



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Estabilización del suelo arcilloso de subrasante de la Av.  
asunción adicionando residuos de mezclas asfálticas, San  
Miguel, Puno, 2023.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Condori Supo, Fredy ([orcid.org/0000-0003-3275-5603](https://orcid.org/0000-0003-3275-5603))

**ASESOR:**

M.Sc. Olarte Pinares, Jorge Richard ([orcid.org/0000-0001-5699-1323](https://orcid.org/0000-0001-5699-1323))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

Lo importante en esta vida para mi es reconocer la comprensión, el aliento y el cariño mostrado en el momento difícil, con ello he comprendido que conseguir el objetivo más deseado es gracias al apoyo de mi familia dedico este proyecto de investigación: a mi papá Francisco Condori Mamani y a mi mamá Antonia Supo Condori y a mis hermanos Nancy, Rene y Edgard.

## **Agradecimiento**

En forma muy especial agradecer a Dios, a mi papá y mi mamá, hermanos y toda la familia Condori Supo; por estar siempre presentes y ser el pilar fundamental, por ese cariño y apoyo incondicional en todo momento.

A mi asesor, por su orientación y apoyo durante el desarrollo del presente Proyecto de investigación.

## Índice de Contenidos

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	4
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	18
<b>3.1 Tipo y diseño de investigación.</b> .....	18
3.1.1. Tipo de investigación .....	18
3.1.2. Enfoque de Investigación .....	18
3.1.3. El diseño de la Investigación .....	18
3.1.4. El Nivel de la Investigación.....	18
<b>3.2. Variables y Operacionalización</b> .....	19
<b>3.3. Población, muestra y muestreo</b> .....	19
3.3.1. Población.....	19
3.3.2. Muestra .....	20
3.3.3. Muestreo .....	20
3.3.4. Unidad de Análisis .....	20
<b>3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos</b> .....	20
3.4.1. Técnica.....	20
3.4.2. Instrumentos .....	21
3.4.3. Validez.....	21
3.4.4. Confiabilidad de los Instrumentos .....	21
<b>3.5. Procedimiento</b> .....	21
<b>3.6. Método de Análisis de Datos</b> .....	31
<b>3.7. Aspectos Éticos</b> .....	31
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	32
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	55
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	57
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	58
<b>REFERENCIAS</b> .....	59
<b>ANEXOS</b> .....	63

## Índice de Tabla

Tabla 01: Magnitud de las partículas.....	15
Tabla 02: Determinación del índice de Plasticidad.....	16
Tabla 03: Proyección de tráfico para el 2043. ....	31
Tabla 04: ESAL de diseño.....	31
Tabla 05. Resumen de todos los resultados del suelo natural. ....	33
Tabla 06: Valores para el Límite Líquido con adición de residuos de Mezcla Asfáltica.....	35
Tabla 07: Valores para el Límite Plástico con adición de residuos de Mezcla Asfáltica.....	37
Tabla 08: Valores para el Índice de Plasticidad con combinación de residuos de Mezcla Asfáltica. ....	38
Tabla 09: Valores para el Máxima Densidad Seca con adición de residuos de Mezcla Asfáltica. ....	39
Tabla 10: Valores para Óptimo Contenido de Humedad con adición de residuos de Mezcla Asfáltica. ....	40
Tabla 11: Resultados del CBR al 95%, con aumento de residuos de Mezcla Asfáltica.....	43
Tabla 12: Serviciabilidad Inicial (Pi).....	47
Tabla 13: Serviciabilidad Final (Pt).....	47
Tabla 14: Valores del Coeficiente a1.....	48
Tabla 15: Valores del Coeficiente a2.....	48
Tabla 16: Valores del Coeficiente a2.....	49
Tabla 17: Costos para 1m <sup>3</sup> de Estabilización con Residuo de Mezcla Asfáltica. .	50
Tabla 18: Costos para 1m <sup>3</sup> de Estabilización con Cemento.....	50
Tabla 19: Prueba de normalidad para suelo natural con combinación de residuos de mezcla asfáltica (límite Plástico).....	51

Tabla 20: Prueba de normalidad para suelo natural con adición de residuos de mezcla asfáltica (CBR).....	52
Tabla 21: Coeficiente de correlación “r” de para la dosificación suelo natural más residuos de mezcla asfáltica (Limite Plástico).....	53
Tabla 22: Coeficiente de correlación “r” para el suelo natural más adición de residuos de Mezcla Asfáltica (CBR).....	54

## Índice de Figuras

Figura 01: Plasticidad del Suelo, SUCS. ....	11
Figura 02: Extrayendo la muestra de suelo de fundación. ....	22
Figura 03: Calicata (C-1), progresiva: km 0+100.....	22
Figura 04: Calicata (C-2), progresiva: km 0+450.....	23
Figura 05: Calicata (C-3), progresiva: km 0+710.....	23
Figura 06: El secado de la muestra para su respectivo tamizado. ....	24
Figura 07: El respectivo cuarteo de la muestra. ....	25
Figura 08: Tamices para la granulometría.....	25
Figura 09: Determinación del Limite Liquido respectivamente. ....	26
Figura 10: Determinación de Limite Liquido en laboratorio. ....	26
Figura 11: Determinación de Limite plástico.....	27
Figura 12: Peso de la muestra. ....	27
Figura 13: El ensayo de Proctor. ....	28
Figura 14: El ensayo de Proctor Modificado de la subrasante. ....	28
Figura 15: Determinación de CBR para suelo natural.....	29
Figura 16: Adición del 2%, 4% y 6% de la mezcla asfáltica con suelo natural. ....	29
Figura 17: Adición del 6% de residuos de mezclas asfálticas con suelo natural, extrayendo del horno.....	30
Figura 18: Ubicación de proyecto.....	32
Figura 19: Muestra de residuo de mezcla asfáltica y suelo natural. ....	34
Figura 20: Incorporación de residuo de mezcla asfáltica al suelo natural. ....	34
Figura 21: Ensayo de Limite Liquido, adicionando residuo de mezcla asfáltica al suelo natural.....	35
Figura 22: Limite Liquido adicionando residuo de mezcla asfáltica.....	35
Figura 23: Ensayo Limite plástico.....	36

Figura 24: Ensayo Limite plástico.....	36
Figura 25: Limite plástico adicionando residuo de mezcla asfáltica. ....	37
Figura 26: Índice de Plasticidad adicionando residuo de mezcla asfáltica. ....	38
Figura 27: Ensayo Proctor Modificado adicionando mescla asfáltica.....	39
Figura 28: Ensayo Proctor Modificado de la subrasante adicionando residuos de mezclas asfálticas. ....	39
Figura 29: Valores de Proctor Modificado adicionando mezclas asfálticas. ....	40
Fuente: Producción propia. ....	40
Figura 30: Óptimo Contenido de Humedad (%) con adición de residuos mezclas asfálticas. ....	41
Figura 31: Adicionando al suelo natural el 2%, 4% y 6% de mezcla asfáltica. ....	41
Figura 32: Prueba de CBR - Inmersión. ....	42
Figura 33: Prueba del CBR con adición de residuos de mezcla asfáltica. ....	42
Figura 34: Prueba del CBR compactado con incorporación de residuos de mezclas asfálticas. ....	42
Figura 35: Prueba de penetración con adición de residuos de mezclas asfálticas. .....	43
Figura 36: Valores de CBR incluyendo 2%, 4% y 6% de residuos de Mezcla Asfáltica.....	43
Figura 38: Diseño de pavimento flexible. ....	49



## RESUMEN

El presente trabajo de tesis tuvo como objetivo principal estabilizar el suelo de subrasante de la Av. Asunción del distrito de San Miguel de la región de Puno adicionando residuos de mezclas asfálticas, para tal propósito se empleó una investigación tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, diseño experimental y nivel cuasi experimental, estableciendo como variable independiente a la incorporación de los residuos de mezclas asfálticas, en tanto que como variable dependiente a la estabilización de suelo de subrasante, con fines de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, donde específicamente se evaluaron los siguientes parámetros como el índice de plasticidad, el valor relativo de soporte CBR y por último se analizó la profundidad por estabilizar.

Los resultados obtenidos que con la adición de los residuos de mezclas asfálticas con dosificaciones de 2%, 4% y 6% disminuye el índice de plasticidad de suelo de subrasante de 18.75% a 16.66%, 16.04% y 15.05%, como también incrementa el CBR del suelo de subrasante de 5% a 6.40%, 7.65% y 8.90% respectivamente, posteriormente se diseñó el espesor por estabilizar a 70 cm, para finalizar se diseñó el pavimento flexible con los siguientes espesores: para carpeta asfáltica con un espesor de 8 cm, base con un espesor de 20 cm y subbase con un espesor de 15 cm. Se concluye que con la incorporación de los residuos de mezcla asfáltica mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante de la Av. Asunción.

Palabras clave: Estabilización de suelo, residuos de mezclas asfálticas, mejoramiento.

## **ABSTRACT**

The main objective of this thesis work was to stabilize the subgrade soil of Av. Asunción in the San Miguel district of the Puno region by adding asphalt mix residues, for this purpose an applied type investigation was used with a quantitative approach, design experimental and quasi-experimental level, establishing as an independent variable the incorporation of asphalt mixture residues, while as a dependent variable the stabilization of the subgrade soil, in order to improve the physical and mechanical properties of the soil, where they were specifically evaluated. The following parameters such as the plasticity index, the relative value of CBR support and finally the depth to be stabilized was analyzed.

The results obtained that with the addition of asphalt mix residues with dosages of 2%, 4% and 6% decrease the subgrade soil plasticity index from 18.75% to 16.66%, 16.04% and 15.05%, as well as increase the CBR of the subgrade soil from 5% to 6.40%, 7.65% and 8.90% respectively, later the thickness to be stabilized at 70 cm was designed, finally the flexible pavement was designed with the following thicknesses: for asphalt layer with a thickness of 8 cm , base with a thickness of 20 cm and subbase with a thickness of 15 cm. It is concluded that the incorporation of asphalt mix waste improves the physical and mechanical properties of the subgrade soil of Av. Asunción.

Keywords: soil stabilization, asphalt mix waste, improvement

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú las carreteras son muy importantes porque nos llevan el desarrollo a cada pueblo que buscan la accesibilidad a toda la población y es la columna vertebral para el transporte que lleva al lado competitivo y sostenible, los caminos viales nos ofrecen conocer y permite que nos conecten a diferentes centros urbanos y rurales, cabe señalar la importancia de la infraestructura de una carretera, tanto en su ejecución y mantenimiento adecuado, es imprescindible para conservar y adicionar estos beneficios de significativa importancia para el crecimiento de un país. Cabe precisar en la actualidad las carreteras en nuestro país es primordial e indispensable, así mismo, las carreteras están propensos a los estragos de la naturaleza, en temporadas de lluvias se presenta consecuencias de desborde de los ríos, como también los huacos y desplazamientos que dañan y disminuyen la calidad estructural de los pavimentos.

Los suelos en el Perú son variados, en la región costa tenemos los suelos arenosos y los suelos limosos, por su composición estos suelos son menos compacto y es necesario la estabilización del suelo. En la región amazónica se tiene gran porcentaje de suelos arcillosos y suelos limosos, de los cuales son débiles, para tratar estos suelos son complejos, porque en la selva no se cuenta con muchas canteras para su respectiva estabilización de un suelo. Por otro lado, en la región andina tenemos los suelos granulares, y en el altiplano se presenta los suelos arcillosos y los suelos limosos y por la propia topografía de la zona, su drenaje natural es desfavorable, al contener suelos finos esto complica la resistencia de la subrasante, en este caso se tendrá que aumentar su solides del suelo, con la finalidad de poder resistir el peso estructural del pavimento y del tránsito.

En la presente investigación, se estudiará el tramo de la Av. Asunción, donde se considerarán las progresivas: km 0+000 a km 0+750, del distrito de San Miguel, San Román, Puno. La vía no es pavimentada, donde se evidenció que la superficie está en pésimas condiciones, debido a la variedad de suelos que se

puede encontrar así como los suelos arcillosos con bastante plasticidad, suelos limosos y sumado a ello la humedad, lo que complicaría la vía y aún más en épocas de lluvia, ya que la humedad afecta a las propiedades de los suelos finos y al no tener ningún tipo de drenaje estas terminan en pésimas condiciones ocasionando el pronto deterioro y la degradación temprana de la vía, por lo cual reduce la resistencia de la subrasante, además provocando la necesidad de un mantenimiento constante el cual requiere un gran presupuesto por parte de la entidad y la población.

Se propone como pregunta general: ¿De qué manera los residuos de mezcla asfáltica benefician las propiedades del suelo de subrasante de la Av. Asunción?, como también se hace las siguientes preguntas específicas: ¿Cómo influye la mezcla asfáltica en la plasticidad del suelo de subrasante de la Av. Asunción?, ¿Cuál es el aporte del Residuo de Mezcla Asfáltica en la resistencia del suelo de fundación? y ¿Cómo influye los residuos de mezcla asfáltica en el espesor adecuado para la estabilización de la subrasante?

De esa forma se tiene la justifica técnica, dado a que se recopilará los resultados en el laboratorio, y así brindar una opción de solución para los suelos arcillosos a través de la estabilización con los residuos de mezcla asfáltica para el suelo de subrasante, y cumplir con las condiciones apropiadas para su utilización. Justificación social, podemos afirmar que, es de mucha importancia que los caminos se encuentren en un buen estado para el normal tránsito vehicular sin perjudicar a los pobladores que viven en la zona, ya que tener un pavimento que se encuentre en buenas condiciones lleva a un desarrollo económico y social. Justificación práctica, para la estabilización del suelo se utilizará los residuos de mezcla asfáltica, buscando una solución a las bajas propiedades que tiene el suelo en estudio, para así mejorar sus propiedades físico mecánicas, lo cual llevará a lograr un pavimento de mayor resistencia y duradero. En el presente trabajo de investigación se realizará una comparación de los resultados y la influencia que tiene en la resistencia de la subrasante lo cual servirá para sustento en las próximas investigaciones que pudiera haber. Justificación económica, el uso de residuos de mezcla asfáltica para la subrasante, resultan económicas a

comparación con otros materiales, mejorando las características del suelo a través de la aplicación y el procesamiento de estabilización sin requerir mecanismos complejos. La presente investigación tiene como finalidad economizar, a través del uso de materiales reciclados de una pavimentación utilizada. Justificación ambiental, la presente investigación pretende conservar el medio ambiente con reutilizar los residuos de mezclas asfálticas las cuales tienen un impacto ambiental al desecharlas.

Asimismo, como objetivo general se plantea lo siguiente: Estabilizar el suelo de subrasante de la Av. Asunción adicionando residuos de mezclas asfálticas. Así también los objetivos específicos son: Disminuir la plasticidad del suelo de subrasante de la Av. Asunción; Determinar la influencia de los residuos de mezcla asfáltica en el CBR de la subrasante; Validar con un diseño adecuado el espesor del suelo estabilizado con residuos de mezcla asfáltica.

Por último, se plantea como hipótesis general que: La incorporación de residuos de mezcla asfáltica al suelo de subrasante de la Av. Asunción mejoraría las propiedades del suelo. Así también las hipótesis específicas son: La adición dosificada de residuos de mezcla asfáltica al suelo arcillosos de subrasante de la Av. Asunción disminuiría la plasticidad del suelo; Al adicionarse residuos de Mezcla Asfáltica al suelo de subrasante se elevaría el CBR de subrasante; La estabilización de subrasante usando residuos de mezcla asfáltica elevaría la capacidad del suelo de fundación estratificado.

