilidad Marshall en diferentes tiempos de demora en la compactación de las muestras y determinar la correlación entre la estabilidad Marshall de las probetas moldeadas y los tiempos de demora en la compactación de las muestras; cuyos resultados se presentan a continuación:

**Tabla 1.** Resumen de resultados de las Estabilidades Marshall a diferentes tiempos de compactación después del mezclado.

Tiempo de espera de compactación (horas)	Estabilidad Marshall (Kg-f)					
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	Promedio
1/4	1259	1237	1255	1237	1268	<b>1251</b>
1	1086	1119	1099	1081	1116	<b>1100</b>
4	1027	1039	1040	1036	1032	<b>1035</b>
12	988	987	996	982	987	<b>988</b>
24	969	956	951	956	965	<b>959</b>
48	933	922	924	929	920	<b>926</b>

Fuente: elaboración propia

### 3.1. OE1: Determinar las características físico-mecánicas de los materiales a estabilizar

Con la finalidad de garantizar que el material granular a estabilizar cumpla los requerimientos exigidos en las normativas del MTC, se realizaron los ensayos de laboratorio requeridos en la norma técnica EG-2013, obteniendo los siguientes valores:

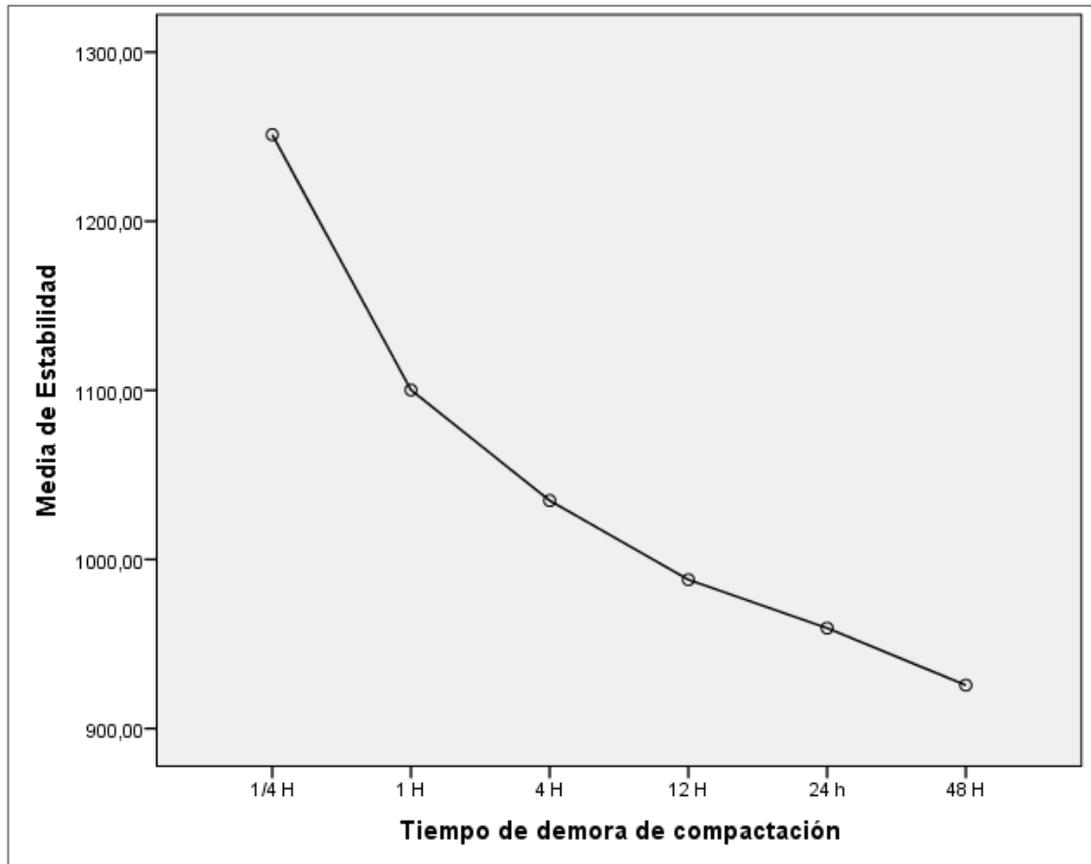
**Tabla 2.** Ensayos de caracterización del material granular

Características del Material	Norma Técnica MTC	Resultado	Especificación EG-2013	Condición
Material pasante por Tamiz N° 200 (%)	E204	8.7%	$\leq 10\%$	CUMPLE
Contenido de Humedad (%)	E108	2%	-	-
Límite Líquido (%)	E110	27%	-	-
Índice de Plasticidad (%)	E111	8%	$\leq 9\%$	CUMPLE
Proctor Modificado (M.D.S / O.C.H.)	E115	2.167 gr/cm <sup>3</sup> 6.5%	-	-
Desgaste a la Abrasión (%)	E207	18.6%	$\leq 50\%$	CUMPLE
Contenido de Materia Orgánica (%)	E118	0.9%	$\leq 1\%$	CUMPLE
* Durabilidad fracción gruesa (%)	E209	2.92%	$\leq 18\%$	CUMPLE
* Durabilidad fracción fina (%)	E209	4.01%	$\leq 15\%$	CUMPLE
Contenido de Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (ppm) (Fino / Grueso)	E219	555 / 387	$\leq 6000$	CUMPLE
* Químico empleado Sulfato de Magnesio.				

Fuente: elaboración propia

Como se evidencia en la tabla 2, el material arroja resultados que cumplen los parámetros requeridos en la norma EG-2013.

**3.2. OE2: Analizar la variación de la estabilidad Marshall de las probetas moldeadas en diferentes tiempos de demora en la compactación de las muestras**



*Figura 1.* Gráfico de variación de estabilidad Marshall

La figura 1, muestra la variación de estabilidad en función del tiempo de demora de compactación, que van desde 1/4 de hora hasta 48 horas.

**Prueba de Hipótesis:**

En este caso, para validar la hipótesis, se ejecutó la prueba de ANOVA unidireccional, utilizando el software SPSS, en esta se planteó una significancia inicial ( $\alpha$ ) de 0.05, obteniendo los resultados siguientes:

**Tabla 3.** ANOVA para estabilidad Marshall

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	352414,000	5	70482,800	681,322	<b>0,000</b>
Dentro de grupos	2482,800	24	103,450		
Total	354896,800	29			

Fuente: elaboración propia

En la tabla 3 se observa que la significancia ( $p$ ) es 0.000, el cual es inferior que la significancia planteada inicialmente 0.05 ( $p < \alpha$ ), demostrando de esta manera que al menos un grupo de datos es diferente de los restantes, y debido a esto se alcanza a rechazar la hipótesis nula propuesta y se acepta a la hipótesis alterna planteada; además, para comprobar si esta diferencia manifestada es o no significativa, se recurrió a la posprueba de Tukey.

**Tabla 4:** Posprueba de Tukey para estabilidad Marshall

Tiempo de demora de Compactación	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
48 H	5	925,6000				
24 h	5		959,4000			
12 H	5			988,0000		
4 H	5				1034,8000	
1 H	5					1100,2000
1/4 H	5					
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4, se aprecia la distribución de datos en 5 grupos, indicando la existencia de una diferencia significativa en los grupos formados por lo que se llega a aceptar la hipótesis alterna H1: Si existe variación entre la estabilidad Marshall de las probetas compactadas después de diferentes tiempos desde el mezclado, y es significativa.

**3.3. OE3: Determinar la correlación entre la estabilidad Marshall de las probetas moldeadas y los tiempos de demora en la compactación de las muestras**

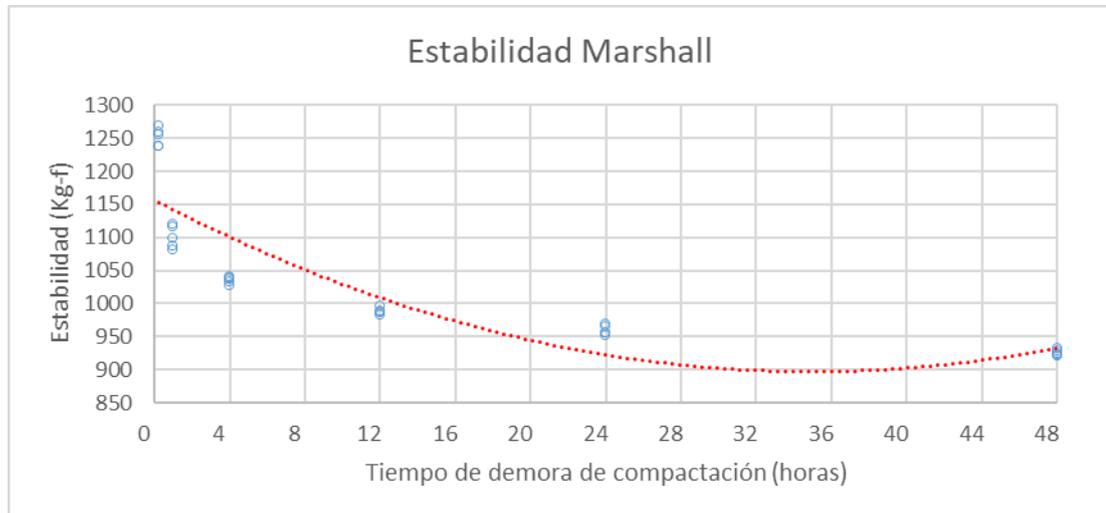


Figura 2. Gráfico de estabilidad Marshall vs tiempo de demora de compactación en horas

Como se observa en la figura 2, los datos obtenidos en las pruebas de laboratorio, muestran una distribución agrupada en los diferentes tiempos de demora de compactación, lo cual demuestra que los datos obtenidos en los ensayos tienen relación para cada tiempo de demora de compactación; sin embargo, no muestran una distribución uniforme entre diferentes tiempos, generando una línea de tendencia que no se ajusta a todos los datos, esto se demuestra estadísticamente con el análisis de normalidad análisis de normalidad de datos mediante la prueba de Shapiro Wilks, utilizando el software SPSS, en esta se planteó una significancia inicial ( $\alpha$ ) de 0.05, obteniendo los resultados siguientes:

**Tabla 5.** Prueba de Shapiro Wilks

Variable	Estadístico	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad	0,178	0,864	30	<b>0,001</b>

Fuente: elaboración propia

**Prueba de Hipótesis:**

La tabla 5 evidencia que la significancia (p) es 0.001, el cual es inferior que la

significancia planteada inicialmente 0.05 ( $p < \alpha$ ), demostrando de esta manera que los valores analizados no muestran una distribución normal.

Después de analizar la normalidad de datos por los datos por el método Shapiro Wilks, se optó por utilizar el método de Spearman para para hallar el coeficiente de correlación  $\rho$  (ro), utilizando el software SPSS.

**Tabla 6.** Prueba de correlación entre el tiempo de demora de compactación y estabilidad Marshall

		Estabilidad	
<b>Rho de Spearman</b>	Tiempo de demora de compactación	Coeficiente de correlación	-0,987**
		Sig. (bilateral)	<b>0,000</b>
		N	30
** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).			

Fuente: elaboración propia

### Prueba de Hipótesis:

Para la prueba de correlación por el método de Spearman, se planteó una significancia inicial ( $\alpha$ ) de 0.05 y en la tabla 6 se observa que se obtuvo una significancia ( $p$ ) de 0,000 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta a la hipótesis alterna planteada; por lo que se llega a aceptar H1: Si existe correlación entre la estabilidad Marshall de las probetas moldeadas y los tiempos de demora en la compactación de las muestras, y es significativa.