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes Nacionales

De acuerdo con Farfán (2022), su presente investigación optó como título “Estabilizar el suelo arcilloso para la subrasante empleando cemento en la Avenida. Los Naranjos Unidad Vecinal Ccehuarpampa, provincia Andahuaylas – Apurímac 2022”, donde el objetivo fue establecer la relación que tiene entre el suelo arcilloso y la estabilización con cemento, la intención es incrementar el esfuerzo del suelo a la estructura del pavimento. La metodología que usó es tipo aplicada, diseño experimental, enfoque cuantitativo y de nivel explicativo. Como población tuvo el tramo de la Av. los Naranjos de la localidad de Andahuaylas, el muestreo es no probabilístico. Los instrumentos fueron los lineamientos de la Normativa, libros y fichas de observación. Los resultados que obtuvo para la dosificación de 10% de cemento, el valor del CBR fue 13.1%, 13.59% y 12.99%, para 13% el valor del CBR fue 20%, 21.27% y 19.55%, y para 16% el valor de CBR fue 28%, 29.35% y 29.64%. Se concluyó que con la incorporación de 10%, 13% y 16% de cemento, mejoró favorablemente en la estabilización del suelo arcilloso a nivel de subrasante.

Choque y Ramírez (2022), su presente tesis tiene como título “Residuos de Concreto Premezclado para Aumentar la Estabilidad de la Subrasante en la Vía Vecinal, Puno, 2022”, donde el objetivo planteado fue aumentar la solidez del suelo de subrasante en la vía vecinal con adición de los residuos de concreto premezclado. La Metodología que utilizó es tipo aplicada, diseño cuasi experimental, con enfoque cuantitativo y con nivel explicativo. Como población se consideró el distrito de San Miguel en la región de Puno, el muestreo es no probabilístico, y los instrumentos usados fueron el Análisis Granulométrico, el Límite de Atterberg, el Proctor Modificado y por último C.B.R. Los resultados obtenidos con el ensayo de CBR al 95% de Máxima Densidad Seca del suelo de fundación fue de 4.22%, y con la incorporación de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado, los resultados fueron 6.51%, 9.34% y 11.58% respectivamente, para el índice de plasticidad del suelo patrón tuvo un resultado de 11.93% disminuyendo a valores de 10.79%, 9.09% y 7.37%. Concluyendo que

con la utilización de residuos de concreto premezclado mejora la capacidad de soporte del suelo incrementando significativamente, tal como se puede evidenciar en los resultados.

Barriga (2021), su presente investigación optó como título “Análisis Comparativo de la Estabilización de Suelos Arcillosos utilizando Cal y Cemento, Carretera Vecinal Chonta Carretera Interoceánica, Madre de Dios 2021”, su principal objetivo es realizar una comparación en la estabilización de un suelo cohesivo, que son característicos del departamento de Madre de Dios añadiendo CAL y CEMENTO 2021. Metodología que empleo es tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, diseño experimental y su nivel de investigación es cuasi experimental. La población fue la vía vecinal de Chonta a la vía interoceánica sur Km 16.2, Puerto Maldonado – Cusco, de la localidad de Tambopata del departamento de Madre de Dios. Los instrumentos considerados fueron fichas de recopilación de datos y fichas de resultados de laboratorio, (ASTM D 1883 y MTC E 132). Los resultados fueron con la dosificación de 2%, 4% y 6% de cal, obtuvo un incremento el CBR al 95% a 21.19%, 41.26% y 51.22%, con la adición de cemento logro aumentar el CBR a 54.52%, 66.20% y 83.42%. Concluyó que con dosificaciones de 2%, 4%, y 6% de cal y cemento, incrementa sucesivamente el CBR del suelo arcilloso.

### **Antecedentes internacionales**

Como antecedente Internacional se tiene a Moreira y Quiroz (2017), en la investigación que tiene como título “Comparación entre la estabilización de suelos con emulsión asfáltica, y la estabilización de suelos con asfalto y diésel para establecer cuál estabilización aporta mayor densidad aparente y relación de soporte CBR”, el objetivo es hacer una comparación de estabilización de suelo con emulsión asfáltica y diésel. La metodología empleada fue de tipo exploratorio, enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental y nivel explicativo. La población considerada fue la Parroquia Huachi Chico y todas las personas que habitan en esa área, la muestra de la investigación fue el área de Magdalena de la Iglesia Huachi Chico, el muestreo fue por conveniencia. Los instrumentos utilizados son el Análisis Granulométrico, el Límite de Consistencia, el Proctor Modificado y por

último el CBR. Los resultados mostraron que con el uso de emulsión asfáltica el resultado del CBR fue 8.8%, 28%, 60% y 51%, y para la adición de Diesel con Asfalto el CBR es 18%, 22%, 59% y 51.5%. Finalmente se concluye que el mejor resultado que tuvo es con la utilización del producto de emulsión asfáltica con un CBR de 60%.

Gallo (2022), en su artículo tiene como título: “Análisis de la estabilización de los suelos expansivos empleando hormigón asfáltico reciclado, ceniza del bagazo de caña de azúcar para la subrasante de los pavimentos”, donde su objetivo fue realizar un análisis de estabilización de los suelos expansivos con la reutilización del hormigón asfáltico reciclado, del mismo modo con la adición de ceniza del bagazo obtenido de la caña de azúcar. La metodología utilizada fue tipo exploratorio, con un enfoque cuantitativo y diseño cuasi experimental de nivel descriptivo, la muestra de investigación considerada fueron los ensayos de clasificación en diferentes porcentajes, con la reutilización del asfalto y la ceniza de bagazo de la caña de azúcar combinada con suelo arcilloso expansivo. Los instrumentos fueron equipos del laboratorio, así como Rofilin, Prensa Hidráulica, Fichas de resultados y Formatos ejecutados por autores del proyecto. Los resultados fueron los siguientes: tipo de suelo = CH (A-7-5), I.P. = 53%, con una Densidad Máxima de Proctor de 1.402 Kg/m<sup>3</sup> y una expansión del 6.5%, y para el hormigón asfáltico reciclado tiene una terminología GP (A-1-a) no plástica, pasa por la malla 200 un 1%, y luego el valor de la densidad de ceniza de bagazo de caña es 0.622 g/mm<sup>3</sup>. Se concluyó que para la estabilización de los suelos expansivos con utilización de 30% de hormigón asfáltico reciclado y 20% de ceniza del bagazo caña de azúcar, donde consiguió resultados favorables.

### **Artículos científicos internacionales**

Los autores Morales y Pailacura (2019), el artículo tiene como título “Estudio del comportamiento de una carpeta de rodado estabilizada con cloruro de calcio”, su objetivo es analizar el cloruro de calcio como un producto estabilizador de carpetas de rodadura en vías no pavimentados para conocer la influencia con su integración. La metodología empleada fue de tipo experimental, enfoque cuantitativo y un diseño cuasi experimental. La población considerada fue el



sector de las Villas Tucnar Huasi - Huaytiquina, Calama, el muestreo es no probabilístico. Los instrumentos que se utilizó fueron el Equipo de Dustmate y un equipo de medida de partículas, que se sitúa en la parte posterior de un automóvil. Los resultados mostraron que en campo y en laboratorio la adaptación del CaCl<sub>2</sub> aumenta sustantivamente a la resistencia de la capa de rodadura, por la acción del impacto cementante, aumentando las propiedades de una carretera.

De acuerdo con Alarcón et al. (2020), en su investigación que tiene como título “Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso”, donde el objetivo fue conocer la estabilización del suelo y así tener una elección para una construcción de caminos, con esto sustituir los componentes usuales utilizados en los suelos de subrasante que se encuentra en las capas granulares y/o con esto aumentar su capacidad de suelo de subrasante. Para ello, se usaron suelos de la localidad de Tunja; como componente granular y para el suelo de subrasante que fue analizado para posteriormente combinarlos con distintas dosificaciones de 2%, 4%, 6% y 8% de lodo de aceite, para cada combinación se realizó distintos ensayos estableciendo sus propiedades para luego estudiar su factibilidad. Concluyendo que al añadir el 6% de muestra de lodo se llega a resultados excelentes, el cual aumenta las propiedades de resistencia y obtuvo resultados favorables para la plasticidad de la muestra.

Bustamante, Benites y Marín (2022), en su artículo de investigación que lleva por título “Uso de vinaza de *Saccharum Officinarum* para estabilización de suelos cohesivos. Infraestructura Vial”, el objetivo fue determinar la estabilización del suelo cohesivo con integración de vinaza de *Saccharum officinarum*. La metodología utilizada fue de tipo experimental, la técnica empleada fue la observación y enfoque cuantitativo. Los resultados obtenidos del suelo en estudio nos indica que son arcillas inorgánicas con baja plasticidad y limos, con la utilización de vinaza de *saccharum officinarum*, se verificó que la densidad del suelo se incrementa con distintas dosificaciones de 10%, 15%, 20% y 25% respectivamente, que fueron empleados al efectuar el ensayo de resistencia mecánica de suelos, donde se muestra que al aumentar la solidez del suelo de fundación al 25% de material de vinaza se consigue los resultados del CBR más

elevados con valores de 15.8%, 14.1%, 12.8% y 17.04%, llegando a la conclusión de que la adición de vinaza de *saccharum officinarum* incrementa las propiedades de resistencia del suelo cohesivo.

### **Artículos Científicos Internacionales en otro Idioma**

Balamurukan et al. (2020), the present article has the title "Resistance to humidity and drying of a soil stabilized with lime modified with steel slag and reinforced with fibers", its objective is to stabilize the expansive natural soil by mixing with the materials with lime, steel slag and reinforced with copper and polypropylene fibers. It began with the characterization of the soil with its geotechnical properties, the samples had to be molded in a cylindrical shape of the soils with measurements of 38 mm \* 76 mm. The present product was used as lime content to stabilize, as well as steel slag. To determine the optimal content. The natural soil for its stabilization was reinforced with different proportions to determine the optimum fiber content. Likewise, a quantity of polypropylene fiber was admitted to reinforce the conditioning of the samples. The optimum combination was subjected to a maximum of three periods of wetting and drying, as well as its undetermined compressive strength determination. As a result, it was obtained that the soils stabilized with lime with copper are more durable, followed by the polypropylene fiber material, but with the steel slag material, it did not generate durability for the soil after the three periods of wetting and its respective drying.

James (2019), The present article opts for the title "Benefit of the resistance of the amendment to sawdust/wood ash in the cement stabilization of an expansive soil", its objective is to evaluate the benefit of modifying the cement stabilization of an expansive soil with the use of ash from saw dust, this residue is generated in the wood industry, the experiment consisted of preparing the sample of dimensions of 38 mm \* 76 mm, the resistance to unconfined compression was evaluated for the stabilized cement and the periods for the cured samples it varies from two hours, to days 7, 14 and 28 days, it was adopted with two contents for cement 2% and 6% by weight of soil, for soil stabilization. For the stabilized samples for cement, saw dust ash is used at 5%, 10% and 20% by weight of the soil. The result was revealed with the use of 5% ash from saw dust for cement stabilization, there is an

increase of 26% for premature resistance and a growth of 20% for delayed resistance, with the results of CBR, the Pavement thickness is reduced up to 8.3%.

Fernández et al. (2022), el presente artículo opta como título “. Estabilización de suelos arenosos con emulsión asfáltica para pavimentación. Investigación, Sociedad y Desarrollo” tuvo como objetivo analizar el comportamiento de arena bien graduada (SM-SW) de la localidad de Natal/RN, sus características no son satisfactorias para una pavimentación. Como metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental y enfoque cuantitativo. La población es la localidad de Natal/RN, el muestreo es no probabilístico. Los instrumentos que se utilizaron fueron el CBR, emulsión asfáltica de ruptura rápida y Dynamic Cone Penetrometer (DCP). Los resultados fueron que el DCP y CBR, muestran mejores coeficientes de determinación ( $R^2$ ), con un valor superior a 0.80, después del curado se tenía una probabilidad de que los resultados del CBR se pudiese incrementar, pero los resultados no fueron favorables y se concluyó que la emulsión asfáltica demostró ser improductivo para la estabilización del suelo para el uso de base como también en la subbase de la estructura del pavimento.

## **TEORIAS**

### **Variable 01: Propiedades de la Subrasante**

#### **El Suelo**

Según Russell (2019), el suelo está compuesto por minerales, y presenta diferentes consistencias, diferentes compacidades dependiendo de la clasificación del suelo. El tipo de suelo se distingue según la textura las cuales son: arena, arcilla y limo. Señala también que los suelos arenosos son muy propensos a la erosión afectando en gran medida a la cimentación de una estructura, los suelos arcillosos alteran de volumen ante la existencia de la humedad y se contraen en su ausencia, y por último tenemos el suelo limoso el cual es de grano fino con poca plasticidad, en este suelo el agua se filtra con facilidad.

## **Exploración del Suelo**

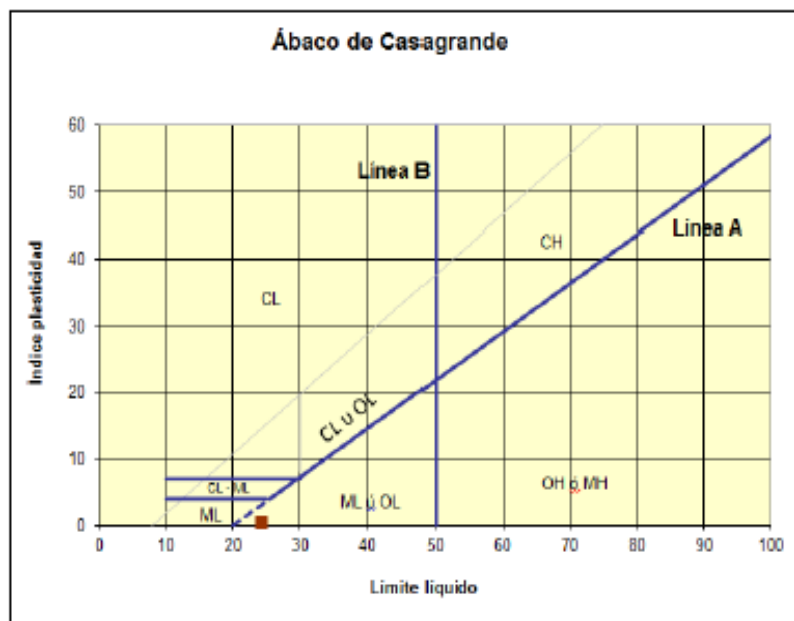
Se afirma que es necesario efectuar la exploración de un suelo para adquirir una información detallada sobre la real condición del suelo mediante calicatas y para la ejecución de diversas obras civiles. De esta forma se logra tener las investigaciones geotécnicas como también los aspectos en la geología y en la mecánica de suelos. Las fases en la exploración de campo son las siguientes: trabajo en gabinete, inspección del sitio con su respectivo muestreo, ensayo de laboratorio con las muestras, pruebas in situ y recolección de todos los resultados.

## **La Clasificación de suelos**

Es donde los suelos se categorizan en características distintivas, basándose a los resultados con las pruebas físicas y mecánicas o también puede ser de otra información muy particular tanto de origen y dimensión de partículas.