**3.4. OG: Determinar la influencia de la demora de compactación en la resistencia de un material estabilizado con emulsión asfáltica**

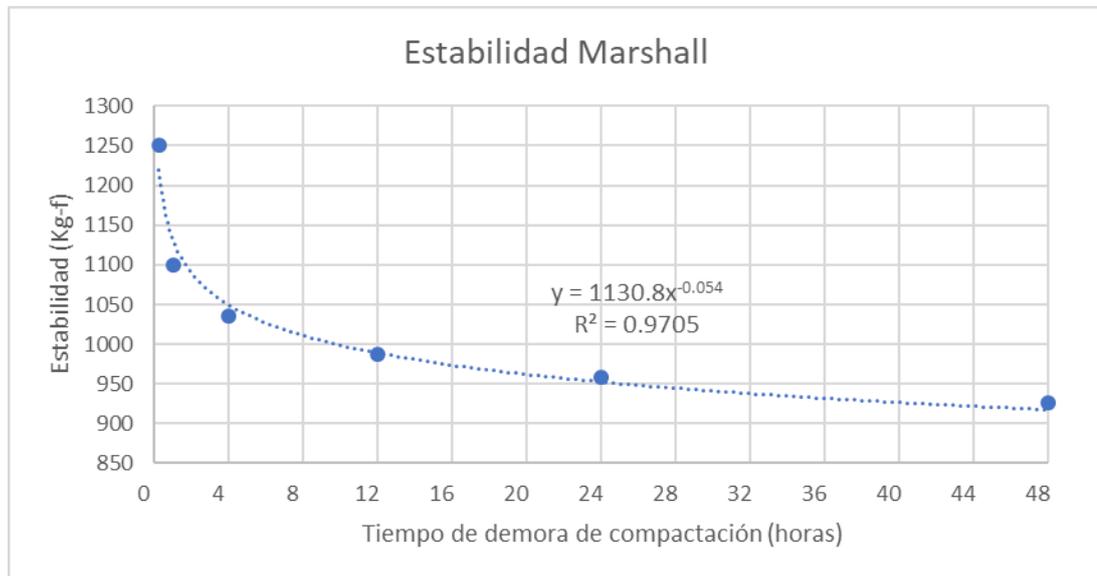


Figura 3. Gráfico de influencia de la demora de compactación en la resistencia (Estabilidad Marshall).

Conforme a los resultados mostrados en los objetivos específicos OE2 y OE3, se demuestra que existe influencia de la demora de compactación en la resistencia de un material estabilizado con emulsión asfáltica, presentando mayor influencia desde más de 1 hora de demora en la compactación, como se observa en la figura 3, una relación de tendencia potencial, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta a la hipótesis alterna planteada; por lo que se llega a aceptar H1: Si existe influencia de la demora de compactación en la resistencia de un material estabilizado con emulsión asfáltica, y es significativa.

#### IV. DISCUSIÓN

- ✓ Se demuestra que existe influencia de la demora de compactación en la resistencia de un material estabilizado con emulsión asfáltica, conforme lo detallado en el artículo "Avaliação do comportamento cisalhante de misturas solo-emulsão com teores de emulsão variando de 16% a 28% em massa", de Barros, Dantas y Albuquerque (2023), se evaluó el comportamiento de mezclas de suelo estabilizado con diferentes contenidos de emulsión (16% a 28% en masa); cuyos resultados obtenidos mostraron que el suelo presentó un comportamiento elastoplástico con endurecimiento, mientras que las mezclas exhibieron un comportamiento elástico perfectamente plástico y a medida que se aumentaba el contenido de emulsión, disminuían los ángulos de fricción. Este guarda relación con los resultados obtenidos en el diseño de Material Estabilizado con emulsión asfáltica realizado, se aprecia un ablandamiento al incrementar el porcentaje de emulsión, que se puede verificar por el incremento de la fluencia, así mismo se demuestra en los resultados de los especímenes de prueba los cuales tienen una resistencia superior a la especificada en la norma EG-2013, que es de 230 Kg-f y en los ensayos se obtuvieron resultados superiores a 900 Kg-f.
- ✓ Los autores Akbas, Ozaslan, y Iyisan (2023), en su artículo "Utilization of recycled concrete aggregates for developing high-performance and durable flexible pavements", analizan la viabilidad de utilizar agregados de concreto reciclado (RCA) con la finalidad de erigir pavimentos flexibles de alto rendimiento y durabilidad; realizando pruebas en laboratorio que determinen las propiedades físico-mecánicas y de rigidez de las muestras de subbase y base preparadas con RCA, también llevaron a cabo evaluaciones manejando software de modelado numérico de diferencias finitas para investigar el rendimiento mecánico de los pavimentos flexibles construidos con RCA bajo cargas significativas, utilizando parámetros derivados después de varios números de ciclos de congelación y descongelación, encontrando que los RCA puede proporcionar potencialmente un elevado beneficio en la construcción de pavimentos flexibles bajo diferentes condiciones ambientales; siendo este similar a los resultados encontrados en el presente informe, que demuestran

que la adición de emulsión asfáltica aumenta la resistencia e impermeabilidad del material granular, garantizando un mayor rendimiento y durabilidad en el tiempo y que estos dependen de las características de los materiales a estabilizar por lo que se deben realizar los análisis de caracterización físico-mecánicas.

- ✓ Si existe variación de la estabilidad Marshall de las probetas moldeadas en diferentes tiempos de demora en la compactación de las muestras, similar a lo detallado en el artículo “Mechanical Properties of Fly Ash-Asphalt Emulsion Geopolymer Stabilized Crushed Rock for Sustainable Pavement Base”, Yaowarat [et al.] (2021), investigaron las propiedades mecánicas de una roca triturada estabilizada con geopolímero de ceniza volante-emulsión asfáltica, encontrando que la resistencia en el ensayo de compresión no confinada de un material estabilizado con geopolímero de ceniza volante (sin emulsión asfáltica) dependía del contenido de ceniza volante y del tiempo de curado; demostrando parecido entre el curado mencionado en el artículo con los resultados obtenidos en cuando se refiere a la influencia del tiempo de demora de compactación en la resistencia (estabilidad Marshall) de la mezcla; así también los resultados obtenidos van de la mano con el artículo “Emulsion Mixtures of Fractionated Reclaimed Asphalt Pavement and Quarry By-Products: A Laboratory Evaluation”, Husain [et al.] (2023), en el que se evaluó la inclusión de materiales de pavimento asfáltico recuperado fraccionado (FRAP) y subproductos de cantera (QB) en mezclas de agregados emulsionados (EAMs) mediante una evaluación de laboratorio; cuyos resultados mostraron progresos significativos en la resistencia a tracción, mayor resistencia al daño por humedad y reducción de la deformación permanente con la inclusión de materiales FRAP y QB en las EAMs; sin embargo, la inclusión combinada del 30% de FRAP y el 70% de QB afectó negativamente la respuesta resiliente de las EAMs; debido a que, en los resultados del diseño de Material Estabilizado con emulsión asfáltica realizado, se aprecia mayor impermeabilidad al incrementar el porcentaje de emulsión, que se puede verificar por la disminución de la humedad absorbida.
- ✓ Existe correlación entre la estabilidad Marshall de las probetas moldeadas y los tiempos de demora en la compactación de las muestras, similar a lo

demostrado en en el artículo “Laboratory Evaluation of Emulsion-Treated Base Layer Mixes Incorporating Reclaimed Asphalt Pavement Materials”, Andrews, Radhakrishnan y Koshy (2023), evaluaron los efectos en la mezcla que causa la incorporación del pavimento asfáltico recuperado, adicionando a la mezcla el pavimento asfáltico existente recuperado en proporciones 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, más 3% de emulsión asfáltica y 1% de cemento; cuyos resultados cumplían favorablemente a los parámetros requeridos en sus especificaciones técnicas la mezcla con incorporación de 50% de pavimento recuperado, la cual brinda un mejor rendimiento, cohesión y adhesión adecuada; tiene similitud con el diseño de mezcla realizado para el presente informe, ya que el incremento de emulsión asfáltica mejora la resistencia de la mezcla, y se corrobora con los resultados obtenidos en los especímenes los cuales presentan resistencias (estabilidad Marshall) superiores a 900 Kg-f, que superan por mucho a los 230 Kg-f requeridos en la norma EG-2013; así mismo como se muestra en los resultados alcanzados en el diseño de mezcla se comprobó que al aumentar mayor porcentaje de emulsión asfáltica incrementa la resistencia de la mezcla (estabilidad Marshall), sin embargo llega un punto de ablandamiento por exceso de asfalto, con lo cual se debe tener mucho cuidado para evitar deformaciones en los pavimentos; esto corrobora lo mencionado en el artículo “Permanent deformation response of demolition wastes stabilised with bitumen emulsion as pavement base/subbase” de Yaghoubi [et al.], (2023), en la que se evaluó el cambio que la emulsión asfáltica ocasiona en el comportamiento de deformación permanente de dos tipos de residuos de demolición reciclados, agregado de concreto reciclado (RCA) y ladrillo triturado (CB), en aplicaciones de base y subbase de pavimentos, para lo cual se mezclaron muestras de agregados con una emulsión asfáltica de lenta fijación aniónica en diferentes proporciones de 0, 1, 2 y 3 % en peso seco de los agregados; encontrando que la inclusión de emulsión asfáltica en los agregados generalmente causó una disminución en las deformaciones resilientes, lo que muestra que el RCA y el CB estabilizados con emulsión podrían proporcionar una mayor resistencia bajo cargas de tráfico repetidas; así también se tienen los resultados obtenidos corroboran lo mencionado en el artículo “Improvement of shear strength of soil using bitumen emulsion”, Deby R. [et al.], (2016), cuyos resultados demostraron

que con el incremento de emulsión bituminosa en la muestra de suelo hasta 10%, se logra aumentar la resistencia del suelo y después de ciertos porcentajes (20% y 30%) disminuye, concluyendo que el máximo porcentaje de emulsión que se debe utilizar para aumentar la resistencia de suelo es de 10% de emulsión bituminosa; mientras que, en el diseño de mezcla realizado para el presente informe se demostró que hay un límite en el porcentaje de emulsión asfáltica a utilizar en las mezclas, sin embargo el valor 10%, indicado en el artículo es algo referencial que dependerá del tipo de material a utilizar, por lo cual se debe realizar un estudio minucioso de las características de los materiales, a través de los ensayos en laboratorio, similar a lo encontrado para el material utilizado en el presente informe de tesis que fue de 4.2% de contenido de emulsión asfáltica óptima.

## V. CONCLUSIONES

- ✓ El tiempo de demora de compactación influye directamente en la resistencia del material estabilizado con emulsión asfáltica, de acuerdo a los valores de la tabla 1 y figura 3, en las cuales se aprecia la variabilidad de resistencia (estabilidad Marshall en Kg-f): 1251, 1100, 1035, 988, 959 y 926, obtenidos en especímenes compactados en diferentes tiempos (en horas): 1/4, 1, 4, 12, 24 y 48, respectivamente, lo cual demuestra una disminución de la resistencia relacionada con el tiempo de demora de compactación.
- ✓ Se comprobó, a través de ensayos físico-mecánicos realizados en laboratorio particular, que el material granular utilizado en la mezcla estabilizada con emulsión asfáltica, cumple con los requisitos especificados en la norma EG-2013.
- ✓ Se comprobó que existe variación en la estabilidad Marshall obtenida de los especímenes fabricados en diferentes tiempos de demora de compactación como se muestra en Figura 1 y las tablas 3 y 4, en las que se aprecia, la que la variabilidad de las resistencias en diferentes tiempos de demora de compactación es significativa.
- ✓ Se determinó que existe correlación entre la estabilidad Marshall de las probetas moldeadas y los tiempos de demora en la compactación de las muestras como se muestra en Figura 1 y las tablas 3 y 4, en las que se aprecia, la que la variabilidad de las resistencias en diferentes tiempos de demora de compactación es significativa.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- ✓ Debido a que los mayores cambios de estabilidad se presentan a partir de 1 hora de demora de compactación, se recomienda compactar las mezclas en el menor tiempo posible después de mezcladas, para garantizar lograr estabilidades más altas, de acuerdo a los diseños aprobados, además de seguir los pasos indicados en el procedimiento según la norma ASTM D 1559 y MTC E 504 del Manual de ensayos de Materiales EM-2016.
- ✓ Debido a las características del agregado, se deben realizar las pruebas exigidas en las especificaciones técnicas y necesarias que demuestren que el material es el adecuado para realizar la estabilización, ya que de no cumplir alguno de los parámetros se corre el riesgo de no lograr la estabilidad Marshall mínima requerida en las especificaciones técnicas de proyecto o del manual EG-2013.
- ✓ Para garantizar resultados homogéneos se debe mezclar bien los materiales para lograr proporciones iguales en el sector de influencia de cada diseño y cambiar de diseño si el material presenta características muy distintas, conforme se indica en las normas EG-2013 y los procedimientos de ensayos de materiales EM-2016 y ASTM D 1559.