Uno de los métodos utilizados es el que menciona Braja, M. Das, es la clasificación AASHTO: el cual se desarrolló en 1929, y es el más utilizado en carreteras. Para la clasificación de muestras granulares están en los grupos A – 1, A – 2 y A – 3 (35% < pasa por tamiz numero 200) y para muestra con contenidos de finos están en los grupos A – 4, A – 5, A – 6 y A – 7 (del 35% > pasa el tamiz Numero 200) y por último para muestras orgánicas turba está en A – 8.

Crespo (2004), menciona que es el más utilizado para la clasificación de un suelo y es el “Sistema unificado de clasificación de suelos” (SUCS): para lo cual fue exhibido por Arthur Casagrande en el año 1942 y se utilizaron para aeropuertos. Así mismo, indica que para clasificar los suelos de tipo grava de grano grueso y arenosa pasa menos del 50% por la malla número 200, por otro lado, se le considera suelos de grano fino que pasa más del 50% por la malla número 200.



**Figura 01:** Plasticidad del Suelo, SUCS.

Fuente: Braja M. Das (2001).

### Propiedades Mecánicas de Subrasante

Según la Sección de Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013, pág. 23), indica que la subrasante tiene la solidez de soportar a la estructura de un pavimento que se ubica en el terreno natural. La subrasante también es parte de la superficie del terraplén o la parte baja de la excavación del suelo de fundación, y está clasificada por suelos bien categorizados con características optimas requeridos y su respectiva compactación en cada capa para formar una estructura estable en excelente estado, lo importante es que no tenga complicaciones ejercidas por las cargas de diseño que proceden del tránsito. La variación de volumen del suelo de tipo expansivo podría ocasionar graves daños a la superficie de una carretera. Las propiedades de una subrasante requeridas se incorporan el drenaje, resistencia, conservación de la compactación y la solidez volumétrica.

## **Variable 2: Estabilización con Residuos de Mezclas Asfálticas**

### **Criterios para Establecer la Estabilidad del suelo**

En el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en la Sección Suelos y Pavimentos (2013), señala que se consideran suelos aptos para subrasante con un CBR  $\geq 6\%$ , si fuese inferior la subrasante será inapropiada porque se tendrá que mejorar el suelo con diversas alternativas de estabilización de un suelo. La superficie de la subrasante debe ubicarse en la parte superior del nivel freático como mínimo requerido es a 0.60 metros cuando el suelo es extraordinaria y muy buena; a 0.80 metros cuando el suelo es buena y a la vez regular; a 1 metro para un suelo pobre, luego a 1.20 metros cuando el suelo es inadecuada.

### **Estabilización del suelo**

Refiere Afrin, (2017), define que la estabilización del suelo nos dará ciertas mejoras en los parámetros que se den en la solidez al corte del suelo y así aumentar su soporte de carga. Para tener una estabilidad de un suelo inestable se considera el uso de agentes para estabilizar los suelos débiles con esto aumenta sus propiedades geotécnicas, así mismo pudiera ser para la durabilidad, permeabilidad, resistente, comprensibilidad y susceptibilidad al agua.

### **Tipo de Estabilización**

La estabilización para un suelo se le puede considerar cuando se tenga un suelo estable y que tenga una resistencia para que no sufra deformaciones que puede haber por las condiciones climáticas distintas que en un momento pueda presentarse, por lo tanto, estas propiedades del suelo se puedan conservar a través del tiempo.

### **La Estabilización Mecánica**

Para Rivera, et al (2020), la estabilización mecánica es compactar al suelo de forma estática o dinámica, teniendo así que incrementar la densidad y la resistencia mecánica al aminorar la permeabilidad y la porosidad. Así mismo, se le puede incorporar previamente la mezcla del material del suelo con distinta

gradación para tener resultados apropiados. Los objetivos de la estabilización mecánica es principalmente lo siguiente: aumentar la estabilidad de los taludes, reducir la permeabilidad del agua, aumentar su capacidad portante, controlar cambios volumétricos indeseables y disminuir el asentamiento de las estructuras de los pavimentos.

### **La Estabilización Física**

La estabilización física se enfoca a variar las propiedades de un suelo a través de la injerencia de una de sus propiedades para que tengan características nuevas. Según Liu et al, (2011), en esta estabilización física, se utiliza los materiales geosintéticos y los geotextiles que son elaborados principalmente de fibras sintéticas como también con materiales de poliéster o polipropileno; las geomallas, estructuras tridimensionales son los que tienen características de ser mono o bi-orientadas, son elaboradas en polietileno de alta densidad.

### **La Estabilización Química**

Se define como la aportación al suelo con la combinación de otros productos químicos o materiales, hacen que varíen sus propiedades con la reacción de sus partículas. En esta estabilización química se tiene a ciertos autores como Bahar *et al.* (2004) y Billong *et al.* (2009), da a conocer que es la unión de dos procedimientos para la estabilización de los suelos, uno de ellos es el método mecánico y el otro es por método químico, ambos tienen la finalidad de obtener más resistencia y durabilidad.

### **La Estabilización Biológica**

En esta estabilización básicamente consiste el empleo de enzimas biológicas al ser juntadas con el suelo reaccionan incrementando el porcentaje de aglutinamiento como su concentración de partículas del suelo, se puede tener la deducción de cambio catiónico de una estructura de un suelo que facilita a un proceso de una cementación muy acelerado.

## **La Estabilización Asfáltica**

En la Sección de Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras del MTC (2013), menciona que con la combinación del suelo de fundación con material asfáltico puede tener como propósito en incrementar la estabilidad de un suelo por sus características aglomerantes que contiene el material de asfalto, al mismo tiempo lo impermeabiliza al suelo haciéndole menos sensible a los cambios que puede haber a través de la humedad. Los suelos más recomendados son los granulares con mínimo de finos y baja plasticidad.

## **Enfoques Conceptuales**

### **Variable 01: El Mejoramiento de la Subrasante**

#### **La Subrasante**

La subrasante se ubica entre el terreno de fundación y la estructura del pavimento, y es la parte esencial en donde posee la singularidad de conceder el valor estructural como también el comportamiento del pavimento tanto para su construcción y cuando este en operativo la vía. El suelo de subrasante es inmensamente variable sus propiedades cambian a lo largo del proyecto por los cambios en la densidad, humedad o teniendo influencias ambientales, es decir que los componentes de la subrasante varían con el tiempo. Según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en la sección Suelos y Pavimentos (2013, pág. 23), en la etapa de ejecución a los 0.30 metros del suelo bajo el nivel superior de la subrasante, debe tener un porcentaje de 95% de compactación de máxima densidad seca se obtiene con el ensayo Proctor Modificado. Los suelos por debajo del nivel superior de la subrasante, con una profundidad no menor a 0.60 metros, donde debe tener un CBR  $\geq$  6%, si es inferior se requerirá estabilizar el suelo.

#### **Ensayo en Laboratorio**

Granulometría: Según la Norma Técnica Peruana (NTP) 339.128 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC (2016), es donde establece los procedimientos



para realizar el respectivo análisis granulométrico por decantación como también por tamizado del suelo, asimismo es posible efectuar en forma combinada.

**Tabla 01:** Magnitud de las partículas.

Tipo de Material.		Volumen de Partículas.
Grava.		De 75 mm - 4.75 mm
Arena.		Gruesa: de 4.75 mm - 2.00 mm
		Media: de 2.00 mm - 0.475 mm
		Fina: de 0.475 mm - 0.075 mm
Fino.	Limo.	De 0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla.	Inferior de 0.005 mm

Fuente: Manual de Carreteras del MTC (2013).

**Límite de Atterberg:** Esta prueba se emplea para caracterizar el verdadero comportamiento de los suelos finos, donde la muestra del suelo cambia de una consistencia a otra, debido al contenido de humedad.

**Límite Líquido:** Swetha, et al. (2016), define como límite líquido el contenido de humedad del suelo y está representado en porcentajes en relación al peso seco de la muestra, por el cual el suelo llega a cambiar de estado líquido a un estado plástico. Para realizar el ensayo se destina una porción en la copa luego se divide con una abertura al centro de la porción utilizando un canalizador de corte, luego se eleva la copa y se suelta a una altura de 10 mm y se debe repetir 25 veces, esto debe de tapar un espacio de 12.7 mm abertura.

**Límite Plástico:** Nikhil, et al. (2015), define al contenido de humedad con relación al peso seco de la muestra, y para esto los suelos llamados cohesivos pasan de estado plástico al estado semisólido y se fractura. El ensayo es práctico, se procede a realizar el enrollado de la muestra reiteradamente con la palma de la mano sobre una placa de vidrio se moldea la muestra a una figura elipsoidal.

**Índice de Plasticidad:** SARAVANAKUMAR (2019), se realiza este ensayo para obtener el contenido óptimo de humedad del suelo. El resultado del índice de plasticidad se obtiene mediante una resta entre límite líquido y el límite plástico, y

se presenta de la siguiente manera: IP es igual a (Límite líquido) menos (Límite plástico), se usa esta expresión para indicar la condición del suelo en que se encuentra.

**Tabla 02:** Determinación del índice de Plasticidad.

<b>Índice de Plasticidad.</b>	<b>Plasticidad.</b>	<b>Caracterización.</b>
IP es mayor a 20	Alta.	Es muy arcilloso.
IP es menor igual a 20 IP es mayor a 7	Media.	Es arcilloso.
IP es menor a 7	Baja.	Poca arcillosa plasticidad.
IP es igual a 0	NP	No contiene arcilla.

Fuente: “Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en la Sección Suelos y Pavimentos” (2013).

Proctor Modificado: Es el ensayo de compactación del suelo, donde se determina la relación que existe entre el contenido de agua y peso unitario seco del suelo compactado. Se tiene un molde tipo cilindro de 2.320 cm<sup>3</sup> de capacidad y 4.535 kg de masa, se tiene que soltar de una altura de 457 mm, el molde se dividirá en cinco capas de muestra cada uno se tendrá que compactar con 25 golpes a cada capa, los datos obtenidos se verán en la gráfica y se tendrá los resultados requeridos.

California Bearing Ratio (CBR): Se aplica este tipo de ensayo para hacer unas evaluaciones para terrenos compactados para así saber el valor de soporte, la prueba consiste puntualmente en compactar una muestra o un terreno en unos moldes y se le sumerge al agua luego aplicando el punzonamiento en la parte superior de la muestra con un pistón de penetración. El CBR en in situ llega a medir directamente a la deformación con una carga aplicada. El CBR en laboratorio, se efectúa normalmente en suelos preparados en laboratorio para ello se tiene que tener condiciones determinadas tanto de humedad y densidad; pero también se puede intervenir de una forma similar en muestras inalteradas tomados del terreno mismo.

## **Variable 2: Estabilización con Residuos de Mezclas Asfálticas**

### **Mezcla Asfálticas**

Se elaboran a temperaturas altas (135°C) es menos rígido, en donde permite la adherencia con facilidad las partículas de los agregados. La mezcla asfáltica es utilizada como un impermeabilizador, con ello no pueden ser afectados por los álcalis, ácidos o sales, esto indica que la mezcla asfáltica es impermeable y resistente a varios tipos de daños químicos. La mezcla asfáltica al exhibirse al medio ambiente ocasiona una reacción como disminuir sus propiedades elásticas y tiende a ser resistente como también frágil, una de las características de la mezcla asfáltica es que trata de retardarse, pero se desarrolla con el transcurrir del tiempo.

Estas mezclas asfálticas están conformadas un aproximado de 90 % de materiales pétreos tanto finos como gruesos, el 5% está conformado de polvo mineral (filler) y 5% de material de ligante. La conformación de los agregados en la mezcla asfáltica es de mucha importancia para el funcionamiento de un pavimento.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación.**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

La investigación aplicada se direcciona a la realidad y su finalidad es dar solución a los problemas, de esa manera se dará respuestas concretas (Valderrama, 2019). Bajo este concepto esta investigación será de tipo aplicada porque se enfocará a dar una solución a los problemas que se encuentra la vía o camino que es de mucha importancia para los que viven en la av. Asunción, y los resultados y respuestas serán concretas.

##### **3.1.2. Enfoque de Investigación**

Es cuantitativo cuando se recolecta todos los datos que pudiera encontrarse, posteriormente contrastar con las hipótesis, refiriéndose a precisión numérica y al análisis estadístico, por lo cual se instaura unos modelos de comportamiento y poder llegar a comprobar las teorías (Hernández, 2014). Para lo cual, en esta investigación será de enfoque cuantitativo porque se recolectarán todos los datos adquiridos en los diferentes ensayos que se realizarán y serán expresados con valores porcentuales.

##### **3.1.3. El diseño de la Investigación**

El diseño es experimental cuando se corrobora una variación en la variable dependiente debido al manejo de la variable independiente (Arias, 2012). Esta investigación se tomó como experimental por qué se va llegar a manipular la variable independiente sobre la variable dependiente para adquirir resultados con los ensayos que se realizará en el laboratorio.

##### **3.1.4. El Nivel de la Investigación**

Es cuasi experimental cuando se enfoca en un solo tramo de un área en análisis (Valderrama, 2019). En la presente tesis es cuasi experimental porque se

manipulará una de las variables y además se enfocará en una sola área en estudio.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

La variable es una cualidad donde pueden ser expresados en cantidad o en magnitudes, que pueden tener modificaciones, y son susceptibles al ser analizados, manipulado, mensurado o controlado en una investigación, existen dos variables dependientes e independientes, donde la variable dependiente se va explicar los efectos respecto a un motivo, la variable independiente es donde son explicativas cuya influencia de la variable dependiente es donde se intenta descubrir en una investigación (Arias 2012).

Variable 1: En la variable dependiente es donde se va trabajar para su respectivo análisis, para lo cual que efectos podrá ocasionar con la incorporación de los residuos de mezclas asfálticas que es propuesta para este proyecto de investigación.

Variable 2: En esta variable independiente se va trabajar con la utilización de residuos de mezclas asfálticas, por consiguiente, se añadirá al suelo de subrasante para que este aumente la resistencia del suelo, así lograr mejores resultados para el pavimento.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

Como señala Salinas (2010), Manifiesta que la población es un conjunto integral que puede estar agrupados por individuos, objetos, instituciones y entre otros (p.59). Como población para el presente trabajo se considera la Av. Asunción del distrito de San Miguel, provincia de San Román, región de Puno, con una longitud total de 1.5 km.

### **3.3.2. Muestra**

Empleando las palabras de Salinas (2010), indica que son aquellos componentes que son escogidos, pudiendo ser personas como también objetos que son seleccionados para que participen para un análisis (p.59). El presente trabajo de investigación, la muestra será tomado o seleccionado la Av. Asunción y será desde el punto km 0+000 a km 0+750 del distrito de San Miguel, provincia de San Román, región de Puno.

### **3.3.3. Muestreo**

Como plantea Salinas (2010), define que el proceso de selección a un conjunto de individuos o de la misma manera con otros componentes con los que se pueda efectuar un análisis (p.60). Aquí se utilizó como el muestreo no probabilístico porque se va seleccionar por conveniencia o por criterio.

### **3.3.4. Unidad de Análisis**

La unidad para el análisis de este trabajo de investigación serán los residuos de mezcla asfáltica y será como la variable independiente que se utilizará para su respectiva estabilización del suelo de subrasante, se realizará una serie de pruebas en laboratorio para tener respuestas a cada uno de ellos respectivamente, con el objetivo de mejorar el suelo de origen.