## REFERENCIAS

1. ANDREWS, Jithin, RADHAKRISHNAN, Vishnu y KOSHY, RReebu (2023). Laboratory Evaluation of Emulsion-Treated Base Layer Mixes Incorporating Reclaimed Asphalt Pavement Materials.  
Disponible en: <https://doi.org/10.1061/JMCEE7.MTENG-15695>
2. AKBAS, M., OZASLAN, B. y IYISAN, R. (2023). "Utilization of recycled concrete aggregates for developing high-performance and durable flexible pavements". Construction and Building Materials, Volume 407, 133479, ISSN 0950-0618.  
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133479>
3. BARROS, P., DANTAS, S. y LIMA, L. (2023). Avaliação do comportamento cisalhante de misturas solo-emulsão com teores de emulsão variando de 16% a 28% em massa. Brasil. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1517-7076-RMAT-2023-0062>
4. CASTRO, M. y NAVARRO, J. (2019). Análisis de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico. [Trabajo de investigación para optar el grado de bachiller en Ingeniería Civil]. UPC. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626119/Castro\\_GM.pdf?sequence=1](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626119/Castro_GM.pdf?sequence=1)
5. Cubas, V. A., & Quiroz, Á. J. (2018). Influencia de la estabilización con 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6.0% de emulsión asfáltica en las propiedades de un material afirmado para el diseño de la vía el pallar – Shalar, La Libertad, 2018 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/14826>
6. DEBY, R. [et al.] (2016). Improvement of shear strength of soil using bitumen. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET), Volume 7, Pages: 156-165. ISSN Print: 0976-6308 and ISSN Online: 0976-6316.  
Disponible en: <http://iaeme.com/Home/issue/IJCIET?Volume=7&Issue=6>

7. Equipo editorial Etecé (2023). Suelo. Argentina. Disponible en: <https://concepto.de/suelo/>
8. GARCIA, F., DELGADO, H., y CAMPOS, D. (2018). Influencia de variables de diseño en las propiedades mecánicas de una base estabilizada con asfalto espumado. *Infraestructura Vial / LanammeUCR*. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/infraestructura/v20n35/2215-3705-infraestructura-20-35-5.pdf>
9. HUSAIN, S. [et al.] (2023). Emulsion Mixtures of Fractionated Reclaimed Asphalt Pavement and Quarry By-Products: A Laboratory Evaluation. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su151310735>
10. INTRIAGO, G. (2017). Metodología de la Investigación. Disponible en: <https://www.calameo.com/books/0060714041cef948e6094>
11. KUMAR, B., SREENIVASULU, C., SINGH, S. (2021). Efectos del tiempo de retardo sobre las propiedades de compactación y resistencia del suelo granular estabilizado. En: Patel, S., Solanki, C.H., Reddy, K.R., Shukla, S.K. (eds) *Actas de la Conferencia Geotécnica de la India 2019. Apuntes de Cátedra en Ingeniería Civil, vol 136*. Springer, Singapur. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-981-33-6444-8\\_66](https://doi.org/10.1007/978-981-33-6444-8_66)
12. LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES (2013). Procedimiento de Diseño de Mezcla. Guía para el Diseño de Materiales Granulares Estabilizados con Emulsión. Guía para el diseño de materiales granulares estabilizados con emulsión. Disponible en: <https://dokumen.tips/download/link/guia-para-el-diseno-de-materiales-granulares-estabilizados-con-emulsion.html>
13. LOPÉZ, P. (2004). Población muestra y muestreo. UCB-Cbba. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>
14. MAZUREK, G. [et al.] (2023). Field investigation of a deep recycled base course layer containing dedicated three component hydraulic and bituminous binder,

Construction and Building Materials. ISSN: 0950-0618, disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131685>

15. Medina, M [et al.]. (2023). Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. Instituto Universitario de Innovación, Ciencia y Tecnología Inudi Perú. Disponible en: <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>
16. MENDOZA, S. y Avila, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/347600550\\_Tecnicas\\_e\\_instrumentos\\_de\\_recoleccion\\_de\\_datos](https://www.researchgate.net/publication/347600550_Tecnicas_e_instrumentos_de_recoleccion_de_datos)
17. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2013). Manual de carreteras Especificaciones técnicas generales para construcción. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
18. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2015). Documento Técnico. Soluciones básicas en carreteras no pavimentadas. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
19. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2017). Manual de ensayo de materiales. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
20. NAZARI, Z., TABARSA, A. y LATIFI, N. (2021) Effect of compaction delay on the strength and consolidation properties of cement-stabilized subgrade soil, Transportation Geotechnics, Volume 27, 100495. ISSN: 2214-3912. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2020.100495>
21. Pérez, M. [et al.] (2020). List of Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-91902019000400474](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902019000400474)

22. RAMOS, Carlos (2021). Diseños de investigación experimental. Revista cienciaAmérica [en línea]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/349368708>
23. RAMOS, Carlos (2021). Los alcances de una investigación. Revista cienciaAmérica [en línea]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/346351134> Los Alcances de una i nvestigacion
24. Sosa, J. (2018). Análisis de pérdida de estabilidad en bases estabilizadas con emulsión asfáltica en función del tiempo, Lambayeque 2018. [Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil]. UCV. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/47130>
25. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA (2004). Pavimentos. Departamento de Ingeniería Civil. Disponible en: <https://civilgeeks.com/2012/06/28/descargar-libro-completo-de-pavimentos/>
26. Ulloa, A. y Múnera, J (2020). Guía de diseño para materiales estabilizados con asfalto. Centro de Transferencia Tecnológica de la Universidad de Costa Rica. Disponible en: [https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/2063/Guia\\_diseno\\_materiales\\_asfalto\\_estabilizado.pdf?sequence=1](https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/2063/Guia_diseno_materiales_asfalto_estabilizado.pdf?sequence=1)
27. WESTREICHER, G. (2021), Diseño experimental. Economipedia. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/diseo-experimental.html#:~:text=Los%20tipos%20de%20dise%C3%B1o%20experimental%20son%20los%20siguientes%3A,de%20control%20no%20es%20seleccionado%20al%20azar.%20>
28. WESTREICHER, G. y López, J. (2020), Análisis de datos. Economipedia. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/analisis-de-datos.html>
29. YAGHOUBI, E. [et al.] (2023). Permanent deformation response of demolition wastes stabilised with bitumen emulsion as pavement base/subbase. ISSN:

2214-3912.

Australia.

Disponibile

en:

<https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2023.100934>

30. YAOWARAT, Teerasak [*et al.*] (2021). Mechanical Properties of Fly Ash–Asphalt Emulsion Geopolymer Stabilized Crushed Rock for Sustainable Pavement Base. *Journal of Materials in Civil Engineering*. Australia. Disponibile en: <https://www.researchgate.net/publication/354283843>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VI: demora de compactación	El tiempo transcurrido desde la preparación de la mezcla del material estabilizado hasta iniciar su compactación debe ser el menor tiempo posible, para lograr una mejor resistencia. (Ulloa y Múnera, 2020)	Se realizará la compactación de los especímenes en diferentes tiempos después del mezclado de los materiales con emulsión	Tiempo	15 minutos 1 hora 4 horas 12 horas 24 horas 48 horas	Razón
VD: Resistencia de un material estabilizado con emulsión Asfáltica	La estabilización de materiales granulares con emulsión asfáltica, es un tratamiento para aumentar su resistencia al corte y reducir su susceptibilidad al daño causado por humedad. (Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, 2013).  También Castro y Navarro (2019) mencionan que se estabiliza el material para mejorar su resistencia de soporte a las cargas que va a soportar la estructura.	Consiste en la verificación de la resistencia de los especímenes ensayados a través del ensayo de estabilidad Marshall, de los especímenes compactados en los diferentes tiempos indicados.	Propiedades mecánicas	Resistencia (estabilidad Marshall)	Razón

Anexo 2. Matriz de consistencia

TÍTULO: Influencia de la Demora de Compactación en la Resistencia de un Material Estabilizado con Emulsión Asfáltica						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA
<b>Problema General</b> ¿Cuál es la influencia de la demora de compactación en la resistencia de un material estabilizado con emulsión asfáltica?	<b>Objetivo General</b> Determinar la influencia de la demora de compactación en la resistencia de un material estabilizado con emulsión asfáltica	<b>Hipótesis General</b> La influencia de la demora de compactación en la resistencia de un material estabilizado con emulsión asfáltica es significativa	<b>Variable 1</b>	Dimensiones	Indicadores	<b>Tipo de Estudio:</b>  <b>Diseño de Investigación:</b> Cuasi Experimental
			<b>Variable Independiente</b>  Demora de compactación			
<b>Problemas Específicos</b> ¿Cuáles son las características físicas de los materiales a estabilizar?  ¿Existe variación entre la estabilidad Marshall de las probetas compactadas después de diferentes tiempos desde el mezclado?  ¿Cuál es la correlación entre la estabilidad Marshall de las probetas moldeadas y los tiempos de demora en la compactación de las muestras?	<b>Objetivos Específicos</b> Determinar las características físico-mecánicas de los materiales a estabilizar  Analizar la variación de la estabilidad Marshall de las probetas moldeadas en diferentes tiempos de demora en la compactación de las muestras  Determinar la correlación entre la estabilidad Marshall de las probetas moldeadas y los tiempos de demora en la compactación de las muestras.	<b>Hipótesis Específica</b> No Aplica.  Existe variación entre la estabilidad Marshall de las probetas compactadas después de diferentes tiempos desde el mezclado-  Existe correlación entre la estabilidad Marshall de las probetas moldeadas y los tiempos de demora en la compactación de las muestras	<b>Variable 1</b>	Dimensiones	Indicadores	<b>Población:</b> Materiales granulares utilizados para la transitabilidad y conformación de vías terrestres, en la provincia de Huarney en el Departamento de Ancash.  <b>Muestra:</b> Material granular de cantera Gaviotas ubicada en el Distrito y Provincia de Huarney en el Departamento de Ancash  <b>Muestreo:</b> Por conveniencia.
			<b>Variable Dependiente</b>  Resistencia de un material estabilizado con emulsión Asfáltica			

### Anexo 3. Reporte de similitud en software Turnitin

#### INFORME TESIS DENIS

##### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>16%</b>	<b>15%</b>	<b>5%</b>	<b>3%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

##### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>g्रेसis.osc.int</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.unap.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>qa1.scielo.br</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>ds.inflibnet.ac.in</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.uss.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	Jithin Kurian Andrews, Vishnu Radhakrishnan, Reebu Zachariah Koshy. "Laboratory Evaluation of Emulsion-Treated Base Layer Mixes Incorporating Reclaimed Asphalt	<b>&lt;1%</b>

## Pavement Materials", Journal of Materials in Civil Engineering, 2023

Publicación

---

9	<a href="http://www2.mdpi.com">www2.mdpi.com</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://busquedas.elperuano.pe">busquedas.elperuano.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
15	EQUILIBRIO AMBIENTAL S.A.C.. "Actualización del PAMA de la Planta Álcalis de la Empresa Quimpac-IGA0013839", R.D. N° 166-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2021 Publicación	<1 %
16	<a href="http://repositorio.ufc.br">repositorio.ufc.br</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://patents.google.com">patents.google.com</a> Fuente de Internet	<1 %

---

		<1 %
19	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
20	FC INGENIERIA Y SERVICIOS AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "DAAC del Fundo Macahualaca-IGA0013701", R.D.G. N° 229-2018-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021 Publicación	<1 %
21	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
22	<a href="http://upo.es">upo.es</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://preview-ccforum.biomedcentral.com">preview-ccforum.biomedcentral.com</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://es.unionpedia.org">es.unionpedia.org</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://repositorio.uct.edu.pe">repositorio.uct.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://repositorio.uisek.edu.ec">repositorio.uisek.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %

28 Loyza Esmil Surita Gil, Rosa Isela Fernández Huamán, Leonel Chahuares Paucar. "Aporte estructural de capa base granular estabilizada con cemento Portland tipo I versus emulsión asfáltica catiónica para vías urbanas", Gaceta Técnica, 2023  
Publicación <1 %

---

29 mafiadoc.com  
Fuente de Internet <1 %

---

30 piz.san.edu.pl  
Fuente de Internet <1 %

---

31 repositorio.uladech.edu.pe  
Fuente de Internet <1 %

---

32 www.upo.es  
Fuente de Internet <1 %

---

33 www.zietlow.com  
Fuente de Internet <1 %

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

## Anexo 4. Certificado de calidad de la emulsión asfáltica



### EMULTEC CSS-1H EMULSIÓN CATIONICA DE RUPTURA LENTA

GUIA TDM ASFALTOS : \_\_\_\_\_  
 CLIENTE: DENIS VALDIVIA FLORES

REFERENCIAS: \_\_\_\_\_  
 TANQUE: \_\_\_\_\_ CINTILLO DE SEGURIDAD N°: \_\_\_\_\_  
 LOTE DE PRODUCCIÓN: \_\_\_\_\_  
 CANTIDAD: 01 GALON  
 FECHA DE PRODUCCIÓN: \_\_\_\_\_