## **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

### **3.4.1. Técnica**

De acuerdo con Cárdenas et al. (2021), nos indica el proceso de la acumulación de toda la información empleando las normas, las estrategias, las fichas indispensables para llenar toda la información necesaria. En esta investigación se utilizará la táctica de la observación directa considerando los análisis de las distintas pruebas de laboratorio, siempre teniendo en cuenta las normas técnicas como también tesis, artículos, formulas y libros relacionados al tema.

### **3.4.2. Instrumentos**

González (2019), refiere que todos los instrumentos y cada una de las herramientas ayudan y recoger todos los datos primordiales que pudiera encontrarse para su análisis respectivo. Los instrumentos que se van a utilizar van a ser el empleo de tablas, fichas, notas y software, para luego efectuar los ensayos en laboratorio y paralelamente se recolectará toda la información de las muestras que se va a tener en el campo para luego llevar al laboratorio que se empleará diversos equipos para el análisis respectivo.

### **3.4.3. Validez**

Hernández (2014), indica que la validez es el grado o precisión del instrumento para presentarnos valores reales. Para una verdadera validez de toda la investigación se tendrá que verificar que cada equipo de laboratorio tendrá que tener su certificado de calibración y obviamente tiene que estar vigente a la fecha correspondiente.

### **3.4.4. Confiabilidad de los Instrumentos**

Hernández (2014), considera que la confiabilidad se fija en el estudio de un fenómeno, permitiendo la solidez y su efecto consistente. La confiabilidad de la misma manera está vinculada con volver a repetir. En el presente trabajo se tendrá una confiabilidad de un 95% estos datos se ratificarán en los estudios que se realizará.

## **3.5. Procedimiento**

Para el desarrollo del procedimiento se comenzará primeramente con la inspección de toda el área o zona en que se hará el estudio lo cual será la Av. Asunción y se ubicará del punto km 0+000 a km 0+718, así mismo se adquirirá los residuos de las mezclas asfálticas y seguidamente se llevará estos residuos para su respectiva trituración, terminando esta actividad se realizará la apertura de las respectivos pozos de exploración donde se extraerán las muestras y desde luego trasladarlos al laboratorio para luego realizar su respectivos análisis y

determinar sus características del suelo de subrasante, posteriormente se hará la combinación con los residuos de mezcla asfáltica para realizar la estabilización de suelo de subrasante. Se realizarán varios ensayos en laboratorio respetando siempre los resultados que se obtendrá en cada ensayo.

A continuación, se detalló los siguientes pozos exploratorios (calicatas):

Calicata N° 01, se ubicó la primera calicata en el punto km 0+100, extrayendo la muestra a una profundidad de 1.50 metros de la avenida Asunción.



**Figura 02:** Extrayendo la muestra de suelo de fundación.

Fuente: Producción propia.



**Figura 03:** Calicata (C-1), progresiva: km 0+100.

Fuente: Producción propia.



Calicata N° 02, se ubicó la segunda calicata en el punto 0+450 km, extrayendo una muestra a una profundidad de 1.50 m de la avenida Asunción.



**Figura 04:** Calicata (C-2), progresiva: km 0+450.

Fuente: Producción propia.

Calicata N° 03, se ubicó la tercera calicata en el punto km 0+710, extrayendo una muestra a una profundidad de 1.50 metros de la avenida Asunción.



**Figura 05:** Calicata (C-3), progresiva: km 0+710.

Fuente: Producción propia.

### 3.5.1. Ensayos Realizados en Laboratorio

#### EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO

Se analizó el área de estudio y se identificó las zonas más afectadas, posteriormente se realizó tres calicatas y se constató que el suelo es homogéneo en el trayecto de la Av. Asunción, se procedió a realizar el ensayo iniciando con el cuarteo de la muestra, seguidamente se introdujo una cierta cantidad al juego de tamices, posteriormente se realizó movimientos con las manos de un lado para otro, haciendo que la muestra caiga verticalmente en los distintos tamices, una vez realizado se van separando los tamices y se empieza a pesar las muestras retenidas, finalmente se realiza la curva granulométrica. Los equipos utilizados para los respectivos ensayos son: Juego de Tamices, horno para el secado, vasijas, bandejas y brocha.



**Figura 06:** El secado de la muestra para su respectivo tamizado.

Fuente: Producción propia.



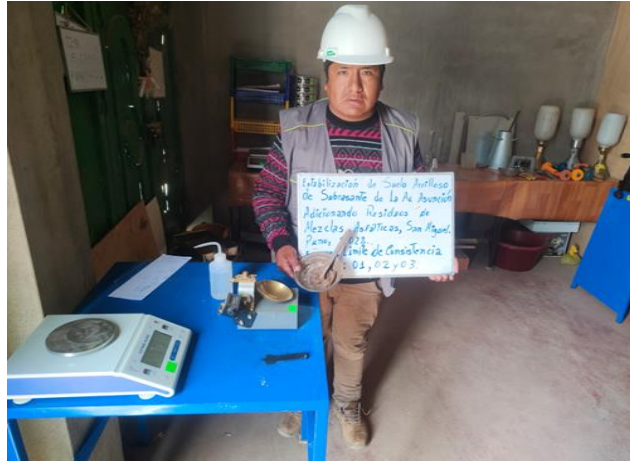
**Figura 07:** El respectivo cuarteo de la muestra.  
Fuente: Producción propia.



**Figura 08:** Tamices para la granulometría.  
Fuente: Producción propia.

## LÍMITES DE ATTERBERG

Para el ensayo de limite Líquido primeramente se debe disponer que la muestra debe de estar debidamente seca y posteriormente tiene que pasar la malla número 40, con un aproximado de 250 gr., posteriormente se humedecerá el espécimen y luego mezclamos hasta alcanzar que sea homogéneo, tal como lo menciona la Norma Técnica Peruana 339.129 y ASTM D - 424, en donde nos da a conocer los procedimientos del ensayo en el laboratorio. Los equipos empleados son: La Copa de Casagrande, Canalizador, taras, espátulas, recipiente, balanza, horno y el tamiz número 40.



**Figura 09:** Determinación del Límite Líquido respectivamente.

Fuente: Producción propia.



**Figura 10:** Determinación de Límite Líquido en laboratorio.

Fuente: Producción propia.

Para determinar el ensayo del límite plástico del suelo y así mismo para el índice de plasticidad, se empezó a realizar bajo los procedimientos expuestos en la Norma Técnica Peruana 339.129 y ASTM D - 424, los equipos empleados son: Espátula, balanza, placa de vidrio, horno, vasijas, tamiz número 40 y taras.



**Figura 11:** Determinación de Límite plástico.  
Fuente: Producción propia.



**Figura 12:** Peso de la muestra.  
Fuente: Producción propia.

## EL PROCTOR MODIFICADO PARA EL SUELO DE SUBRASANTE

El presente ensayo tiene el propósito de determinar la relación del contenido de humedad con el peso unitario seco del respectivo suelo y se visualizará en la gráfica de la curva de compactación, se inició con el ensayo tal como lo describe en la “Norma Técnica Peruana” NTP 339.141 - ASTM D 1557, que permite conocer el procedimiento para la prueba de compactación del suelo natural en laboratorio. Los equipos que se utilizó son los siguientes: Moldes para Proctor de

6" de diámetro, martillo manual, horno, balanza, regla metálica, bandeja, tamices y brocha.



**Figura 13:** El ensayo de Proctor.

Fuente: Producción propia.



**Figura 14:** El ensayo de Proctor Modificado de la subrasante.

Fuente Producción propia.

## SUELO DE CBR DEL SUELO NATURAL

Es en donde se determina la resistencia del suelo, como también se le conoce como el valor de la relación de soporte y es muy conocido como CBR, primeramente, se realizó el análisis del suelo natural y fue debidamente preparado para su estudio, considerando las condiciones establecidas tanto de su humedad y su densidad del suelo, todo esto nos guía el ASTM D - 1883. Los equipos que se utilizó son los siguientes: Moldes para CBR de 6", placa perforada

de molde, brocha, balanza, tamices, espátulas, prensa para forzar la penetración y pisón manual.



**Figura 15:** Determinación de CBR para suelo natural.

Fuente: Producción propia.

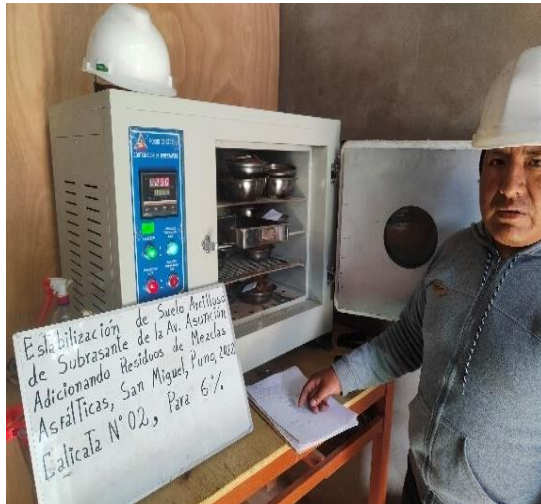
#### ADICIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICAS

Después de efectuar los ensayos en laboratorio del suelo de fundación y obtener todos los resultados se empezó a realizar las mezclas correspondientes entre el suelo natural y la incorporación de 2%, 4% y 6% de residuos de mezclas asfálticas, y posteriormente se inició a realizar los ensayos con las muestras correspondientes como el límite de Consistencia, Proctor Modificado y el CBR.



**Figura 16:** Adición del 2%, 4% y 6% de la mezcla asfáltica con suelo natural.

Fuente: Producción propia.



**Figura 17:** Adición del 6% de residuos de mezclas asfálticas con suelo natural, extrayendo del horno.

Fuente: Producción propia.

## DISEÑO PARA EL ESPESOR ADECUADO CON ADICIÓN DE RESIDUOS DE MESCLAS ASFÁLTICAS

Para validar el diseño para un espesor adecuado, se harán con los lineamientos del Manual de Carreteras del MTC en la Sección Suelos y Pavimentos, refiere que el CBR debe tener un valor de  $\geq 6\%$ , permite analizar las dimensiones del área de terreno que se está estabilizando con residuos de mezclas asfálticas, teniendo la expresión numérica para obtener el resultado del CBR equivalente que es lo siguiente:

$$CBR_p = \frac{D_1^3 CBR_1 + D_2^3 CBR_2}{(D_1)^3 + (D_2)^3}$$

En donde:

$CBR_{equivalente}$  = CBR Ponderado.

$D_1$  = Dimensión del Suelo Estabilizado.

$D_2$  = Dimensión del Suelo Natural.

$CBR_1$  = Es el CBR de Suelo Estabilizado.

$CBR_2$  = Es el CBR de Suelo Natural.



## RESUMEN DE ANÁLISIS DE TRÁFICO

**Tabla 03:** Proyección de tráfico para el 2043.

IMDA CLASIFICADO							Observaciones
Año	Auto/Camioneta	Micro/Camioneta Rural	Bus	Camión 2E	Camión 3E	Total	
2022	179	68	33	35	30	345	Estudio realizado.
2023	180	68	34	36	31	349	Ejecución de la obra.
2043	220	48	52	57	42	455	Año de operación vial.

Fuente: Producción propia.

**Tabla 04:** ESAL de diseño.

Tasa anual de crecimiento vehículos pesados	r	3.21
Tiempo de vida útil del pavimento (años)	n	20
Factor Fca vehículos pesados $Factor\ Fca = \frac{[(1+r)^n - 1]}{r}$	Fca	27.45
Factor direccional factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.4
Numero de repeticiones de ejes equivalentes (ESAL) $REE = 365 * (\sum EE * IMDa) * Fd * Fc * Fca$	ESAL	750674.2

IMDA= 187.31

Fuente: Producción propia

### 3.6. Método de Análisis de Datos

Después de realizar los ensayos en laboratorio de principio a final, se manejarán los resultados cuidadosamente considerando todas las Normas, libros, artículos y demás información que pudiera ser útil, además para validar las hipótesis respectivos se utilizó la estadística inferencial empleando el software SPSS v26.

### 3.7. Aspectos Éticos

El proyecto de investigación se realizará con toda veracidad, los resultados adquiridos u obtenidos en el laboratorio que se manejarán con honestidad, confiabilidad y responsablemente sin tener ningunas alteraciones en todo el proyecto, como también respetando los derechos del autor, se citarán toda la información que se pudiera adquirir, igualmente respetando la normativa de la Universidad Cesar Vallejo, cumpliendo a cabalidad con todos los valores de la Institución.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Descripción de la Zona de Estudio

#### 4.1.1 Ubicación del Proyecto

El proyecto de investigación se ubica en el distrito de San Miguel, provincia de San Román, departamento de Puno, con Latitud de 15° 28` 18” y Longitud de 70° 7` 25”, con altitud de 3,842 m.s.n.m., y el área de estudio se ubica en la Av. Asunción, en las progresivas de km 0+000 a km 0+750.



**Figura 18:** Ubicación de proyecto.

Fuente: Producción propia.

#### 4.1.2. Limites

- Norte : Con las provincias de Lampa y Azángaro.
- Sureste y oeste : Con distrito de Juliaca.
- Este : Con la provincia de Huancané y distrito de Caracoto.

### 4.1.3. Ubicación Geográfica

El distrito de San Miguel tiene las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur 15° 28` 43" y longitud Oeste 70° 07` 27" y tiene un área total de 122 km<sup>2</sup>, con una altitud de 3,842 m.s.n.m., con una población de 62,463 habitantes.

### 4.1.4. Clima

El distrito de San Miguel posee un clima frígido, ventoso y con poca humedad, además en tiempos de lluvias entre los meses de diciembre a marzo suelen presentarse las granizadas, las nevadas, los relámpagos, los rayos y los vientos, estos acontecimientos son de forma constantes. La temperatura varía de -5°C a 18°C y rara vez disminuye a -10°C o incrementa a más de 25°C.

## 4.2. Objetivo Especifico 01.

Disminuir la plasticidad del suelo de subrasante de la Av. Asunción.

Primeramente, se empezó a realizar el análisis del suelo natural con los parámetros siguientes: Análisis Granulométrico, Límite de Consistencia, Proctor Modificado y CBR, de igual forma se realizó los ensayos con adición de los residuos de mezcla asfáltica y los resultados se detallan a continuación:

**Tabla 05.** Resumen de todos los resultados del suelo natural.

DESCRIPCIÓN / CALICATA		CALICATA 01	CALICATA 02	CALICATA 03
ALTURA DE LA CALICATA (m)		1.5	1.5	1.5
PROFUNDIDAD DE NIVEL FREÁTICO (m)		-	-	-
GRANULOMETRÍA	GRAVA (%)	-	-	-
	ARENA (%)	24.4	23.6	15.5
	FINOS (%)	75.6	76.2	72.9
CLASIFICACIÓN	SUCS	CL	CL	CL
	AASHTO	A-7-6 (12)	A-7-6 (12)	A-7-6 (11)
LÍMITE DE CONSISTENCIA	LL	41.89	42.55	41.18
	LP	23.89	23.79	22.64
	IP	18.00	18.76	18.54
PROCTOR MODIFICADO	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	1.57	1.55	1.56
	CHO (%)	23.4	24.3	24.00
CBR	95 % MDS (%)	5.05	5.00	5.05
	100 % MDS (%)	5.89	5.52	5.81

Fuente: Producción propia.

Según la tabla 05, los resultados conseguidos en los ensayos para los pozos exploratorios 01, 02 y 03, según la clasificación de suelo SUCS y la clasificación de suelo AASHTO, se puede evidenciar que los suelos analizados son homogéneos, así mismo el suelo con menor porcentaje de CBR al 95% le corresponde a la calicata número 02 con un valor de 5% de MDS y con un suelo fino considerable, y seguidamente se adicionó los residuos de mezcla asfáltica al suelo natural, con dosificaciones de 2%, 4% y 6%.