ENSAYOS SOBRE EMULSIÓN	MÉTODO ASTM	UNIDADES	ESPECIFICACIONES		RESULTADO
			MÍNIMO	MÁXIMO	
VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL, 25 °C	D 7496	ssf	20	100	36
ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO, 24 horas	D 6930	%	--	1	0.7
DESTILACIÓN	D 6997	--			
- CONTENIDO DE ASFALTO RESIDUAL	D 6997	%	57	--	60.0
- CONTENIDO DE DISOLVENTES	D 6997	%	--	--	0
PRUEBA DEL TAMIZ N° 20	D 6933	%	--	0.1	0.00
MEZCLA CON CEMENTO	D 6935	%	--	2	0
CARGA DE PARTÍCULA	D 7402		POSITIVA		POSITIVA

ENSAYOS SOBRE EL RESIDUO DE EMULSIÓN					
PENETRACIÓN, 25°C, 100 g, 5 s	D 5	dmm	40	90	65
DUCTILIDAD, 25°C, 5 cm/min	D 113	cm	40	--	126.3
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO	D 2042	%	97.5	--	99.85

OBSERVACIONES: El producto cumple especificaciones ASTM D 2397-13  
Los resultados corresponden sólo a la muestra analizada  
PE: 1.00

Original: Cliente  
 Copia 1: Area Técnica

Fecha de Emisión : **Lima, 27 de Febrero del 2024**

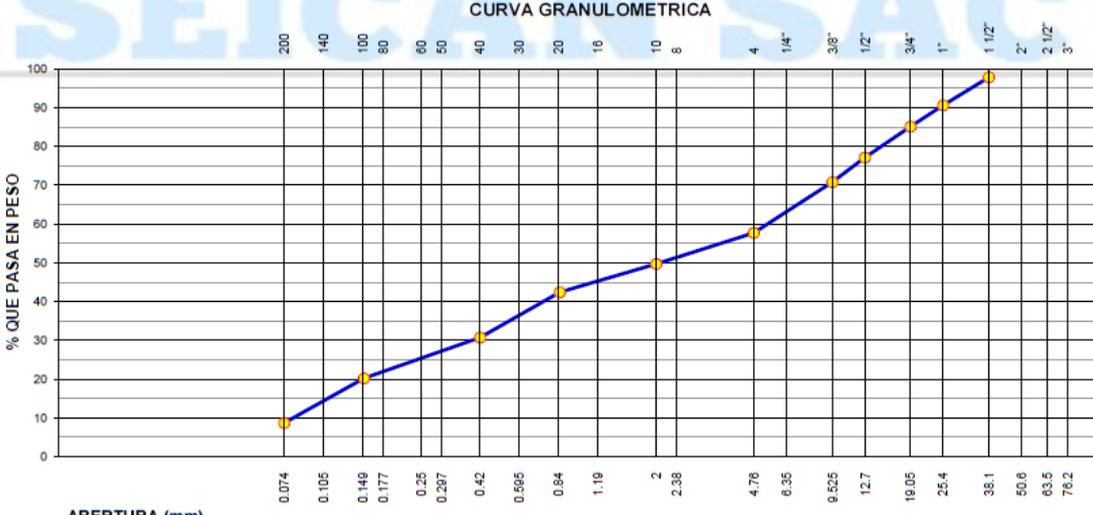
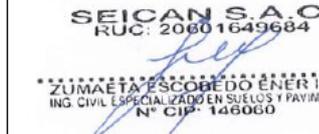
  
 TDM ASFALTOS S.A.C.  
 Alexander Castillo

La información contenida en este documento se basa en ensayos adecuados, seguros y correctos. Las recomendaciones, rendimientos y sugerencias no constituyen garantías ya que, al estar fuera de nuestro alcance controlar las condiciones de aplicación, no nos responsabilizamos por daños, perjuicios o pérdidas ocasionadas por el uso inadecuado de los productos.

TDM ASFALTOS se reserva el derecho de efectuar cambios con el objeto de adaptar este producto a las más modernas tecnologías.

Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín- Lurín. Teléfono (511)6169311 Fax: 6169313

## Anexo 5. Ensayos de caracterización del material granular

	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>			SEICAN-LAB-FOR-01																																																																																																																																																																																																																																		
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> MTC E 107 - 2016, MTC E 204 - 2016			Revisión: 01																																																																																																																																																																																																																																		
				Fecha: 02/01/2024																																																																																																																																																																																																																																		
				Página: 1 de 1																																																																																																																																																																																																																																		
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>																																																																																																																																																																																																																																						
<b>NOMBRE DE TESIS :</b>		INFLUENCIA DE LA DEMORA DE COMPACTACIÓN EN LA RESISTENCIA DE UN MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA																																																																																																																																																																																																																																				
<b>ESTUDIANTE :</b>		DENIS WILLIAN VALDIVIA FLORES		<b>LABORATORIO :</b> SEICAN																																																																																																																																																																																																																																		
<b>UNIVERSIDAD :</b>		CESAR VALLEJO		<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO :</b> HUARMEY - ANCASH																																																																																																																																																																																																																																		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>																																																																																																																																																																																																																																						
<b>Cantera :</b>		GAVIOTAS		<b>N° de Registro:</b> LAB-SEI-CGAV-M1-1																																																																																																																																																																																																																																		
<b>Kilometro :</b>		-		<b>Hecho por:</b> Tec. Jorge Silva Ramirez																																																																																																																																																																																																																																		
<b>Muestra :</b>		M-1		<b>Fecha de Ensayo:</b> 07/02/24																																																																																																																																																																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">TAMICES</th> <th colspan="3">MATERIAL RETENIDO</th> <th>MATERIAL QUE PASA (%)</th> <th colspan="2">ESPECIFICACIONES</th> <th rowspan="2">DESCRIPCION DE LA MUESTRA</th> </tr> <tr> <th>Pulg.</th> <th>mm</th> <th>PESO (g)</th> <th>PARCIAL (%)</th> <th>ACUMULADO (%)</th> <th></th> <th>MIN. (%)</th> <th>MAX. (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3"</td> <td>76.20</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>PESO INICIAL : 19,100.0g</td> </tr> <tr> <td>2 1/2"</td> <td>63.50</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>PORCION FINOS : 301.9 g</td> </tr> <tr> <td>2"</td> <td>50.80</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>100.0</td> <td></td> <td></td> <td>% DE HUMEDAD : 1.6</td> </tr> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>38.10</td> <td>422.8</td> <td>2.2</td> <td>2.2</td> <td>97.8</td> <td></td> <td></td> <td>TAMAÑO MAXIMO : 2"</td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>25.40</td> <td>1378.6</td> <td>7.2</td> <td>9.4</td> <td>90.6</td> <td></td> <td></td> <td>% DE GRAVA : 42.3</td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>19.05</td> <td>1058.2</td> <td>5.5</td> <td>14.9</td> <td>85.1</td> <td></td> <td></td> <td>% DE ARENA : 49.0</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>12.70</td> <td>1519.7</td> <td>8.0</td> <td>22.9</td> <td>77.1</td> <td></td> <td></td> <td>% PASANTE N° 200 : 8.7</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>9.53</td> <td>1194.3</td> <td>6.3</td> <td>29.2</td> <td>70.8</td> <td></td> <td></td> <td>L.L. : 27%</td> </tr> <tr> <td>1/4"</td> <td>6.35</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>L.P. : 19%</td> </tr> <tr> <td>N° 4</td> <td>4.75</td> <td>2506.5</td> <td>13.1</td> <td>42.3</td> <td>57.7</td> <td></td> <td></td> <td>I.P. : 8%</td> </tr> <tr> <td>N° 8</td> <td>2.36</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° 10</td> <td>2.00</td> <td>41.82</td> <td>8.0</td> <td>50.3</td> <td>49.7</td> <td></td> <td></td> <td>CLASIFIC. SUCS : SP-5C</td> </tr> <tr> <td>N° 16</td> <td>1.19</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>CLASIF. AASHTO : A-2-4 (0)</td> </tr> <tr> <td>N° 20</td> <td>0.85</td> <td>38.10</td> <td>7.3</td> <td>57.6</td> <td>42.4</td> <td></td> <td></td> <td>D<sub>10</sub> 0.080 C<sub>u</sub> 66.96</td> </tr> <tr> <td>N° 30</td> <td>0.60</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>D<sub>30</sub> 0.392 C<sub>c</sub> 0.36</td> </tr> <tr> <td>N° 40</td> <td>0.42</td> <td>61.47</td> <td>11.7</td> <td>69.3</td> <td>30.7</td> <td></td> <td></td> <td>D<sub>40</sub> 5.367</td> </tr> <tr> <td>N° 50</td> <td>0.30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>OBSERVACIONES:</td> </tr> <tr> <td>N° 60</td> <td>0.25</td> <td>29.03</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° 80</td> <td>0.18</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° 100</td> <td>0.15</td> <td>26.40</td> <td>5.0</td> <td>79.8</td> <td>20.2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° 140</td> <td>0.11</td> <td>36.23</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° 200</td> <td>0.074</td> <td>24.07</td> <td>4.6</td> <td>91.3</td> <td>8.7</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">BANDEJA</td> <td>44.78</td> <td>8.6</td> <td>99.9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							TAMICES		MATERIAL RETENIDO			MATERIAL QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA	Pulg.	mm	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)		MIN. (%)	MAX. (%)	3"	76.20							PESO INICIAL : 19,100.0g	2 1/2"	63.50							PORCION FINOS : 301.9 g	2"	50.80				100.0			% DE HUMEDAD : 1.6	1 1/2"	38.10	422.8	2.2	2.2	97.8			TAMAÑO MAXIMO : 2"	1"	25.40	1378.6	7.2	9.4	90.6			% DE GRAVA : 42.3	3/4"	19.05	1058.2	5.5	14.9	85.1			% DE ARENA : 49.0	1/2"	12.70	1519.7	8.0	22.9	77.1			% PASANTE N° 200 : 8.7	3/8"	9.53	1194.3	6.3	29.2	70.8			L.L. : 27%	1/4"	6.35							L.P. : 19%	N° 4	4.75	2506.5	13.1	42.3	57.7			I.P. : 8%	N° 8	2.36								N° 10	2.00	41.82	8.0	50.3	49.7			CLASIFIC. SUCS : SP-5C	N° 16	1.19							CLASIF. AASHTO : A-2-4 (0)	N° 20	0.85	38.10	7.3	57.6	42.4			D <sub>10</sub> 0.080 C <sub>u</sub> 66.96	N° 30	0.60							D <sub>30</sub> 0.392 C <sub>c</sub> 0.36	N° 40	0.42	61.47	11.7	69.3	30.7			D <sub>40</sub> 5.367	N° 50	0.30							OBSERVACIONES:	N° 60	0.25	29.03							N° 80	0.18								N° 100	0.15	26.40	5.0	79.8	20.2				N° 140	0.11	36.23							N° 200	0.074	24.07	4.6	91.3	8.7				BANDEJA		44.78	8.6	99.9				
TAMICES		MATERIAL RETENIDO			MATERIAL QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA																																																																																																																																																																																																																														
Pulg.	mm	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)		MIN. (%)	MAX. (%)																																																																																																																																																																																																																															
3"	76.20							PESO INICIAL : 19,100.0g																																																																																																																																																																																																																														
2 1/2"	63.50							PORCION FINOS : 301.9 g																																																																																																																																																																																																																														
2"	50.80				100.0			% DE HUMEDAD : 1.6																																																																																																																																																																																																																														
1 1/2"	38.10	422.8	2.2	2.2	97.8			TAMAÑO MAXIMO : 2"																																																																																																																																																																																																																														
1"	25.40	1378.6	7.2	9.4	90.6			% DE GRAVA : 42.3																																																																																																																																																																																																																														
3/4"	19.05	1058.2	5.5	14.9	85.1			% DE ARENA : 49.0																																																																																																																																																																																																																														
1/2"	12.70	1519.7	8.0	22.9	77.1			% PASANTE N° 200 : 8.7																																																																																																																																																																																																																														
3/8"	9.53	1194.3	6.3	29.2	70.8			L.L. : 27%																																																																																																																																																																																																																														
1/4"	6.35							L.P. : 19%																																																																																																																																																																																																																														
N° 4	4.75	2506.5	13.1	42.3	57.7			I.P. : 8%																																																																																																																																																																																																																														
N° 8	2.36																																																																																																																																																																																																																																					
N° 10	2.00	41.82	8.0	50.3	49.7			CLASIFIC. SUCS : SP-5C																																																																																																																																																																																																																														
N° 16	1.19							CLASIF. AASHTO : A-2-4 (0)																																																																																																																																																																																																																														
N° 20	0.85	38.10	7.3	57.6	42.4			D <sub>10</sub> 0.080 C <sub>u</sub> 66.96																																																																																																																																																																																																																														
N° 30	0.60							D <sub>30</sub> 0.392 C <sub>c</sub> 0.36																																																																																																																																																																																																																														
N° 40	0.42	61.47	11.7	69.3	30.7			D <sub>40</sub> 5.367																																																																																																																																																																																																																														
N° 50	0.30							OBSERVACIONES:																																																																																																																																																																																																																														
N° 60	0.25	29.03																																																																																																																																																																																																																																				
N° 80	0.18																																																																																																																																																																																																																																					
N° 100	0.15	26.40	5.0	79.8	20.2																																																																																																																																																																																																																																	
N° 140	0.11	36.23																																																																																																																																																																																																																																				
N° 200	0.074	24.07	4.6	91.3	8.7																																																																																																																																																																																																																																	
BANDEJA		44.78	8.6	99.9																																																																																																																																																																																																																																		
<b>CURVA GRANULOMETRICA</b>																																																																																																																																																																																																																																						
																																																																																																																																																																																																																																						
<b>ELABORADO POR:</b>		<b>APROBADO POR:</b>		<b>APROBADO POR:</b>																																																																																																																																																																																																																																		
 <p>SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684</p> <p>JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS</p>		 <p>SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684</p> <p>ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060</p>		 <p>SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684</p> <p>ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060</p>																																																																																																																																																																																																																																		
FIN DEL DOCUMENTO																																																																																																																																																																																																																																						





CONTROL DE CALIDAD

SEICAN-LAB-FOR-03

DETERMINACIÓN DE LÍMITES LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD  
MTC E 110 - 2016, MTC E 111 - 2016

Revisión: 01

Fecha: 02/01/2024

Página: 1 de 1



CERTIFICADO  
N°: 0820Q386722

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE TESIS : INFLUENCIA DE LA DEMORA DE COMPACTACIÓN EN LA RESISTENCIA DE UN MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

ESTUDIANTE : DENIS WILLIAN VALDIVIA FLORES

LABORATORIO : SEICAN

UNIVERSIDAD : CESAR VALLEJO

UBICACIÓN DEL PROYECTO : HUARMEY - ANCASH

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : GAVIOTAS

N° de Registro: LAB-SEI-CGAV-M1-3

Kilometro : -

Hecho por: Jorge Silva Ramirez

Muestra : M-1

Fecha de Ensayo: 08/02/24

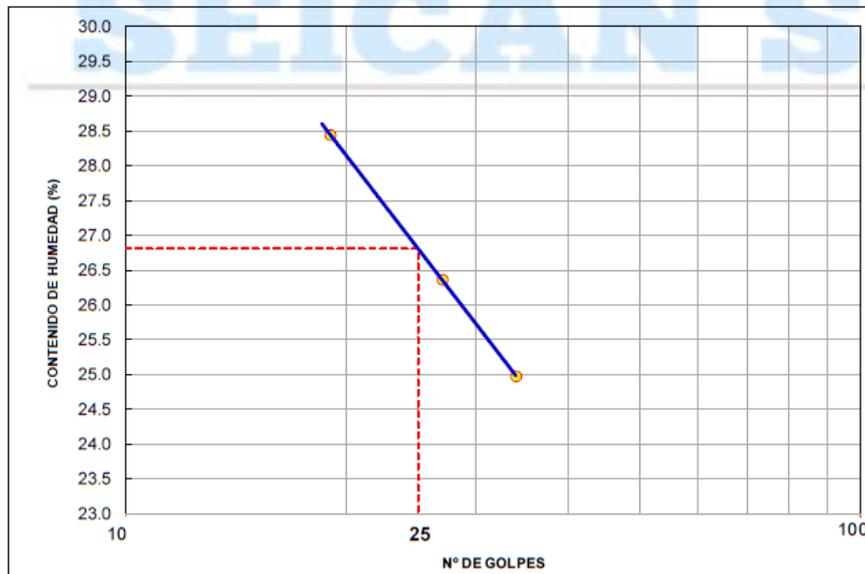
LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2016

NUMERO DE GOLPES, N		34	27	19
N° DEL DEPOSITO		R-61	R-87	R-126
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO	(g)	28.15	27.32	24.91
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO	(g)	25.90	24.90	23.03
PESO DEL AGUA	(g)	2.25	2.42	1.88
PESO DEL DEPOSITO	(g)	16.89	15.72	16.42
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.01	9.18	6.61
CONTENIDO DE AGUA	(%)	24.97	26.36	28.44

LIMITE PLÁSTICO (LP) MTC E 111-2016

N° DEL DEPOSITO		R-73	R-142
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO	(g)	22.17	22.21
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO	(g)	21.24	21.36
PESO DEL AGUA	(g)	0.93	0.85
PESO DEL DEPOSITO	(g)	16.28	16.78
PESO DEL SUELO SECO	(g)	4.96	4.58
CONTENIDO DE AGUA	(%)	18.75	18.56



L.L. = 27 %

L.P. = 19 %

I. P. = 8 %

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:

SEICAN S.A.C.  
RUC: 20601649684

JORGE ELIT SILVA RAMIREZ  
TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

APROBADO POR:

SEICAN S.A.C.  
RUC: 20601649684

ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN  
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
N° CIP: 146060

APROBADO POR:

SEICAN S.A.C.  
RUC: 20601649684

ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN  
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
N° CIP: 146060

FIN DEL DOCUMENTO

	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	SEICAN-LAB-FOR-004	
	COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTCE 115 - 2016	Revisión: 01	
		Fecha: 02/01/2024	
		Página: 1 de 1	

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**NOMBRE DE TESIS :** INFLUENCIA DE LA DEMORA DE COMPACTACIÓN EN LA RESISTENCIA DE UN MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

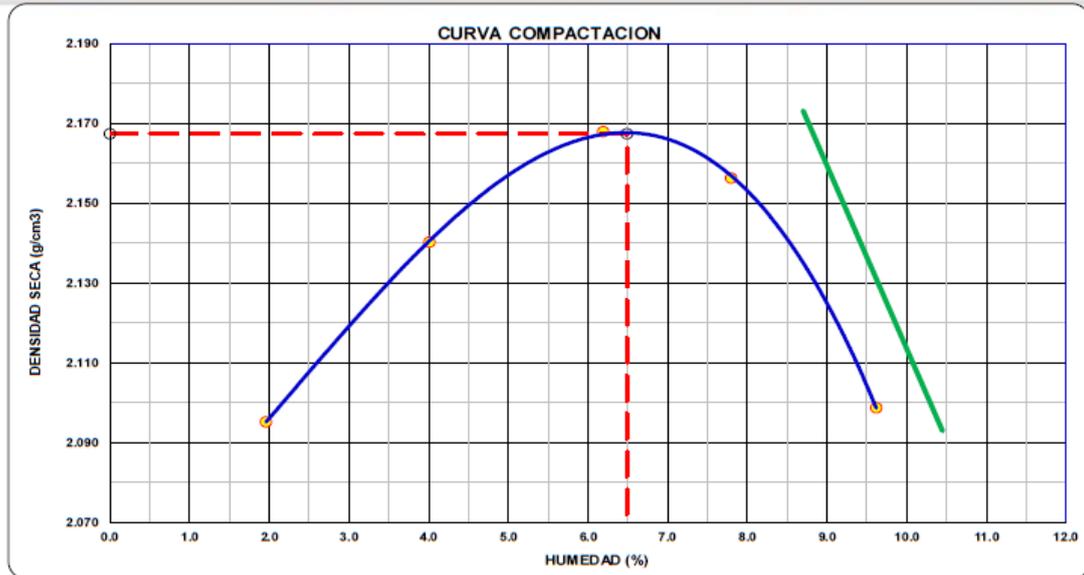
**ESTUDIANTE :** DENIS WILLIAN VALDIVIA FLORES      **LABORATORIO :** SEICAN  
**UNIVERSIDAD :** CESAR VALLEJO      **UBICACIÓN DEL PROYECTO :** HUARMEY - ANCASH

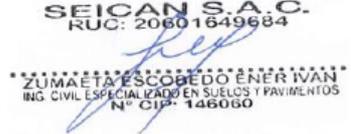
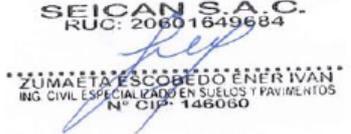
**DATOS DE LA MUESTRA**

**Cantera :** GAVIOTAS      **N° de Registro:** LAB-SEI-CGAV-M1-4  
**Kilometro :** -      **Hecho por:** Jorge Silva Ramirez  
**Muestra :** M-1      **Fecha de Ensayo:** 09/02/24

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

<b>METODO DE COMPACTACION :</b>	C	<b>VOLUMEN DEL MOLDE :</b>	2105 cm <sup>3</sup>	<b>MOLDE N° :</b>	1	
<b>COMPACTACION</b>						
<b>N° ENSAYO</b>		1	2	3	4	5
<b>PESO MOLDE + SUELO</b> (g)		11471.0	11660.0	11820.0	11867.0	11817.0
<b>PESO MOLDE</b> (g)		6974.0	6974.0	6974.0	6974.0	6974
<b>PESO SUELO COMPACTADO</b> (g)		4497.0	4686.0	4846.0	4893.0	4843
<b>DENSIDAD HUMEDA</b> (g/cm <sup>3</sup> )		2.136	2.226	2.302	2.324	2.301
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
<b>RECIPIENTE N°</b>		1	2	3	4	5
<b>PESO SUELO HUMEDO + TARA</b> (g)		530.7	510.6	524.7	528.0	470.6
<b>PESO SUELO SECO + TARA</b> (g)		520.5	490.9	494.1	489.8	429.3
<b>PESO DEL AGUA</b> (g)		10.2	19.7	30.6	38.2	41.3
<b>PESO DEL RECIPIENTE</b> (g)		0.0	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital			
<b>PESO DEL SUELO SECO</b> (g)		520.5	490.9	494.1	489.8	429.3
<b>CONTENIDO HUMEDAD</b> (%)		2.0	4.0	6.2	7.8	9.6
<b>DENSIDAD SECA</b> (gr/cm <sup>3</sup> )		2.095	2.140	2.168	2.156	2.099
<b>CURVA DE SATURACIÓN</b>		10.4	9.4	8.8	9.1	10.3
<b>G. ESPECIFICA</b>	2.680 gr/cm <sup>3</sup>	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	2.167 gr/cm <sup>3</sup>	<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	6.5 %	



<b>ELABORADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
 <b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>JORGE ELIT SILVA RAMIREZ</b> TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	 <b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN</b> ING CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	 <b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN</b> ING CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
FIN DEL DOCUMENTO		

	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	SEICAN-LAB-FOR-10	 <b>CERTIFICADO</b> N°: 0820Q386722
	<b>PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS MTC E 203 - 2016</b>	Revisión: 01	
		Fecha: 02/01/2024	
		Página: 1 de 1	

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

<b>NOM. DEL PROYECTO :</b>	INFLUENCIA DE LA DEMORA DE COMPACTACIÓN EN LA RESISTENCIA DE UN MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA		
<b>CLIENTE :</b>	CONSORCIO VIAL SULLANA - TAMBOGRANDE	<b>LABORATORIO :</b> SEICAN SAC	
<b>SOLICITANTE :</b>	FLK INTERNATIONAL INC	<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO :</b> SULLANA	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
<b>Cantera :</b>	GAVIOTAS	<b>N° de Registro:</b> LAB-SEI-CGAV-M1-5	
<b>Kilometro :</b>	-	<b>Hecho por:</b> Jorge Silva Ramirez	
<b>Muestra :</b>	M-1	<b>Fecha de Ensayo:</b> 12/02/24	