Los resultados para el objetivo específico 01, se detallan a continuación.



**Figura 19:** Muestra de residuo de mezcla asfáltica y suelo natural.

Fuente: Producción propia.



**Figura 20:** Incorporación de residuo de mezcla asfáltica al suelo natural.

Fuente: Producción propia.



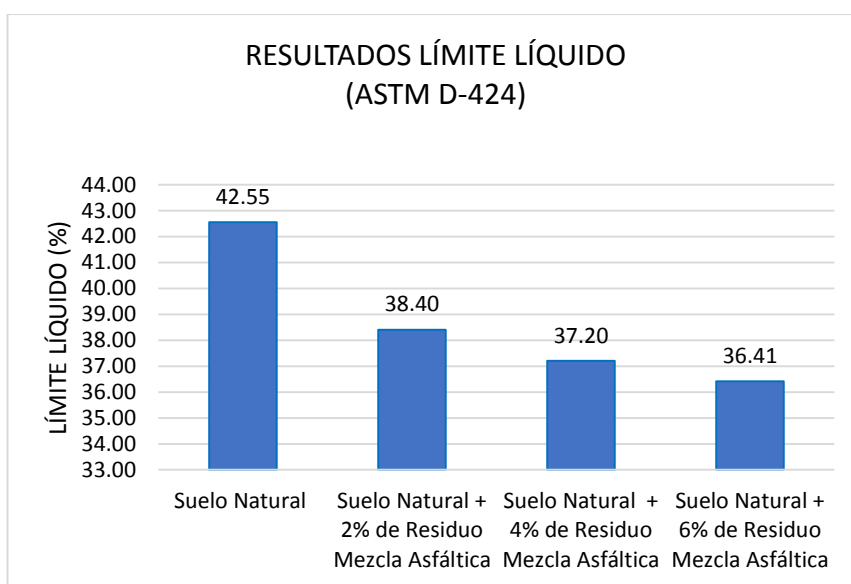
**Figura 21:** Ensayo de Limite Liquido, adicionando residuo de mezcla asfáltica al suelo natural.

Fuente: Producción propia.

**Tabla 06:** Valores para el Límite Liquido con adición de residuos de Mezcla Asfáltica.

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO (%)
Suelo Natural	42.55
Suelo Natural + 2% de Residuo Mezcla Asfáltica	38.4
Suelo Natural + 4% de Residuo Mezcla Asfáltica	37.2
Suelo Natural + 6% de Residuo Mezcla Asfáltica	36.41

Fuente: Producción propia.



**Figura 22:** Limite Liquido adicionando residuo de mezcla asfáltica.

Fuente: Producción propia.

Mediante la tabla 06 y la figura 22, el resultado del límite líquido del suelo natural tiene un valor de 42.55%, el cual disminuye con la combinación de 2% de residuos de mezcla asfáltica a 38.40%, como también con la adición de 4% de residuo de mezcla asfáltica se reduce a 37.20% y con el empleo de 6% de residuo de mezcla asfáltica llega a aminorar a 36.41%.



**Figura 23:** Ensayo Limite plástico.

Fuente: Producción propia.



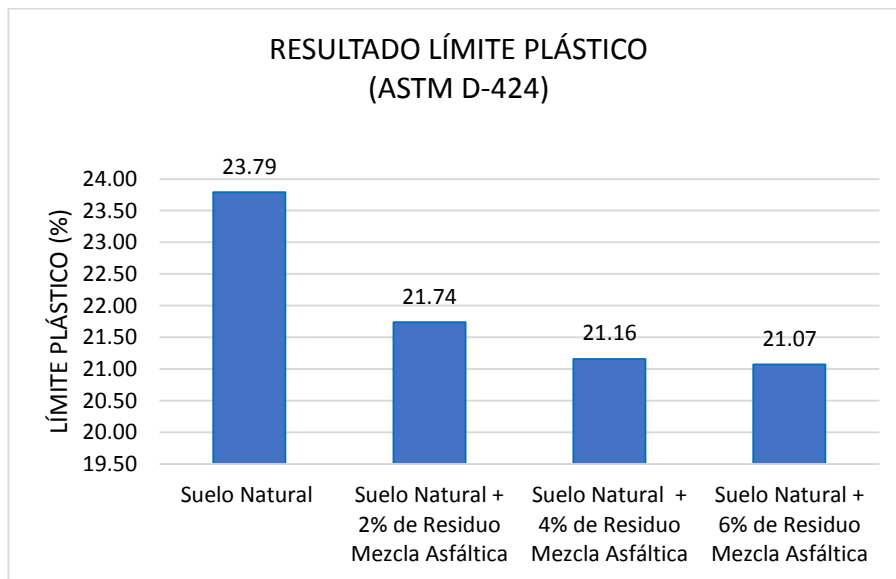
**Figura 24:** Ensayo Limite plástico.

Fuente: Producción propia.

**Tabla 07:** Valores para el Limite Plástico con adición de residuos de Mezcla Asfáltica.

MUESTRA	LÍMITE PLÁSTICO (%)
Suelo Natural	23.79
Suelo Natural + 2% de Residuo Mezcla Asfáltica	21.74
Suelo Natural + 4% de Residuo Mezcla Asfáltica	21.16
Suelo Natural + 6% de Residuo Mezcla Asfáltica	21.07

Fuente: Producción propia.



**Figura 25:** Limite plástico adicionando residuo de mezcla asfáltica.

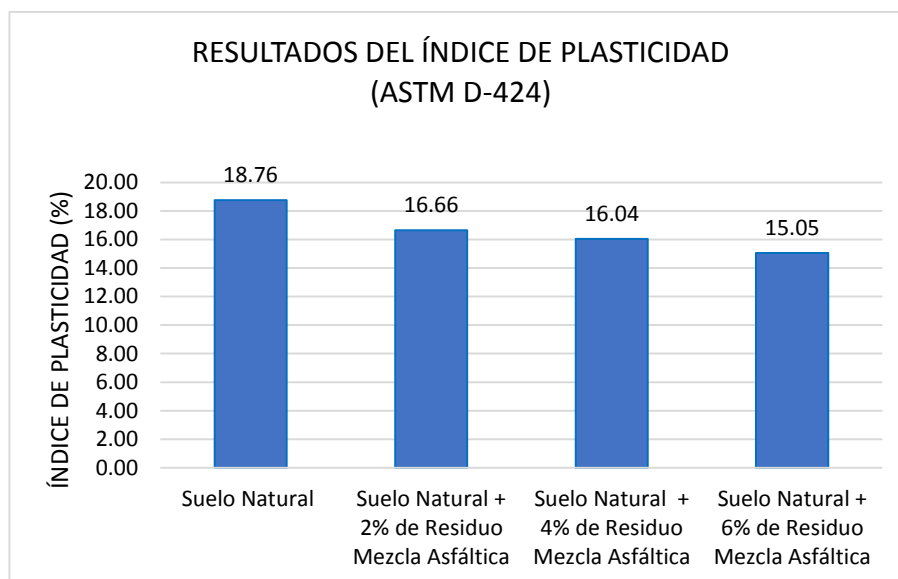
Fuente: Producción propia.

Según los valores que se evidencia en la figura 25 y la tabla 07, el resultado de limite plástico para un suelo natural de subrasante es de 23.79%, con la incorporación de 2% de mezcla asfáltica se reduce a 21.74% de limite plástico, con el aumento de 4% de residuo de mezcla asfáltica esto disminuye a 21.16%, y por último con el incremento de 6% decrece a 21.07%.

**Tabla 08:** Valores para el Índice de Plasticidad con combinación de residuos de Mezcla Asfáltica.

MUESTRA	ÍNDICE DE PLASTICIDA (%)
Suelo Natural	18.76
Suelo Natural + 2% de Residuo Mezcla Asfáltica	16.66
Suelo Natural + 4% de Residuo Mezcla Asfáltica	16.04
Suelo Natural + 6% de Residuo Mezcla Asfáltica	15.05

Fuente: Producción propia.



**Figura 26:** Índice de Plasticidad adicionando residuo de mezcla asfáltica.

Fuente: Producción propia.

En la tabla 08 y la figura 26, indica los resultados para el índice de plasticidad del suelo natural es 18.76%, con la combinación del suelo natural con el 2% de residuos de mezcla asfáltica baja el índice de plasticidad a 16.66%, con la utilización de 4% de residuo de mezcla asfáltica se reduce el índice de plasticidad a 16.04% y con la combinación de suelo natural con residuos de mezcla asfáltica de 6% decrece el índice de plasticidad a 15.05%.

### 4.3. Objetivo Especifico 02.

Determinar la influencia de los residuos de mezcla asfáltica en el CBR de la subrasante.





**Figura 27:** Ensayo Proctor Modificado adicionando mezcla asfáltica.

Fuente: Producción propia.



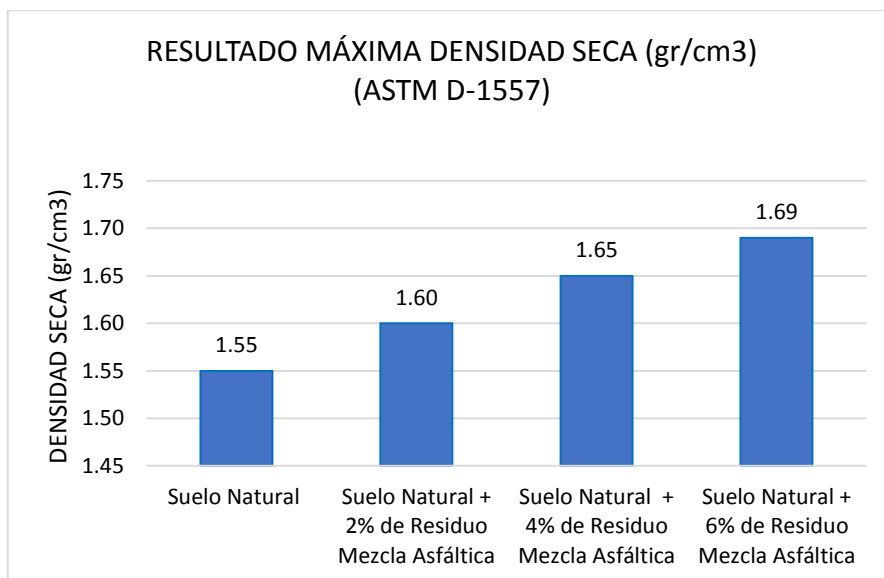
**Figura 28:** Ensayo Proctor Modificado de la subrasante adicionando residuos de mezclas asfálticas.

Fuente: Producción propia.

**Tabla 09:** Valores para el Máxima Densidad Seca con adición de residuos de Mezcla Asfáltica.

MUESTRA	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
Suelo Natural	1.55
Suelo Natural + 2% de Residuo Mezcla Asfáltica	1.60
Suelo Natural + 4% de Residuo Mezcla Asfáltica	1.65
Suelo Natural + 6% de Residuo Mezcla Asfáltica	1.69

Fuente: Producción propia.



**Figura 29:** Valores de Proctor Modificado adicionando mezclas asfálticas.

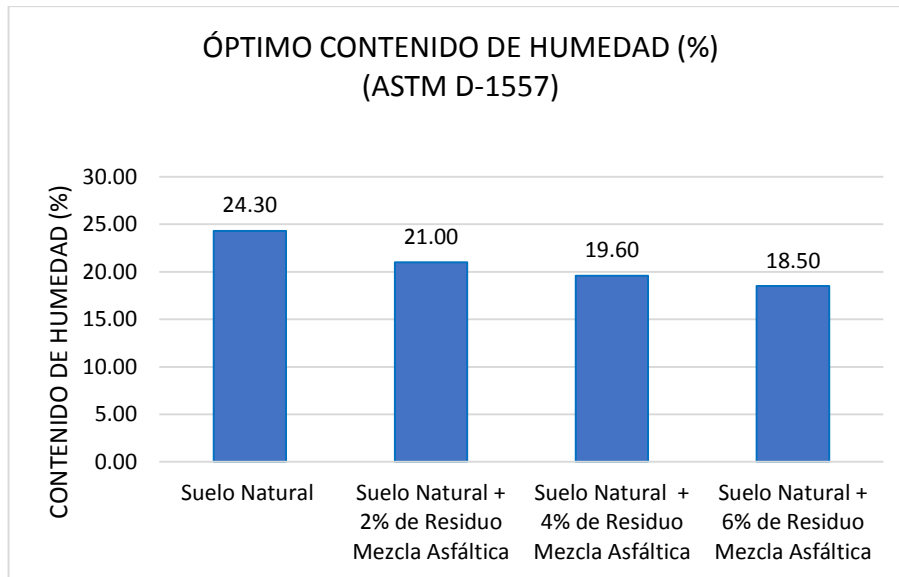
Fuente: Producción propia.

De la tabla 09 y figura 29, se puede percibir el incremento sucesivamente de la máxima densidad seca que se consigue con la prueba de Proctor Modificado y se expresa en gramos por centímetro cúbico, se inicia con el resultado del suelo natural con un valor de 1.55 gr/cm<sup>3</sup>, luego al adicionarse el 2% de residuo de mezcla asfáltica resultó tener un resultado de máxima densidad seca de 1.60 gr/cm<sup>3</sup>, con el uso de 4% de residuo de mezcla asfáltica se consiguió un resultado de la máxima densidad seca de 1.65 gr/cm<sup>3</sup> y con la combinación de 6% de residuo de mezcla asfáltica su resultado de máxima densidad seca es de 1.69 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 10:** Valores para Óptimo Contenido de Humedad con adición de residuos de Mezcla Asfáltica.

MUESTRA	EL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)
Suelo Natural	24.30
Suelo Natural + 2% de Residuo Mezcla Asfáltica	21.00
Suelo Natural + 4% de Residuo Mezcla Asfáltica	19.60
Suelo Natural + 6% de Residuo Mezcla Asfáltica	18.50

Fuente: Producción propia.



**Figura 30:** Óptimo Contenido de Humedad (%) con adición de residuos mezclas asfálticas.

Fuente: Producción propia.

En la tabla 10 y figura 30, los valores del contenido de humedad óptimo están expresados en porcentajes, donde el resultado del suelo natural es de 24.30%, que al adicionar el 2% de residuo de mezcla asfáltica decrece el contenido de humedad óptimo a 21%, posteriormente al combinarse con el 4% de mezcla asfáltica el resultado decrece a 19.60% y al adicionarse el 6 % de mezcla asfáltica el contenido de humedad baja el valor a 18.50 %.



**Figura 31:** Adicionando al suelo natural el 2%, 4% y 6% de mezcla asfáltica.

Fuente: Producción propia.



**Figura 32:** Prueba de CBR - Inmersión.

Fuente: Producción propia.



**Figura 33:** Prueba del CBR con adición de residuos de mezcla asfáltica.

Fuente: Producción propia.



**Figura 34:** Prueba del CBR compactado con incorporación de residuos de mezclas asfálticas.

Fuente: Producción propia.