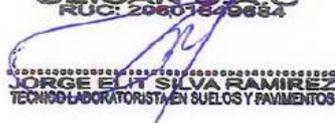
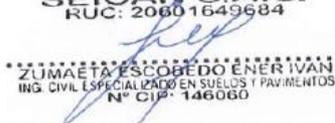
**AGREGADO INTEGRAL SIN VARILLAR**

		IDENTIFICACION			Promedio
		1	2	3	
<b>MATERIAL :</b>					
<b>CALICATA :</b>					
<b>PROGRESIVA :</b>					
Peso del recipiente + muestra	(g)	63110	63039	63082	
Peso del recipiente	(g)	16680	16680	16680	
Peso de la muestra	(g)	46430	46359	46402	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	26689	26689	26689	
Peso unitario suelto seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.740	1.737	1.739	1.739

**AGREGADO INTEGRAL VARILLADO**

		IDENTIFICACION			Promedio
		1	2	3	
<b>MATERIAL :</b>					
<b>CALICATA :</b>					
<b>PROGRESIVA :</b>					
Peso del recipiente + muestra	(g)	68050	68176	68321	
Peso del recipiente	(g)	16680	16680	16680	
Peso de la muestra	(g)	51370	51496	51641	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	26689	26689	26689	
Peso unitario compactado seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.925	1.929	1.935	1.930

<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
 <b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>JORGE EUT SILVA RAMIREZ</b> TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	 <b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN</b> ING CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	 <b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN</b> ING CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
FIN DEL DOCUMENTO		

	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>		SEICAN-LAB-FOR-006	
	<b>ABRASION LOS ANGELES</b>		Revisión: 01	
	<b>MTC E 207-2016</b>		Fecha: 02/01/2023	
			Página: 1 de 1	
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>				
NOMBRE DE TESIS : INFLUENCIA DE LA DEMORA DE COMPACTACIÓN EN LA RESISTENCIA DE UN MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA				
ESTUDIANTE : DENIS WILLIAN VALDIVIA FLORES		LABORATORIO : SEICAN SAC		
UNIVERSIDAD : CESAR VALLEJO		UBICACIÓN DEL PROYECTO : HUARMEY - ANCASH		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>				
Cantera :	GAVIOTAS	Nº de Registro:	LAB-SEI-CGAV-M1-6	
Kilometro	-	Hecho por:	Jorge Silva R	
Muestra :	M-1	Fecha de Ensayo:	12/02/24	
MUESTRA Nº		1	2	PROMEDIO
GRADUACION		A	A	
3"	2½"	-	-	
2½"	2"	-	-	
2"	1½"	-	-	
1½"	1"	1256.1	1246.1	
1"	¾"	1249.2	1248.4	
¾"	½"	1245.3	1251.8	
½"	3/8"	1247.7	1249.3	
PESO INICIAL (g)		4998.3	4995.6	
PESO FINAL (g)		4072.5	4065.7	
TOTAL DESGASTE (g)		925.8	929.9	
% DESGASTE		18.5	18.6	<b>18.6</b>
ELABORADO POR:		APROBADO POR:		APROBADO POR:
 <b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>JORGE ELIT SILVA RAMIREZ</b> <small>TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS</small>		 <b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN</b> <small>ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS Nº CIP: 146060</small>		 <b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN</b> <small>ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS Nº CIP: 146060</small>
FIN DEL DOCUMENTO				

	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>		SEICAN-LAB-FOR-018		
	<b>ENSAYO: MATERIA ORGANICA</b>		Revisión: 01		
	<b>MTC E-118 - 2016</b>		Fecha: 02/01/2023		
			Página: 1 de 1		
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>					
<b>NOMBRE DE TESIS :</b> INFLUENCIA DE LA DEMORA DE COMPACTACIÓN EN LA RESISTENCIA DE UN MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA					
<b>ESTUDIANTE :</b> DENIS WILLIAN VALDIVIA FLORES			<b>LABORATORIO :</b> SEICAN SAC		
<b>UNIVERSIDAD :</b> CESAR VALLEJO			<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO :</b> HUARMEY - ANCASH		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
<b>Cantera :</b> GAVIOTAS		<b>N° de Registro:</b> LAB-SEI-CGAV-M1-7			
<b>Kilometro</b> :		<b>Hecho por:</b> Jorge Silva Ramirez			
<b>Muestra :</b> M-1		<b>Fecha de Ensayo:</b> 13/02/24			
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Ensayos</b>			<b>Promedio</b>
Crisol		N°	1	2	
Peso del Crisol y suelo seco, antes de ignición ( A )		gr.	55.37	60.32	
Peso del Crisol y suelo seco, después de ignición ( B )		gr.	55.12	60.06	
Peso de materia orgánica ( A - B )		gr.	0.25	0.26	
Peso del Crisol ( C )		gr.	25.29	30.25	
Peso del suelo seco neto ( B - C )		gr.	29.83	29.81	
Contenido de Materia orgánica ( A - B ) / ( B - C ) x 100		%	<b>0.8</b>	<b>0.9</b>	<b>0.9</b>
<p><b>5. CÁLCULOS</b></p> <p>5.1 El contenido orgánico deberá expresarse como un porcentaje del peso del suelo secado en el horno (después de la ignición) y deberá calcularse así:</p> $\% \text{ de materia orgánica} = \frac{A - B}{B - C} \times 100$ <p>Donde:</p> <p>A = Peso del crisol o plato de evaporación y del suelo seco al horno antes de la ignición.  B = Peso del crisol o plato de evaporación y del suelo seco después de la ignición.  C = Peso del crisol o plato de evaporación, con aproximación a 0.01 gramos.</p> <p>5.2 Calcúlese el porcentaje del contenido orgánico con aproximación al 0.1%.</p>					
<small>ELABORADO POR:</small>		<small>APROBADO POR:</small>		<small>APROBADO POR:</small>	
 <p><b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>JORGE ELY SILVA RAMIREZ</b> TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS</p>		 <p><b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN</b> ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060</p>		 <p><b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN</b> ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060</p>	
FIN DEL DOCUMENTO					

	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	SEICAN-LAB-FOR-11	
	<b>DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO MTC E 209-2016</b>	Revisión: 01	
		Fecha: 02/01/2024	
		Página: 1 de 1	

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**NOMBRE DE TESIS :** INFLUENCIA DE LA DEMORA DE COMPACTACIÓN EN LA RESISTENCIA DE UN MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

**ESTUDIANTE :** DENIS WILLIAN VALDIVIA FLORES

**LABORATORIO :** SEICAN SAC

**UNIVERSIDAD :** CESAR VALLEJO

**UBICACIÓN DEL PROYECTO :** HUARMEY - ANCASH

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Cantera</b>	: GAVIOTAS	<b>N° de Registro :</b>	LAB-SEI-CGAV-M1-8
<b>Kilometro</b>	: -	<b>Hecho por :</b>	Jorge Silva Ramirez
<b>Muestra</b>	: M-1	<b>Fecha de Ensayo :</b>	14/02/24

**AGREGADO GRUESO**

TAMAÑO DE MALLA		ESCALONA DO ORIGINAL (%)	PESO DE FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO (g)	PESO DE FRACCIONES DESPUES DEL ENSAYO (g)	PERDIDA		% PERDIDAS CORREGIDAS
PASA	RETIENE				PESO (g)	%	
2 1/2"	2"						
2"	1 1/2"	7.5	1542.5	1534.40	8.10	0.53	0.04
1 1/2"	1"	24.7	1534.4	1523.10	11.30	0.74	0.18
1"	3/4"	18.8	674.8	659.20	15.60	2.31	0.44
3/4"	1/2"	27.4	671.6	641.60	30.00	4.47	1.22
1/2"	3/8"	21.6	302.1	287.50	14.60	4.83	1.04
3/8"	N° 04						
<b>TOTALES</b>							<b>2.92</b>

**AGREGADO FINO**

TAMAÑO DE MALLA		ESCALONA DO ORIGINAL (%)	PESO DE FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO (g)	PESO DE FRACCIONES DESPUES DEL ENSAYO (g)	PERDIDA		% PERDIDAS CORREGIDAS
PASA	RETIENE				PESO (g)	%	
3/8"	N° 04	1.1	100.1	68.50	31.60	31.57	0.34
N° 04	N° 08	2.1	100.4	67.50	32.90	32.77	0.69
N° 08	N° 16	1.1	101.4	67.10	34.30	33.83	0.38
N° 16	N° 30	2.5	100.9	66.70	34.20	33.89	0.86
N° 30	N° 50	2.1	100.4	66.10	34.30	34.16	0.72
N° 50	N° 100	2.9	100.3	64.80	35.50	35.39	1.03
N° 100		25.3					
<b>TOTALES</b>							<b>4.01</b>

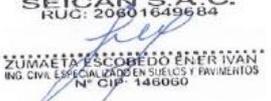
Observaciones:

<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
 <b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>JORGE ELIT SILVA RAMIREZ</b> TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	 <b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>ZUJMAETA ESCOBEDO ENER IVAN</b> ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	 <b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>ZUJMAETA ESCOBEDO ENER IVAN</b> ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
FIN DEL DOCUMENTO		

	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	SEICAN-LAB-FOR-16	 <b>CERTIFICADO</b> N°:0820Q386722
	<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SULFATOS</b> NTP 339.074	Revisión: 01 Fecha: 02/01/2024	
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>			
<b>NOMBRE DE TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LA DEMORA DE COMPACTACIÓN EN LA RESISTENCIA DE UN MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA		
<b>ESTUDIANTE :</b>	DENIS WILLIAN VALDIVIA FLORES	<b>LABORATORIO :</b> SEICAN SAC	
<b>UNIVERSIDAD :</b>	CESAR VALLEJO	<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO :</b> HUARMEY - ANCASH	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
<b>Cantera :</b>	GAVIOTAS	<b>N° de Registro :</b>	LAB-SEI-CGAV-M1-9
<b>Kilometro</b>	-	<b>Hecho por:</b>	Jorge Silva Ramirez
<b>Muestra :</b>	M-1	<b>Fecha de Ensayo:</b>	15/02/24

<b>ENSAYO DE SULFATOS SOLUBLES EN LOS AGEGADOS GRUESOS Y FINOS</b>
--

		Agregado Fino	Agregado Grueso
1	VOLUMEN DE AGUA DESTILADA (ml)	300	
2	PESO DE SUELO SECO (g)	100	
3	NUMERO DE CRISOL	9	7
4	PESO DEL CRISOL (g)	62.4796	61.4268
5	PESO DEL CRISOL + RESIDUO DE SULFATOS (g)	62.4931	61.4362
6	PESO DE RESIDUO DE SULFATOS (g)	0.014	0.009
7	VOLUMEN DE LA SOLUCION TOMADA (ml)	30.000	30.000
8	PESO DE LA MUESTRA EN VOLUMEN DE SOLUCION (g)	10.000	10.000
9	CONCENTRACIÓN DE IÓN SULFATO (p.p.m.)	555.525	386.810
10	CONTENIDO DE SULFATOS (%)	0.056	0.039

<b>ELABORADO POR:</b>  <b>SEICAN SAC</b> RUC: 20601649684 <b>JORGE ELIT SILVA RAMIREZ</b> TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>REVISADO POR:</b>  <b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN</b> ING CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	<b>APROBADO POR:</b>  <b>SEICAN S.A.C.</b> RUC: 20601649684 <b>ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN</b> ING CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
FIN DEL DOCUMENTO		

## Anexo 6. Diseño de mezcla de material estabilizado con emulsión asfáltica

	CONTROL DE CALIDAD	<b>SEICAN-LAB-MAF-01</b>
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA	Revisión: 0
		Fecha: 05-01-2022

### DISEÑO TENTATIVO DE MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA METODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO

NOMBRE DE LA TESIS : INFLUENCIA DE LA DEMORA DE COMPACTACIÓN EN LA RESISTENCIA DE UN MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

UBICACIÓN : HUARMEY - ANCASH	REGISTRO : DIS-MEEA-11/2024
ESTUDIANTE : DENIS WILLIAN VALDIVIA FLORES	FECHA : MARZO 2024
UNIVERSIDAD : CESAR VALLEJO	PAGINA : 1 de 7

#### 1.- MATERIAL EMPLEADO

Material granular de la Cantera "GAVIOTAS"

#### 2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de emulsion asfaltica : CSS-1h (Residuo asfaltico 60.0%)  
 Óptimo de Emulsión Asfáltica (%) (\*) : 4.2%  
 Asfalto Residual en el Óptimo de Emulsión Asfáltica (%) : 2.5%