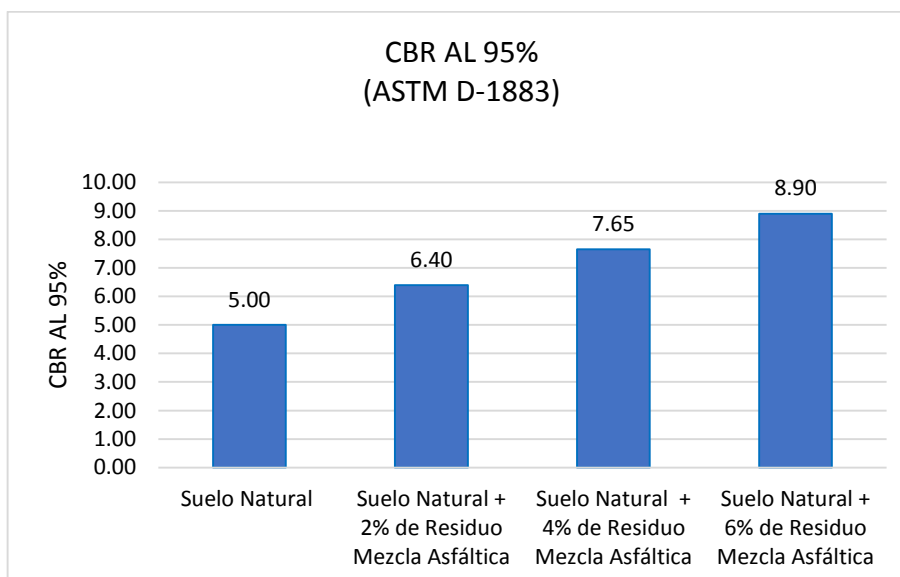
**Figura 35:** Prueba de penetración con adición de residuos de mezclas asfálticas.

Fuente: Producción propia.

**Tabla 11:** Resultados del CBR al 95%, con aumento de residuos de Mezcla Asfáltica.

MUESTRA	CBR AL 95%
Suelo Natural	5.00
Suelo Natural + 2% de Residuo Mezcla Asfáltica	6.40
Suelo Natural + 4% de Residuo Mezcla Asfáltica	7.65
Suelo Natural + 6% de Residuo Mezcla Asfáltica	8.90

Fuente: Producción propia.



**Figura 36:** Valores de CBR incluyendo 2%, 4% y 6% de residuos de Mezcla Asfáltica.

Fuente: Producción propia.

En la tabla 11 y la figura 36, los resultados del CBR para una compactación al 95%, donde el CBR del suelo natural es de 5.00%, con el aumento del residuo de mezclas asfálticas de 2% incrementa el CBR del suelo natural a 6.40%, con añadir el 4% de residuo de mezcla asfáltica al suelo natural sube el valor del CBR a 7.65%, con la adición de 6% de residuo de mezcla asfáltica de igual manera aumenta el CBR a 8.90%. Con la utilización de mezcla asfáltica se pudo evidenciar el incremento sucesivamente al combinarse con el producto de mezcla asfáltica.

#### 4.4. Objetivo Especifico 03.

Validar con un diseño adecuado el espesor del suelo estabilizado con residuos de mezclas asfálticas.

Para el adecuado diseño del espesor por estabilizar se asumió los resultados obtenidos del CBR, con adiciones de 2%, 4% y 6% de residuos de mezclas asfálticas al suelo de subrasante, los siguientes valores son:

Suelo natural = 5.00%

Suelo natural más 2% de residuo de mezcla asfáltica = 6.40%

Suelo natural más 4% de residuo de mezcla asfáltica = 7.65%

Suelo natural más 6% de residuo de mezcla asfáltica = 8.90%

Se reemplaza a la fórmula:

$$CBR_{equivalente} = \frac{D_1^3 CBR_1 + D_2^3 CBR_2}{(D_1)^3 + (D_2)^3}$$

Remplazando los datos para un espesor de 0.90 m, con la combinación de suelo natural más 2% de residuos de mezclas asfálticas con un CBR de 6.40%.

$$CBR_{equivalente} = \frac{0.90^3(6.40\%) + 0.60^3(5.00\%)}{0.90^3 + 0.60^3}$$

$$CBR_{equivalente} = 6.08\%$$

Para un espesor de 0.75 m, con la combinación de suelo natural más 4% de residuos de mezcla asfáltica con un CBR de 7.65%.

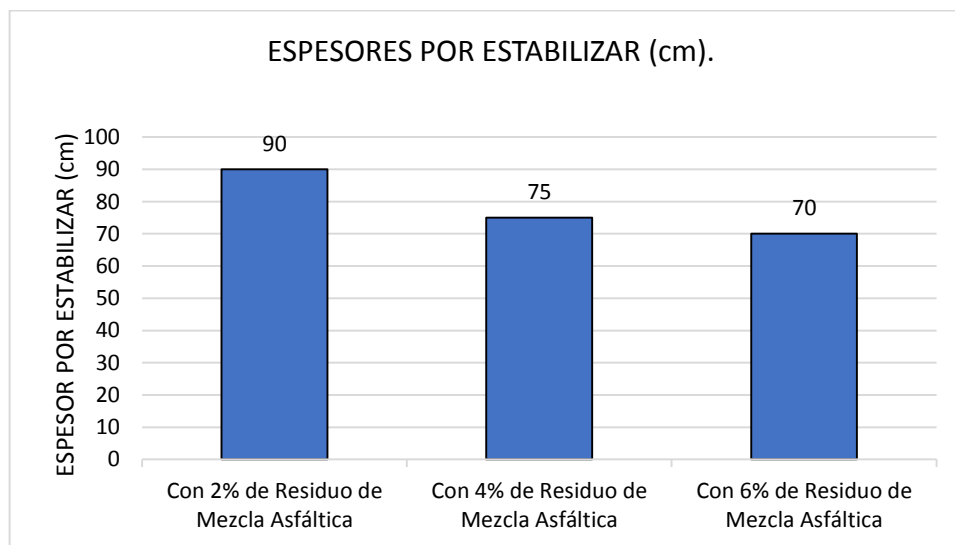
$$CBR_{equivalente} = \frac{0.75^3(7.65\%) + 0.75^3(5\%)}{0.75^3 + 0.75^3}$$

$$CBR_{equivalente} = 6.33\%$$

Para un espesor de 0.70 m, con la combinación de suelo natural más 6% de residuo de mezcla asfáltica con un CBR de 8.9%.

$$CBR_{equivalente} = \frac{0.70^3(8.90\%) + 0.80^3(5.00\%)}{0.70^3 + 0.80^3}$$

$$CBR_{equivalente} = 6.56\%$$



**Figura 37:** los valores de espesores por estabilizar.

Fuente: Producción propia.

En la presente investigación con el fin de diseñar el espesor por estabilizar se estimó una altura de 1.50 metros, para lo cual a esa altura se disipa los esfuerzos de la vía y se obtiene dos estrados de suelo como: D1 espesor del suelo estabilizado y D2 espesor del suelo natural. Los resultados de los espesores

obtenidos con la fórmula mencionada, donde al combinarse el suelo natural con el 2% de residuos de mezcla asfáltica se estimó un espesor de 0.90 metros(D1), donde obtuvo un  $CBR_{equivalente}$  de 6.08%, para el suelo estabilizado con el 4% de residuos de mezcla asfáltica para un espesor de 0.75 metros(D1), donde obtuvo un  $CBR_{equivalente}$  de 6.33%, luego para estabilizar el suelo natural con incorporación de 6% de residuos de mezcla asfáltica se estimó un espesor de 0.70 metros(D1), donde obtuvo un  $CBR_{equivalente}$  de 6.56%. Los resultados adquiridos del CBR equivalente terminan cumpliendo con los conceptos básicos del Manual de Carreteras del MTC en la sección Suelos y Pavimentos, siendo  $\geq 6\%$  CBR, así mismo con la Norma AASHTO.

## DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Para un adecuado diseño del pavimento se realizó con acorde a las Especificaciones Generales del Manual de Carreteras del MTC (2013), y empleando los lineamientos indicados por AASHTO 93.

El resultado del ESAL de diseño es  $7.51E+05$  (750674 EE).

El resultado del ESAL es  $7.51E+05$  (750674 EE), para lo cual los parámetros que establece en las Especificaciones Generales del Manual de Carreteras del MTC (2013), indica que pertenece a Tp4, en donde menciona que es una carretera de poco tráfico como también tiene una confiabilidad de 80% y una desviación estándar de -0.842. Después de verificar a la categoría al que pertenece la vía de acuerdo al tráfico, se analizará el CBR del suelo estabilizado que tiene un resultado de 6.56%.

- Confiabilidad (R%):

$$R (\%) = 80\%$$

- Desviación Estándar (Zr):

$$Zr = -0.842$$



- Error Estándar Combinado (So):

Para los Pavimentos Flexibles los valores recomendados: 0.40 – 0.50, que está en el “Manual de Carreteras del MTC en la Sección Suelos y Pavimentos”, considera el valor de 0.45.

$$So = 0.45$$

- Serviciabilidad ( $\Delta$  PSI):

**Tabla 12:** Serviciabilidad Inicial (Pi).

EL TIPO DE CAMINO	EL TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		EL INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	TP4	750,001	1,000,000	3.80

Fuente: Manual de Carreteras del MTC de la sección suelos y pavimentos.

**Tabla 13:** Serviciabilidad Final (Pt).

EL TIPO DE CAMINO	EL TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		EL INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	TP4	750,001	1,000,000	2.00

Fuente: Manual de Carreteras del MTC de la sección suelos y pavimentos.

En donde:

$$Pi = 3.8$$

$$Pt = 2.0$$

Entonces:

$$\Delta PSI = Pi - Pt = 1.80$$

$$\Delta PSI = 1.80$$

- Módulo Resiliente (Mr):

$$\text{CBR} = 6.56\%$$

$$M_r = 8515.48 \text{ PSI} = 58.71 \text{ MPa}$$

- Numero estructural requerido (SN):

$$\log_{10}(w_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Reemplazando todos los valores:

$$SN = 2.907$$

Número estructural calculado

$$SN = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 + a_3 \cdot d_3 + m_3$$

**Tabla 14:** Valores del Coeficiente a1.

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR DEL COEFICIENTE ESTRUCTURAL a1 (cm)	OBSERVACIÓN
<b>CAPA SUPERFICIAL</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente módulo 2,965 Mpa en 20 oC (68 oF)	a1	0.170 / cm	Carpeta superficial recomendada para todos los tipos de tráfico

Fuente: Manual de Carreteras del MTC de la sección suelos y pavimentos.

**Tabla 15:** Valores del Coeficiente a2.

BASE			
Base Granular CBR 80% compactada al 100% de MDS	A2	0.052 / cm	Capa recomendada para tráfico ≤ 5'000,000 EE.

Fuente: MTC de la Sección Suelos y Pavimentos.

**Tabla 16:** Valores del Coeficiente a2.

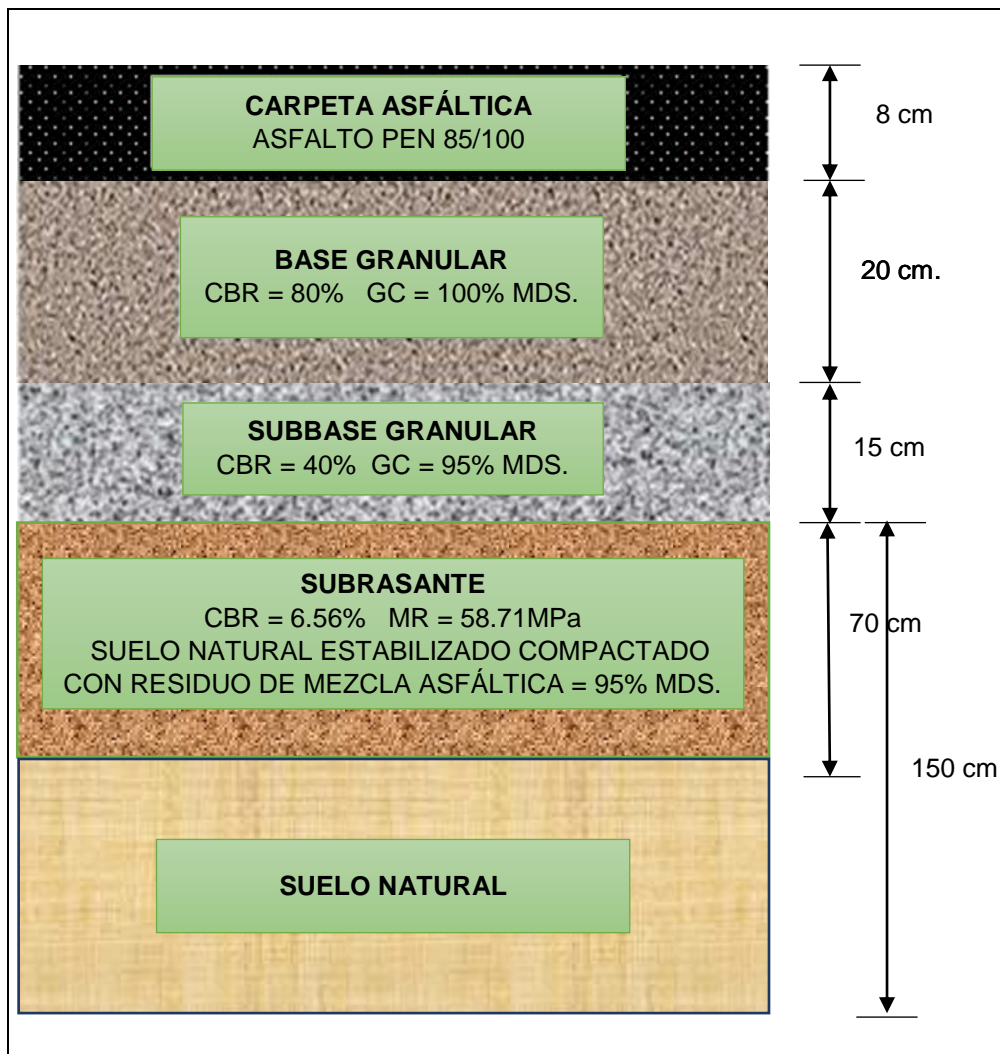
SUBBASE			
Base Granular CBR 40% compactada al 100% de MDS	a3	0.047 / cm	Capa recomendada para trafico $\leq 15'000,000$ EE.

Fuente: MTC de la Sección Suelos y Pavimentos.

En donde:

a1 = 0.175 / cm	d1 = 8cm	m2 = 1
a2 = 0.052 / cm	d2 = 20cm	m3 = 1
a3 = 0.047 / cm	d3 = 15cm	SN = 2.907

Por último, el diseño del Pavimento Flexible quedará de la siguiente forma:



**Figura 38:** Diseño de pavimento flexible.

Fuente: Producción propia.

## COSTOS:

**Tabla 17:** Costos para 1m<sup>3</sup> de Estabilización con Residuo de Mezcla Asfáltica.

MATERIALES	UND.	CANTIDAD	PRECIO (S/)	PARCIAL (S/)
Residuo Mezcla Asfáltica (6%).	m3	0.06	8.00	0.48
Agua.	m3	0.01	1.26	0.13
Cargador sobre llantas 100-150HP 2-2.5 yd3.	hm	0.10	120.00	12.00
Volquete 12 m <sup>3</sup> .	hm	0.10	80.00	8.00
Total				20.61

Fuente: Producción propia.

**Tabla 18:** Costos para 1m<sup>3</sup> de Estabilización con Cemento.

MATERIALES	UND.	CANTIDAD	PRECIO (S/)	PARCIAL (S/)
Cemento.	Bls	1.00	25.00	25.00
Agua.	m3	0.10	15.00	1.50
Total				26.50

Fuente: Farfán Gómez, Luis Gustavo.

Los resultados para los costos de los productos de residuos de mezclas asfálticas y cemento, se detallan en las tablas 12 y 13 e indica que para un metro cubico de residuos mezcla asfáltica obtuvo un costo de s/. 20.61 y con la utilización del cemento tiene un costo de s/. 26.50.

### 4.5. Contrastación de Hipótesis

#### PRUEBA DE NORMALIDAD

El presente trabajo se utilizó la prueba de Shapiro Wilk para la prueba de la normalidad de las variables que se analizó, donde la cantidad de las muestras es inferior a 50 y se formuló las hipótesis siguientes:

NORMALIDAD EN LAS DOSIFICACIONES DEL SUELO NATURAL CON RESIDUOS DE MEZCLAS ASFALTICAS (limite plástico).

H0: Datos de la variable x (Limite Plástico) tiene normalidad.

H1: Datos de la variable x (Limite Plástico) no tiene normalidad.

En el límite líquido en las dosificaciones del terreno natural con residuos de mezcla asfáltica, donde el valor de  $p > 5\% = 0.05$ , no se rechaza H0.

**Pruebas de normalidad**

**Tabla 19:** Prueba de normalidad para suelo natural con combinación de residuos de mezcla asfáltica (limite Plástico).

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificacion_Mezcla_Asfáltica	,151	4	.	,993	4	,972
Índice_Plasticidad	,313	4	.	,800	4	,103

Fuente: Producción Propia.

Si el p-valor  $\leq 0.05$  entonces se rechaza la hipótesis nula.

El resultado de p-valor es igual a 0.103, por lo tanto, el valor de 0.103 es mayor que el 0.05, entonces se logra aceptar la hipótesis nula; con lo cual los datos del Índice de plasticidad con la dosificación del suelo natural más el residuo de mezcla asfáltica resulta tener una normalidad de 5% de nivel de significancia.

NORMALIDAD DEL SUELO NATURAL COMBINADO CON RESIDUOS DE MEZCLAS ASFALTICAS (CBR).

Para el CBR con la combinación de suelo natural más residuos de mezclas asfálticas se acerca a una distribución normal, donde si el valor p es mayor que el 0,05 no se rechaza la hipótesis nula.

## Pruebas de normalidad

**Tabla 20:** Prueba de normalidad para suelo natural con adición de residuos de mezcla asfáltica (CBR).

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación_Mezcla_Asfáltica	,151	4	.	,993	4	,972
CBR	,316	4	.	,852	4	,232

Fuente: Producción Propia.

Como el p-valor  $\leq 0.05$  entonces se rechaza la hipótesis nula.

Si el p-valor es igual a 0.232, por lo cual el valor de 0.232 es mayor que el 0.05, con el resultado obtenido se admite la hipótesis nula; los datos de la variable CBR del suelo natural con residuos de mezcla asfáltica obtiene una normalidad de 5% de nivel de significancia.

PRUEBA DE CORRELACIÓN DE PEARSON “r” PARA LAS DOSIFICACIONES DEL SUELO NATURAL MÁS RESIDUOS DE MEZCLA ASFÁLTICA (Limite Plástico).

HO: Hipótesis nula: El Limite Plástico no están relacionados a la dosificación del suelo natural con residuos de mezcla asfáltica.

H1: Hipótesis alterna: El límite plástico están relacionados a la dosificación del suelo natural con residuos de mezcla asfáltica.

El nivel de significancia:  $\alpha$  es igual a 5% (0.05).

## Correlaciones

**Tabla 21:** Coeficiente de correlación “r” de para la dosificación suelo natural más residuos de mezcla asfáltica (Limite Plástico).

		Dosificacion_Mezcla_Asfáltica	Índice_Plasticidad
Dosificación_Mezcla_Asfáltica	Correlación de Pearson	1	-,889*
	Sig. (bilateral)		,111
	N	4	4
Índice_Plasticidad	Correlación de Pearson	-,889*	1
	Sig. (bilateral)	,111	
	N	4	4

Fuente: Producción propia.

Como p-valor es  $\leq 0.05$  entonces se rechaza la hipótesis nula.

p-valor es igual a 0.111, por lo cual el valor de 0.111 es mayor que el 0.05, entonces se acepta la hipótesis nula; por lo cual tiene una existencia estadística significativa que la variable del Índice de plasticidad no está vinculada de manera directa y positiva con la incorporación de residuos de mezclas asfálticas ( $r = -0.889$ ).

### PRUEBA DE CORRELACIÓN DE PEARSON “r” PARA LAS DOSIFICACIONES DEL SUELO NATURAL MÁS RESIDUOS DE MEZCLA ASFÁLTICA (CBR).

HO: Hipótesis nula: El CBR no está relacionado a la dosificación del suelo natural con residuos de mezcla asfáltica.

H1: Hipótesis alterna: El CBR está relacionado a la dosificación del suelo natural con residuos de mezcla asfáltica.

El nivel de significancia:  $\alpha=5\%$  (0.05).

## Correlaciones

**Tabla 22:** Coeficiente de correlación “r” para el suelo natural más adición de residuos de Mezcla Asfáltica (CBR).

		Dosificacion_Mezcla_Asfáltica	CBR
Dosificación_Mezcla_Asfáltica	Correlación de Pearson	1	,990*
	Sig. (bilateral)		,010
	N	4	4
CBR	Correlación de Pearson	,990*	1
	Sig. (bilateral)	,010	
	N	4	4

Fuente: Producción propia.

Como p-valor  $\leq 0.05$  entonces se rechaza la hipótesis nula.

Si p-valor es igual a 0.010, entonces el valor de 0.010 es menor que el 0.05, desde luego se admite la hipótesis alterna; por lo cual el resultado existe una certeza estadística significativa que la variable CBR se encuentra relacionado de manera directa y positiva con la combinación de residuos de mezclas asfálticas ( $r = 0.990$ ).



## V. DISCUSIÓN

Discusión 01: Barriga (2022), en su tesis de investigación empleó el cemento para la estabilización del suelo de fundación y tuvo una clasificación de suelo, según AASTHO un A-7-6 y según SUCS un CL, y con dosificaciones 2%, 4% y 6% de cemento, el índice de Plasticidad del suelo de fundación fue 15.43%, disminuyendo a valores a 7.4%, 7.0% y 6.7%. Así mismo también realizó un estudio con adición con Cal para la disminución del índice de plasticidad y obteniendo valores de 8.8%, 7.8% y 7.1%. Con respecto a ello, en la presente tesis tuvo una clasificación de suelo natural según AASTHO un A-7-6 y según SUCS un CL, por lo tanto para disminuir el índice plasticidad del suelo de fundación de la Av. Asunción del distrito de San Miguel del departamento de Puno, se analizó el suelo subrasante adicionando con residuos de mezclas asfálticas con 2%, 4% y 6% respectivamente, consiguiendo reducir el índice de plasticidad del suelo de fundación de un valor de 18.75% se reduce a valores de 16.66%, 16.04% y 15.05. Los resultados obtenidos se comprueban que el índice de plasticidad disminuye en los tres estudios realizados como consecuencia al incorporarse los productos de los residuos de mezcla asfáltica, cal y cemento.

Discusión 02: Choque y Ramírez (2022), el cual realizó el estudio de residuos de concreto premezclado para aumentar la estabilidad de la subrasante en el distrito de San Miguel, región de Puno, se dosificaron con 5%, 10% y 20% de residuo de concreto premezclado, el CBR del suelo de subrasante incrementó de un valor de 4.22% a 6.51%, 9.34% y 11.58% respectivamente. Así mismo, se tiene como antecedente internacional a Moreira y Quiroz (2017), en su investigación realizó la estabilización del suelo de subrasante con emulsión asfáltica en Ambato en el país de Ecuador y los resultados que obtuvo el investigador para incrementar el CBR del suelo de subrasante, dosificando con 3%, 6% y 9% de emulsión asfáltica, incrementando a valores de 8.8%, 28% y 60% respectivamente. Los resultados que se obtuvieron en la presente tesis con incorporación de residuos de mezclas asfálticas se constataron que adicionando el 2%, 4% y 6% de residuos de mezcla asfáltica, el CBR del suelo de subrasante incrementa de un valor de 5% a 6.40%, 7.65% y 8.90% respectivamente. Donde se comprueba con los valores adquiridos en el ensayo de CBR incrementan en los tres análisis

realizados tanto de Choque y Ramírez (2022) y Moreira y Quiroz (2017), así como también en la presente investigación.

Discusión 03: Barriga (2021), obtuvo como resultado el espesor por estabilizar empleando cal y cemento, obteniendo los resultados de la combinación del suelo natural más el 4% de cal y suelo natural más el 4% de cemento y se determinó el espesor por estabilizar a 40 cm para ambas combinaciones tanto con cemento y cal, así mismo el CBR ponderado con estabilización con cal es 9.26% y para el CBR ponderado del cemento es 10.4%. Para la presente tesis se determinó el espesor por estabilizar con la incorporación de 6% de residuos de mezclas asfálticas con un CBR ponderado de 6.56%, y se determinó el adecuado espesor por estabilizar a 70 cm. Conociendo el espesor de cal y cemento resultan ser inferiores en el espesor por estabilizar en el presente trabajo de investigación, por consiguiente, se valida la tercera hipótesis específica que menciona que la estabilización de subrasante usando residuos de mezcla asfáltica incrementaría la capacidad del suelo de fundación estratificado y cumple con el Manual de Carreteras del MTC de la Sección Suelo y Pavimentos (2013) y AASHTO.

## VI. CONCLUSIONES

Conclusión 01: En la presente investigación se abordó los problemas que existe en el suelo de subrasante de la Avenida Asunción, ubicado en el distrito de San Miguel de la región de Puno, para lo cual se incorporó los residuos de mezcla asfáltica con fines de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, donde específicamente se evaluaron los siguientes parámetros como el índice de plasticidad, CBR y por último se analizó la profundidad para estabilizar.

Conclusión 02: En relación a la plasticidad del suelo, se verifica que dosificando con 2%, 4% y 6% de residuos de mezcla asfáltica, la plasticidad del suelo natural disminuye de un valor de 18.75% a valores de 16.66%, 16.04% y 15.05% respectivamente, con lo cual se valida que con mayor incorporación de residuo de mezcla asfáltica la plasticidad del suelo disminuye.

Conclusión 03: De acuerdo a la evaluación del CBR del suelo de subrasante, se constató que adicionando el 2%, 4% y 6% de residuos de mezcla asfáltica, el CBR del suelo de subrasante incrementa de un valor de 5% a 6.40%, 7.65% y 8.90%, para lo cual se valida la presente investigación, así mismo cumple con los Especificaciones Generales del Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (EG - 2013) que indica que el CBR debe de ser  $\geq 6\%$ .

Conclusión 04: Para fines de determinar el espesor por estabilizar se utilizó el concepto de CBR equivalente y se complementó con las Especificaciones Generales del Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (EG - 2013) que indica que el CBR debe de ser  $\geq 6\%$ , en ese sentido, se realizó diferentes procesos analíticos llegando a la conclusión que el diseño de espesor por estabilizar es a 70 cm, conociendo el resultado se determinó para un diseño de pavimento flexible con los siguientes espesores: para carpeta asfáltica con un espesor de 8 cm, base con un espesor de 20 cm y subbase con un espesor de 15 cm.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Recomendación 01: Se recomienda ampliar la investigación con dosificaciones mayores de 2%, 4% y 6 de residuos de mezcla asfáltica, con el fin de establecer las magnitudes adecuadas para la estabilización de los suelos de subrasante debido a los problemas de baja capacidad de soporte del suelo.

Recomendación 02: Se recomienda investigar el comportamiento del producto de los residuos de mezclas asfálticas como estabilizante frente a otros tipos de suelo natural adicionando las mismas dosificaciones para evaluar en cuanto incide en los resultados con respecto a la presente investigación.

Recomendación 03: Se recomienda efectuar una comparación de costos con otros productos de estabilización como la cal y aceites reciclados de vehículos motorizados.

Recomendación 04: Se recomienda a los Gobiernos Regionales como también a los Gobiernos Municipales que se formalice los depósitos de materiales excedentes (DME) para los residuos de mezclas asfálticas, teniendo en cuenta que este material si son reutilizables a partir de esta investigación, se recomienda también un procesamiento más tecnológico para que el uso de este producto sea más amplio o extenso y que sea una alternativa para los diferentes proyectos que plantea las entidades.

## REFERENCIAS

- FARFÁN GÓMEZ, Luis Gustavo. Estabilización de subrasante en suelo arcilloso aplicando cemento en la Av. Los Naranjos Unidad Vecinal Ccehuarpampa, provincia Andahuaylas – Apurímac 2022 [en línea]. Tesis. Universidad Cesar Vallejo, 2022. [Consultado 8 octubre]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/96705>
- CHOQUE QUISPE, Emerson Esteban y RAMÍREZ IBÁÑEZ, Darwin Eliseo. Residuos de concreto premezclado para incrementar la estabilidad de la subrasante en una vía vecinal, Puno, 2022 [en línea]. Tesis. Universidad Cesar Vallejo, 2022. [Consultado 8 octubre]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/96705>
- BARRIGA SERRUTO, Fidel Eligio. Análisis Comparativo de la Estabilización de Suelos Arcillosos empleando Cal y Cemento, Carretera Vecinal Chonta Carretera Interoceánica, Madre de Dios 2021. [en línea]. Tesis. Universidad Cesar Vallejo, 2021. [Consultado 10 octubre]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91069>
- MOREIRA CEDEÑO, Fricson Lutgardo, QUIROZ VARGAS, Washington Fernand, *Comparación entre la estabilización de suelos con emulsión asfáltica, y la estabilización de suelos con asfalto y diésel para determinar cuál estabilización proporciona mayor densidad aparente y relación de soporte CBR* [en línea]. Tesis. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil, 2017. [consultado 10 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25753>
- GALLO VACA, Juan Francisco. Análisis de la estabilización de los suelos expansivos utilizando hormigón asfáltico reciclado, ceniza del bagazo de caña de azúcar para la subrasante de los pavimentos [en línea], tesis. Universidad de Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Ecuador. 2022. [consultado 30 noviembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4985>
- MORALES, Eduardo y PAILACURA, Carlo. Estudio del comportamiento de una carpeta de rodado estabilizada con cloruro de calcio. Obras y

- Proyectos [online]. 2019, n.26 [citado 2022-11-01], pp.27-36. Disponible en: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-28132019000200027&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-28132019000200027&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0718-2813. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-28132019000200027>.
- ALARCÓN, J. JIMÉNEZ, M. BENÍTEZ, R. *Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso* [en línea], Tesis. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Tunja, COLOMBIA. 2020. [Consultado 7 octubre 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000100005>
- BUSTAMANTE SALAZAR, F. L., BENITES CHERO, J. C., y MARÍN BARDALES, N. H. (2022). Uso de vinaza de *Saccharum Officinarum* para estabilización de suelos cohesivos. *Infraestructura Vial*, 24(43), 1–9. [en línea] Artículo. Universidad de Costa Rica [Consultado 30 noviembre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.15517/iv.v24i43.47995>.
- JAMES, Jijo, Alex KIRUBHAKARAN, R. BALAMURUKAN, V. JAWAHAR a S.S. SOORYA. Wetting-Drying Resistance of a Lime Stabilized Soil Amended with Steel Slag and Reinforced with Fibres. *ITECKNE* [online]. 2020, 18(1), 7–17. ISSN 1692-1798. Dostupné: doi:10.15332/ iteckne.v18i1.2490
- JAMES, J. (2019). Strength benefit of sawdust/wood ash amendment in cement stabilization of an expansive soil. *Revista FI-UPTC*, 28(50), 44–61. <https://doi.org/10.19053/01211129.v28.n50.2019.8790>
- FERNANDES, LF.; SOUZA, BMM de; FREITAS NETO, O. de; FRANÇA, AFICIONADA; SANTOS JÚNIOR, DE dos. Estabilización de suelos arenosos con emulsión asfáltica para pavimentación. *Investigación, Sociedad y Desarrollo, [S. l.]*, v. 11, n. 1, pág. e0711124274, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i1.24274. Disponible en: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.24274>
- RUSSELL RUSSELL, David, *El suelo: el tesoro que vive bajo nuestros pies* [en línea], Departamento de Zoología del Suelo, Sección de Mesofauna. Alemania. 2019 [Consultado 11 octubre]. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2019/articulos/entrevista-2014-el-suelo-el>