#### 3.- AGUA

Agua añadida a la mezcla (%) : 3.2%  
 Agua total en la mezcla (%) : 6.5%  
 Agua de compactación (%) : 5.7%

#### 5.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

N° DE GOLPES	50					OPTIMO
CONTENIDO DE EMULSIÓN ASFÁLTICA AÑADIDA (%)	2.5%	3.3%	4.2%	5.0%	5.8%	4.2%
ASFALTO RESIDUAL DE LA EMULSIÓN AÑADIDA (%)	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%	3.5%	2.5%
DENSIDAD SECA BULK (gr/cm <sup>3</sup> )	2.168	2.192	2.202	2.197	2.172	2.202
DENSIDAD HUMEDA BULK (gr/cm <sup>3</sup> )	2.232	2.254	2.258	2.252	2.224	2.262
ESTABILIDAD MODIFICADA SECA (kg-f)	869	1,142	1,297	1,101	920	1,245
ESTABILIDAD MODIFICADA HUMEDA (kg-f)	507	784	974	912	790	952
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	41.6	31.3	24.9	17.2	14.1	23.9
FLUENCIA 0.01 pulg (0.25 mm)	10.5	12.3	13.4	14.3	14.8	13.5
ABSORCIÓN DE AGUA (%)	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5
VACIOS TOTALES (%)	13.6	13.2	12.7	12.3	11.8	12.7
RECUBRIMIENTO DE LOS AGREGADOS (%)	90	95	95	100	100	>95

#### 6.- DOSIFICACIÓN

Material Granular de cantera Gaviotas	: 1,739.0 Kg/m <sup>3</sup>	1.0 m <sup>3</sup>
Emulsión Asfáltica	: 72.5 Kg/m <sup>3</sup>	19.1 gl/m <sup>3</sup>
Agua	: 113.0 Kg/m <sup>3</sup>	29.9 gl/m <sup>3</sup>

#### 7.- OBSERVACIONES

- (1) Porcentajes de los materiales expresado en peso de los agregados
  - (2) La tolerancia en el residuo asfáltico es de +/-0.5%.
  - (3) Durante el desarrollo de esta actividad en campo se puede cambiar las cantidades de materiales, dependiendo del clima, exudación, y otros factores que que puedan alterar los resultados deseados y calidad del producto
  - (4) El % de agua de premezclado/dilución son referenciales, se ajustaran a condiciones de obra.
- (\*) respecto al suelo/agregado seco

  
**SEICAN SAC**  
 RUC: 20601649684  
**JORGE ELIT SILVA RAMIREZ**  
 TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**SEICAN S.A.C.**  
 RUC: 20601649684  
**ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN**  
 ING CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 N° CIP: 146060



	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>SEICAN-LAB-MAF-02</b>
	<b>METODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO</b>	Revisión: 0
	<b>ASTM D 1559</b>	Fecha: 05-01-2022

**DISEÑO TENTATIVO DE MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA  
METODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO  
(HOJA DE CALCULO)**

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA DEMORA DE COMPACTACIÓN EN LA RESISTENCIA DE UN MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

UBICACIÓN : HUARMEY - ANCASH

SOLICITANTE : DENIS WILLIAN VALDIVIA FLORES

DISEÑO : CESAR VALLEJO

REGISTRO : DIS-MEEA-11/2024

FECHA : MARZO 2024

PAGINA : 3 de 7

EMULSIÓN ASFÁLTICA AÑADIDA		AGREGADOS	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1h	Material granular de la Cantera "GAVIOTAS"	100.0
Residuo Asfáltico en la emulsión (%)	60.0	P.U. Suelto de la Mezcla (Kg/m <sup>3</sup> )	1739
Gravedad específica del asfalto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.00	Máxima Densidad Seca (Proctor Modificado) (Kg/m <sup>3</sup> )	2167
Emulsión Asfáltica (%)	2.5	Humedad Óptima (Proctor Modificado) (%)	6.5
Asfalto residual en la mezcla (%)	1.5		

FECHAS		MEZCLA Y COMPACTACION	
Fecha de Moldeo	04/03/24	Agua añadida a la mezcla (%)	3.9
Fecha de Rotura (Estabilidad Seca)	05/03/24	Agua total en la mezcla (%)	6.5
Fecha de Rotura (Estabilidad Saturada)	06/03/24	Agua de compactación (%)	6.0

DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
	1	2	PROM.	3	4	PROM.
<b>DENSIDAD BULK</b>						
1. Peso de la probeta en aire (gr.)	1118.3	1121.5	---	---	---	---
2. Peso de la probeta en agua (gr.)	638.3	638.5	---	---	---	---
3. Peso de la probeta SSD (gr.)	1138.4	1141.8	---	---	---	---
4. Volumen por desplazamiento (cm <sup>3</sup> )	500	503	---	---	---	---
5. Densidad.Húmeda Bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	2.236	2.228	2.232	---	---	---
6. Densidad.Seca Bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	2.172	2.163	2.168	---	---	---
<b>Estabilidad ( 22.2 °C )</b>						
1. Lectura del anillo	172	175	---	94	91	---
1. Estabilidad (Kg-f)	829	842	---	494	481	---
2. Factor de correccion	1.04	1.04	---	1.04	1.04	---
3. Estabilidad corregida (Kg-f)	862	875	869	514	500	507
5. Flujo 0.01 pulg. (0.25 mm)	10.4	10.6	10.5	11.1	11.0	11.1
6. Flujo mm	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8
7. Pérdida de Estabilidad (%)	41.6					
<b>Contenido de Humedad</b>						
1. Peso muestra húmeda (gr.)	864.8	878.0	---	848.6	858.3	---
2. Peso de muestra seca (gr.)	821.0	832.9	---	811.3	819.6	---
3. Tara (gr.)	0.0	0.0	---	0.0	0.0	---
4. Contenido de Humedad (%)	2.9	3.0	3.0	4.6	4.7	4.7
5. Humedad Absorbida	---	---	---	---	---	1.7
<b>Contenido de Vacíos</b>						
1. Máximo total de vacíos (%)	13.6	13.7	13.6	---	---	---

SEICAN S.A.C.  
RUC: 20601849684

  
**JORGE EUT SILVA RAMIREZ**  
 TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

SEICAN S.A.C.  
RUC: 20601649684

  
**ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN**  
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 N° CIP: 146060









## Anexo 7. Resultados de estabilidad Marshall de probetas moldeadas en diferentes tiempos de demora de compactación

	CONTROL DE CALIDAD	<b>SEICAN-LAB-MAF-02</b>
	<b>METODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO</b>	Revisión: 0
	ASTM D 1559	Fecha: 05-01-2022

### PROBETAS COMPACTADAS DESPUÉS DE 15 MINUTOS DE MEZCLADO METODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (HOJA DE CALCULO)

TESIS : INFLUENCIA DE LA DEMORA DE COMPACTACIÓN EN LA RESISTENCIA DE UN MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA  
 UBICACIÓN : HUARMY - ANCASH REGISTRO : EMARS-ENS-01/2024  
 ESTUDIANTE : DENIS WILLIAN VALDIVIA FLORES FECHA : MARZO 2024  
 UNIVERSIDAD : CESAR VALLEJO PAGINA : 1 de 1

EMULSIÓN ASFÁLTICA AÑADIDA		AGREGADOS	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1h	Material granular de la Cantera "GAVIOTAS"	100.0
Residuo Asfáltico en la emulsión (%)	60.0	P.U. Suelto de la Mezcla (Kg/m <sup>3</sup> )	1739
Gravedad específica del asfalto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.00	Máxima Densidad Seca (Proctor Modificado) (Kg/m <sup>3</sup> )	2167
Emulsión Asfáltica (%)	4.2	Humedad Óptima (Proctor Modificado) (%)	6.5
Asfalto residual en la mezcla (%)	2.5		

FECHA DE MEZCLA	11/03/24	HORA: 9:33
FECHA DE MOLDEO	11/03/24	HORA: 9:48
Fecha de Rotura (Estabilidad)	11/03/24	HORA: 16:24

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS OBTENIDOS EN ENSAYO MARSHALL					
	1	2	3	4	5	PROM.
<b>Densidad Bulk</b>						
1. Peso de la probeta en aire (gr.)	1123.4	1119.7	1124.3	1126.5	1113.5	---
2. Peso de la probeta en agua (gr.)	641.4	640.3	642.1	641.9	640.4	---
3. Peso de la probeta SSD (gr.)	1140.3	1136.7	1141.4	1144.1	1130.2	---
4. Volumen por desplazamiento (cm <sup>3</sup> )	499	496	499	502	490	---
5. Densidad. Húmeda Bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	2.252	2.256	2.252	2.243	2.273	---
6. Densidad. Seca Bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	2.185	2.188	2.185	2.178	2.207	2.189
<b>Estabilidad ( 22.2 °C )</b>						
1. Lectura del anillo	261	256	260	256	250	---
2. Estabilidad (Kg-f)	1211	1189	1206	1189	1164	---
3. Factor de correccion	1.04	1.04	1.04	1.04	1.09	---
4. Estabilidad corregida (Kg-f)	1259	1237	1255	1237	1268	1251
5. Flujo 0.01 pulg. (0.25 mm)	13.6	13.4	13.5	13.2	13.4	13.4
<b>Contenido de Humedad</b>						
1. Peso muestra húmeda (gr.)	886.6	863.1	870.1	886.5	876.9	---
2. Peso de muestra seca (gr.)	844.6	821.3	828.2	844.3	835.6	---
3. Tara (gr.)	-	-	-	-	-	---
4. Contenido de Humedad (%)	3.0	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0
<b>Contenido de Vacíos</b>						
1. Máximo total de vacíos (%)	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7

SEICAN S.A.C.  
 RUC: 20601649684  
 JORGE ELI SILVA RAMIREZ  
 TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

SEICAN S.A.C.  
 RUC: 20601649684  
 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN  
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 N° CIP: 146060

	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>SEICAN-LAB-MAF-02</b>
	<b>METODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO</b>	Revisión: 0
	<b>ASTM D 1559</b>	Fecha: 05-01-2022

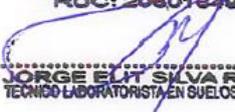
**PROBETAS COMPACTADAS DESPUÉS DE 1 HORA DE MEZCLADO**  
**METODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO**  
**(HOJA DE CALCULO)**

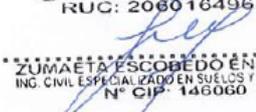
**TESIS** : INFLUENCIA DE LA DEMORA DE COMPACTACIÓN EN LA RESISTENCIA DE UN MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA  
**UBICACIÓN** : HUARMEY - ANCASH **REGISTRO** : EMARS-ENS-02/2024  
**ESTUDIANTE** : DENIS WILLIAN VALDIVIA FLORES **FECHA** : MARZO 2024  
**UNIVERSIDAD** : CESAR VALLEJO **PAGINA** : 1 de 1

EMULSIÓN ASFÁLTICA AÑADIDA		AGREGADOS	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1h	Material granular de la Cantera "GAVIOTAS"	100.0
Residuo Asfáltico en la emulsión (%)	60.0	P.U. Suelto de la Mezcla (Kg/m <sup>3</sup> )	1739
Gravedad específica del asfalto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.00	Máxima Densidad Seca (Proctor Modificado) (Kg/m <sup>3</sup> )	2167
Emulsión Asfáltica (%)	4.2	Humedad Óptima (Proctor Modificado) (%)	6.5
Asfalto residual en la mezcla (%)	2.5		

<b>FECHA DE MEZCLA</b>	11/03/24	<b>HORA</b> : 9:44
<b>FECHA DE MOLDEO</b>	11/03/24	<b>HORA</b> : 10:45
<b>Fecha de Rotura (Estabilidad)</b>	11/03/24	<b>HORA</b> : 17:20

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS OBTENIDOS EN ENSAYO MARSHALL					
	1	2	3	4	5	PROM.
<b>Densidad Bulk</b>						
1. Peso de la probeta en aire (gr.)	1103.1	1112.8	1129.9	1114.8	1125.2	--
2. Peso de la probeta en agua (gr.)	632.2	636.9	634.1	633.8	631.2	--
3. Peso de la probeta SSD (gr.)	1121.4	1131.2	1148.5	1133.4	1143.7	--
4. Volumen por desplazamiento (cm <sup>3</sup> )	489	494	514	500	513	--
5. Densidad.Húmeda Bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	2.255	2.251	2.197	2.231	2.196	--
6. Densidad.Seca Bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	2.191	2.188	2.136	2.168	2.136	2.164
<b>Estabilidad ( 22.2 °C )</b>						
1. Lectura del anillo	211	218	235	221	239	--
2. Estabilidad (Kg-f)	996	1026	1099	1039	1116	--
3. Factor de correccion	1.09	1.09	1.00	1.04	1.00	--
4. Estabilidad corregida (Kg-f)	1086	1119	1099	1081	1116	1100
5. Flujo 0.01 pulg. (0.25 mm)	13.3	13.4	13.2	13.4	13.3	13.3
<b>Contenido de Humedad</b>						
1. Peso muestra húmeda (gr.)	863.7	862.7	844.7	821.3	822.8	--
2. Peso de muestra seca (gr.)	822.1	821.1	803.9	780.4	783.0	--
3. Tara (gr.)	-	-	-	-	-	--
4. Contenido de Humedad (%)	2.9	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9
<b>Contenido de Vacíos</b>						
1. Máximo total de vacíos (%)	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7

**SEICAN S.A.C.**  
 RUC: 20601649684  
  
**JORGE ELIOT SILVA RAMIREZ**  
 TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

**SEICAN S.A.C.**  
 RUC: 20601649684  
  
**ZUMAETA ESCOBEDO ENER WAN**  
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 N° CIP: 146060

	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>SEICAN-LAB-MAF-02</b>
	<b>METODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO</b>	Revisión: 0
	<b>ASTM D 1559</b>	Fecha: 05-01-2022

**PROBETAS COMPACTADAS DESPUÉS DE 4 HORAS DE MEZCLADO  
METODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO  
(HOJA DE CALCULO)**

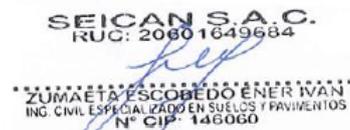
TESIS : INFLUENCIA DE LA DEMORA DE COMPACTACIÓN EN LA RESISTENCIA DE UN MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA  
 UBICACIÓN : HUARMEY - ANCASH REGISTRO : EMARS-ENS-03/2024  
 ESTUDIANTE : DENIS WILLIAN VALDIVIA FLORES FECHA : MARZO 2024  
 UNIVERSIDAD : CESAR VALLEJO PAGINA : 1 de 1

EMULSIÓN ASFÁLTICA AÑADIDA		AGREGADOS	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1h	Material granular de la Cantera "GAVIOTAS"	100.0
Residuo Asfáltico en la emulsión (%)	60.0	P.U. Suelto de la Mezcla (Kg/m <sup>3</sup> )	1739
Gravedad específica del asfalto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.00	Máxima Densidad Seca (Proctor Modificado) (Kg/m <sup>3</sup> )	2167
Emulsión Asfáltica (%)	4.2	Humedad Óptima (Proctor Modificado) (%)	6.5
Asfalto residual en la mezcla (%)	2.5		

FECHA DE MEZCLA	11/03/24	HORA: 9:58
FECHA DE MOLDEO	11/03/24	HORA: 14:02
Fecha de Rotura (Estabilidad)	12/03/24	HORA: 8:10

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS OBTENIDOS EN ENSAYO MARSHALL					
	1	2	3	4	5	PROM.
<b>Densidad Bulk</b>						
1. Peso de la probeta en aire (gr.)	1109.8	1110.8	1119.9	1117.0	1117.6	---
2. Peso de la probeta en agua (gr.)	632.2	635.8	637.4	635.6	636.1	---
3. Peso de la probeta SSD (gr.)	1128.5	1129.6	1138.8	1135.6	1136.6	---
4. Volumen por desplazamiento (cm <sup>3</sup> )	496	494	501	500	501	---
5. Densidad. Húmeda Bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	2.236	2.249	2.234	2.234	2.233	---
6. Densidad. Seca Bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	2.178	2.188	2.175	2.173	2.174	2.177
<b>Estabilidad ( 22.2 °C )</b>						
1. Lectura del anillo	209	201	212	211	210	---
2. Estabilidad (Kg-f)	988	953	1000	996	992	---
3. Factor de correccion	1.04	1.09	1.04	1.04	1.04	---
4. Estabilidad corregida (Kg-f)	1027	1039	1040	1036	1032	1035
5. Flujo 0.01 pulg. (0.25 mm)	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4
<b>Contenido de Humedad</b>						
1. Peso muestra húmeda (gr.)	873.1	862.6	872.8	856.4	846.8	---
2. Peso de muestra seca (gr.)	832.7	821.1	832.0	815.4	806.5	---
3. Tara (gr.)	-	-	-	-	-	---
4. Contenido de Humedad (%)	2.7	2.8	2.7	2.8	2.7	2.7
<b>Contenido de Vacíos</b>						
1. Máximo total de vacíos (%)	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7

  
**SEICAN SAC**  
 RUC: 20601649684  
**JORGE ELIOT SILVA RAMIREZ**  
 TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**SEICAN S.A.C.**  
 RUC: 20601649684  
**ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN**  
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 N° CIP: 146060

	CONTROL DE CALIDAD	<b>SEICAN-LAB-MAF-02</b>
	<b>METODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO</b>	Revisión: 0
	ASTM D 1559	Fecha: 05-01-2022

**PROBETAS COMPACTADAS DESPUÉS DE 12 HORAS DE MEZCLADO**  
**METODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO**  
**(HOJA DE CALCULO)**

TESIS : INFLUENCIA DE LA DEMORA DE COMPACTACIÓN EN LA RESISTENCIA DE UN MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA  
 UBICACIÓN : HUARMEY - ANCASH REGISTRO : EMARS-ENS-04/2024  
 ESTUDIANTE : DENIS WILLIAN VALDIVIA FLORES FECHA : MARZO 2024  
 UNIVERSIDAD : CESAR VALLEJO PAGINA : 1 de 1

EMULSIÓN ASFÁLTICA AÑADIDA		AGREGADOS	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1h	Material granular de la Cantera "GAVIOTAS"	100.0
Residuo Asfáltico en la emulsión (%)	60.0	P.U. Suelto de la Mezcla (Kg/m <sup>3</sup> )	1739
Gravedad específica del asfalto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.00	Máxima Densidad Seca (Proctor Modificado) (Kg/m <sup>3</sup> )	2167
Emulsión Asfáltica (%)	4.2	Humedad Óptima (Proctor Modificado) (%)	6.5
Asfalto residual en la mezcla (%)	2.5		

FECHA DE MEZCLA	12/03/24	HORA: 7:02
FECHA DE MOLDEO	12/03/24	HORA: 19:00
Fecha de Rotura (Estabilidad)	13/03/24	HORA: 9:47

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS OBTENIDOS EN ENSAYO MARSHALL					
	1	2	3	4	5	PROM.
<b>Densidad Bulk</b>						
1. Peso de la probeta en aire (gr.)	1109.5	1125.8	1111.7	1119.5	1123.5	---
2. Peso de la probeta en agua (gr.)	633.1	643.0	634.2	637.3	639.5	---
3. Peso de la probeta SSD (gr.)	1128.1	1144.7	1130.5	1138.2	1142.6	---
4. Volumen por desplazamiento (cm <sup>3</sup> )	495	502	496	501	503	---
5. Densidad.Húmeda Bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	2.241	2.244	2.240	2.235	2.233	---
6. Densidad.Seca Bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	2.184	2.185	2.180	2.178	2.174	2.180
<b>Estabilidad ( 22.2 °C )</b>						
1. Lectura del anillo	190	200	202	199	200	---
2. Estabilidad (Kg-f)	906	949	958	945	949	---
3. Factor de correccion	1.09	1.04	1.04	1.04	1.04	---
4. Estabilidad corregida (Kg-f)	988	987	996	982	987	988
5. Flujo 0.01 pulg. (0.25 mm)	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4
<b>Contenido de Humedad</b>						
1. Peso muestra húmeda (gr.)	868.0	862.6	822.9	836.3	829.9	---
2. Peso de muestra seca (gr.)	828.2	822.1	783.1	797.2	789.9	---
3. Tara (gr.)	-	-	-	-	-	---
4. Contenido de Humedad (%)	2.6	2.7	2.7	2.6	2.7	2.7
<b>Contenido de Vacíos</b>						
1. Máximo total de vacíos (%)	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7

SEICAN S.A.C.  
 RUC: 20601649684  
 JORGE ELI SILVA RAMIREZ  
 TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

SEICAN S.A.C.  
 RUC: 20601649684  
 ZUMAETA ESCOBEDO ENÉR IVAN  
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 N° CIP: 146060

	CONTROL DE CALIDAD	<b>SEICAN-LAB-MAF-02</b>
	<b>METODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO</b>	Revisión: 0
	<b>ASTM D 1559</b>	Fecha: 05-01-2022

**PROBETAS COMPACTADAS DESPUÉS DE 24 HORAS DE MEZCLADO**  
**METODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO**  
**(HOJA DE CALCULO)**

TESIS : INFLUENCIA DE LA DEMORA DE COMPACTACIÓN EN LA RESISTENCIA DE UN MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA  
 UBICACIÓN : HUARMEY - ANCASH REGISTRO : EMARS-ENS-05/2024  
 ESTUDIANTE : DENIS WILLIAN VALDIVIA FLORES FECHA : MARZO 2024  
 UNIVERSIDAD : CESAR VALLEJO PAGINA : 1 de 1

EMULSIÓN ASFÁLTICA AÑADIDA		AGREGADOS	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1h	Material granular de la Cantera "GAVIOTAS"	100.0
Residuo Asfáltico en la emulsión (%)	60.0	P.U. Suelto de la Mezcla (Kg/m <sup>3</sup> )	1739
Gravedad específica del asfalto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.00	Máxima Densidad Seca (Proctor Modificado) (Kg/m <sup>3</sup> )	2167
Emulsión Asfáltica (%)	4.2	Humedad Óptima (Proctor Modificado) (%)	6.5
Asfalto residual en la mezcla (%)	2.5		

FECHA DE MEZCLA	12/03/24	HORA: 8:03
FECHA DE MOLDEO	13/03/24	HORA: 8:05
Fecha de Rotura (Estabilidad)	13/03/24	HORA: 17:36

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS OBTENIDOS EN ENSAYO MARSHALL					
	1	2	3	4	5	PROM.
<b>Densidad Bulk</b>						
1. Peso de la probeta en aire (gr.)	1109.7	1115.0	1114.9	1121.9	1115.6	---
2. Peso de la probeta en agua (gr.)	631.4	636.1	632.7	642.3	634.6	---
3. Peso de la probeta SSD (gr.)	1128.3	1134.1	1134.0	1140.9	1134.7	---
4. Volumen por desplazamiento (cm <sup>3</sup> )	497	498	501	499	500	---
5. Densidad.Húmeda Bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	2.233	2.239	2.224	2.250	2.231	---
6. Densidad.Seca Bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	2.177	2.181	2.167	2.193	2.173	2.178
<b>Estabilidad ( 22.2 °C )</b>						
1. Lectura del anillo	196	193	192	193	195	---
2. Estabilidad (Kg-f)	932	919	915	919	927	---
3. Factor de correccion	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	---
4. Estabilidad corregida (Kg-f)	969	956	951	956	965	959
5. Flujo 0.01 pulg. (0.25 mm)	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4
<b>Contenido de Humedad</b>						
1. Peso muestra húmeda (gr.)	865.8	862.4	875.4	877.0	850.1	---
2. Peso de muestra seca (gr.)	826.2	822.1	834.8	836.7	810.0	---
3. Tara (gr.)	-	-	-	-	-	---
4. Contenido de Humedad (%)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6
<b>Contenido de Vacíos</b>						
1. Máximo total de vacíos (%)	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7

SEICAN S.A.C.  
 RUC: 20601840684  
 JORGE ELIOT SILVA RAMIREZ  
 TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

SEICAN S.A.C.  
 RUC: 20601649684  
 ZUMAETA ESCOBEDO ENER WAN  
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 N° CIP: 148060



## Anexo 8. Panel Fotográfico



*Fotografía 1. Excavación de Material Granular integral en Cantera Gaviotas*



*Fotografía 2. Zarandeo de Material Granular en Cantera Gaviotas por Malla de 2" de abertura*



Fotografía 3. Toma de muestra de Material Granular zarandeado en Cantera Gaviotas