- BRAJA, M. D. *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. 4ª ed. México: Cengage Learning, 2013. ISBN 978-1-111-57675-2. P.78, 80
- CRESPO VILLALAZ, C. *Mecánica de suelos y Cimentaciones*. 5ª ed. México: Limusa, 2004. ISBN 968-18-6489-1. P.88
- AFRIN, H. A Review on Different Types Soil Stabilization Techniques. *International Journal of Transportation Engineering and Technology*. 2017, 3, 19-24. P.20
- MINISTERIO DE TRASPORTES Y COMUNICACIONES. 2008. *Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. Lima: s.n., 2008.—. 2013. *Suelos, Geología Geotecnia y Pavimentos*. Lima: s.n., 2013.
- Jhonathan F. RIVERA, ANA AGUIRRE-GUERRERO Ruby MEJÍA DE GUTIÉRREZ, Armando OROBIO, *Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente*, [en línea]. 2020, [consultado en 12 octubre], DOI: [10.23850/22565035.2530](https://doi.org/10.23850/22565035.2530) Disponible en: [https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf\\_tec/article/view/2530/3417#toc](https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2530/3417#toc)
- Jin Liu, Bin Shi, Hongtao Jiang, He Huang, Gonghui Wang, Toshitaka Kamai *Engineering Geology*, 117: 114-120, 2011.
- Ramdane Bahar, M. Benazzoug, S. Kenai, *Performance of compacted cement-stabilized soil*. *Cement and Concrete Composites*, 26: 811-820, 2004 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2004.01.00>
- MTC - *Manual de ensayos de materiales* [en línea] [Consultado en 10 octubre 2022]. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3729.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf). P.44
- NIKHIL KUMAR, B., SMITHA, J. Y UDAY, K. V. Effect of Salinity on Geotechnical Properties of Expansive Soils. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. 2015, 4, 6008-6015. ISSN2319-8753. p.6010
- SARAVANAKUMAR, K. et al. An experimental study on the soil stabilization method by adding the calcium chloride and the sodium chloride. *International journal of current engineering and scientific research*. 2019, 6, 119-124. ISBN 2394-0697. Pp. 122

- Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación. México D. F.: Mc Graw Hill.
- ARIAS, F. G. El proyecto de la investigación introducción a la metodología científica. 6ª ed. Caracas: Episteme, 2012. ISBN 980-07-8529-9. P.34
- HERNANDEZ SAMPIERI, R., FERNADEZ COLLADO, C. Y BAPTISTA LUCIO, P. Metodología de la investigación. 6ª ed. México: Mc Graw Hill Education, 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0. P.150
- VALDERRAMA MENDOZA, S. *Pasos para elaborar proyectos de investigación Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. 10ª ed. Lima: San Marcos, 2019. ISBN 978-612-302-878-7. P.157
- VALDERRAMA MENDOZA, S. *Pasos para elaborar proyectos de investigación Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. 10ª ed. Lima: San Marcos, 2019. ISBN 978-612-302-878-7. P.182
- VALDERRAMA MENDOZA, S. *Pasos para elaborar proyectos de investigación Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. 10ª ed. Lima: San Marcos, 2019. ISBN 978-612-302-878-7. P.184
- Cárdenas Herrera, P. F., Peña Rodríguez, G., Jiménez López, A. F., Moreno Rubio, J. J., & Menéndez Aguado, J. M. (enero - Junio de 2021). Ingeniería, Investigación y Desarrollo. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*, 21(1), 73. doi:<http://dx.doi.org/10.19053/issn.1900-771X>
- González Duéñez, V. P. (abril de 2019). Design, Adaptation and Reliability of an Instrument to Measure Engineering Students' Competencies. *SCielo*, 38(1), 27. Obtenido de ISSN 0257-4314
- Salinas, P. J. (2010). *Metodología de Investigacion Cientifica*. Merida Venezuela. Obtenido de [http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/34398/metodologia\\_investigacion.pdf;jsessionid=3E2C8B61A9B472924D43A6868BAEF503?sequence=1](http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/34398/metodologia_investigacion.pdf;jsessionid=3E2C8B61A9B472924D43A6868BAEF503?sequence=1)



## ANEXOS 01: Matriz Operacional.

Título: Estabilización del Suelo Arcilloso de Subrasante de la Av. Asunción, adicionando Residuos de Mezclas Asfálticas, San Miguel, Puno, 2022.						
VARIABLES	DIFINICIÓN CONCEPTUAL	DIFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	METODOLOGÍA
Variable Independiente: Residuos de Mezclas Asfálticas.	La combinación para un suelo con asfalto, tiene como finalidad el incremento y la solides de sus características de vinculación de ligante que enrolla las partículas de los suelos, con una impermeabilidad del suelo se adquiere una disminución sensible a la alteración que pueda tener la humedad y tener el suelo más sólido en las condiciones contrarias "Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" (2013).	Se operacionalizará mediante los ensayos en laboratorio con 2%, 4% y 6% de residuos de mezcla asfáltica que se adicionará al suelo natural, para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante.	Dosificación en porcentaje de Residuos de Mezcla Asfáltica.	2%	Razón.	Enfoque: Cuantitativo.  Tipo de Investigación: aplicada.  Diseño de Investigación: experimental. Nivel de Investigación: cuasiexperimental. Población: Av. Asunción.
				4%		
				6%		
Variable Dependiente: Propiedades de la Subrasante.	Define que la estabilización del suelo nos dará ciertas mejoras en los parámetros que se den en la solidez al corte del suelo y aumenta su soporte de carga. Para estabilizar los suelos débiles, con esto aumenta sus propiedades geotécnicas. Afrin, (2017),	Se operacionalizará con los diversos pruebas en laboratorio para disminuir el limite de plasticidad, elevar el valor de soporte del suelo y obtener un diseño adecuado de espesor del suelo estabilizado con residuos de mescla asfáltica.	Propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante.	Índice Plasticidad del suelo	Razón.	Muestra: Av. Asunción, entre el punto km 0+00 a km 0+718  Muestreo: no probabilístico.
				CBR.		
				Diseño de espesor de estabilización.		

## ANEXO 02: Matriz de Consistencia.

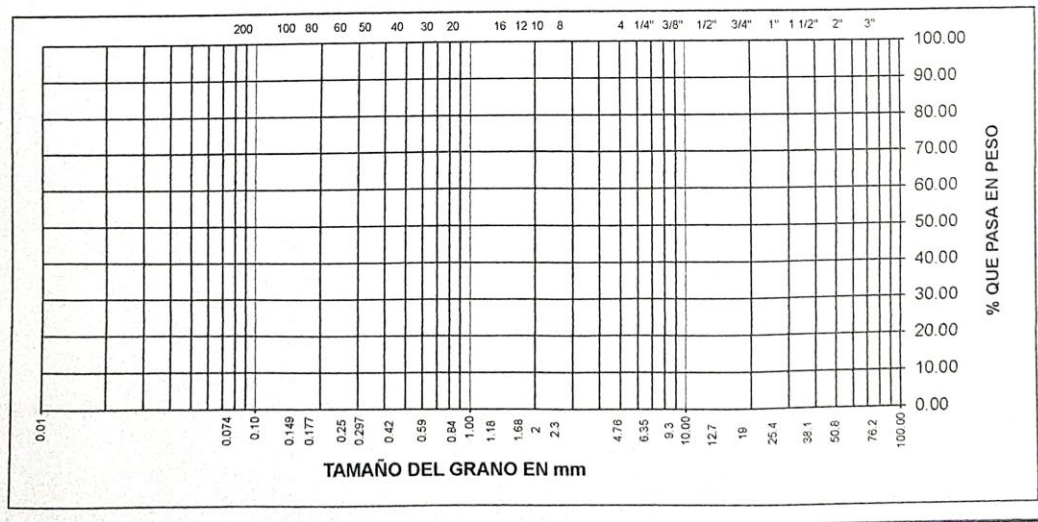
Título: Estabilización del Suelo Arcilloso de Subrasante de la Av. Asunción, adicionando Residuos de Mezclas Asfálticas, San Miguel, Puno, 2023.							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variabes	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variable Independiente</b> Residuos de mezcla asfáltica.	Dosificación.	2% - 4%- 6%	Ficha de Recoleccion de Datos.	<b>Tipo de investigación:</b> aplicada.
La Av. Asunción ubicado en el Dpto. de Puno presenta deformaciones debido al tipo de suelo de la subrasante, estas deformaciones evitan el flujo normal del tránsito perjudicando a los usuarios de la vía. <b>¿De que manera los residuos de mezcla asfáltica benefician las propiedades del suelo de subrasante de la Av. Asunción?</b>	Estabilizar el suelo de subrasante de la Av. Asunción adicionando residuos de mezcla asfáltica.	La incorporación de residuos de mezcla asfáltica al suelo de subrasante de la Av. Asunción mejoraría las propiedades del suelo.					<b>Enfoque de investigación:</b> Cuantitativo.
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	<b>Variable Dependiente</b> propiedades de la subrasante.	Propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante.	CBR.	Ficha de de Resultado de Laboratorio.	<b>El diseño de la investigación:</b> experimental
Los suelos de subrasante de la Av. Asunción esta compuesto por suelos finos arcillosos que al contacto con el agua proveniente de las precipitaciones pluviales se toman en suelos altamente plásticos. <b>¿Cómo influye los residuos de mezclas asfálticas en la plasticidad del suelo de subrasante de la Av. Asunción?</b>	Disminuir la plasticidad del suelo de subrasante de la Av. Asunción.	La adición dosificada de residuos de mezcla asfáltica al suelo arcillosos de subrasante de la Av. Asunción disminuiría la plasticidad del suelo.					<b>El nivel de la investigación:</b> cuasiexperimental.
.Al estar compuesta la subrasante de la Av. Asunción por suelos finos arcillosos, la capacidad de soporte es limitada, provocando la falla prematura del pavimento. <b>¿Cuál es el aporte del residuo de mezcla asfáltica en la resistencia del suelo de fundación de la Av. Asunción?</b>	Determinar la influencia de los residuos de mezcla asfáltica en el CBR de la subrasante.	Al adicionarse residuos de Mezcla Asfáltica al suelo de subrasante se elevaría el CBR de la subrasante.					<b>Población:</b> Av. Asunción.
Debido a las malas condiciones del suelo de cimentacion, los pavimentos básicos construidos sobre el terreno natural de subrasante fallan de manera prematura generando costos y perjuicios a la Entidad encargada. <b>¿Como influye los residuos de mezclas asfálticas en el espesor adecuado para la estabilización de la subrasante?</b>	Validar con un diseño adecuado el espesor del suelo estabilizado con residuos de mezcla asfáltica.	La estabilización de subrasante usando residuos de mezcla asfáltica incrementaría la capacidad del suelo de fundación estratificado.					<b>Muestra:</b> Av. Asunción, entre el punto km 0+00 a km 0+718
					Diseño de espesor de estabilización.	Fichas de cálculo.	<b>Muestreo:</b> no probabilístico.

**ANEXO 03: Instrumentos y recolección de datos.**

**TESIS** : Estabilización del Suelo, de Subrasante de la Av. Asunción  
**SOLICITA** : Adicionando Residuos de Mezcla Asfáltica, San Miguel, Vuno, 2022.  
**MUESTRA** : Coplesi Supe Fredy  
**UBICACION** : Calicata N° 03  
**FECHA** : Jueves, 24 de Noviembre de 2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)							
TAMICES ASTM	ABERTURA MM	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso l. : 404.00 Grs
2 1/2"	63.000						Peso L. : Grs
2"	50.000						
1 1/2"	37.000						grava : 0.20 %
1"	25.000						Arena : 23.60 %
3/4"	19.000						Fino : 76.20 %
1/2"	12.500						W natural : 18.81 %
3/8"	9.500						
No.04	4.750	1.00	0.20	0.20	99.80		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>
No.10	2.000	4.00	1.00	1.20	98.80		L.L. : 42.55 %
No.20	0.840	27.00	6.70	7.90	92.10		L.P. : 23.79 %
No.40	0.425	27.00	6.70	14.60	85.40		I.P. : 18.76 %
No.100	0.150	16.00	4.00	18.60	81.40		<b>CLASIFICACION</b>
No.200	0.075	21.00	5.20	23.80	76.20		SUCS : CL
<No.200		13.00	76.20	100.00			AASHTO : A-7-6 (12)

**REPRESENTACION GRAFICA  
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



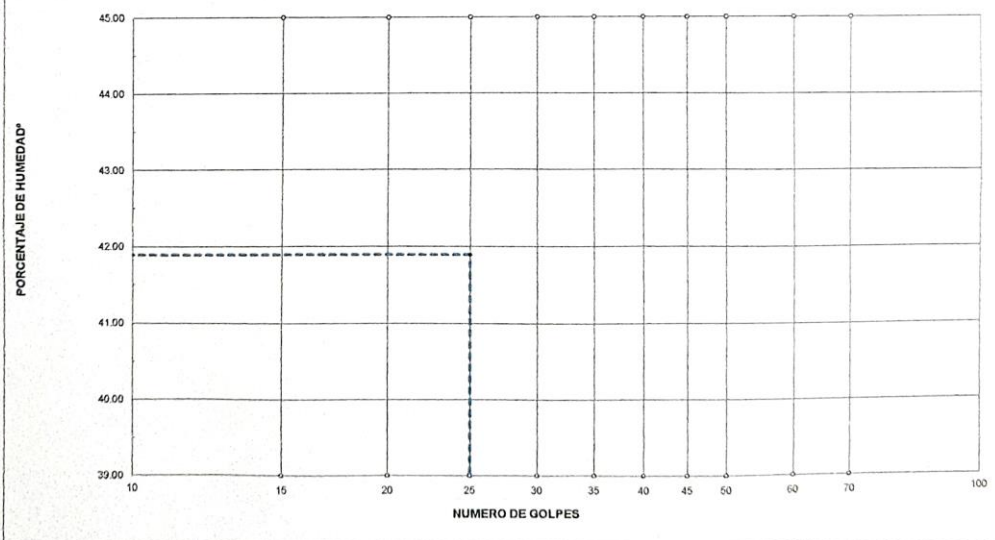
TESIS : Estabilización del Suelo de Subcapante de la Av. Asunción  
 : Adición de Residuos de Mezcla Asfáltica, San Miguel, Puno 2022  
 SOLICITA : Dredy Cepheri Supo  
 MUESTRA : Calicata N° 02  
 UBICACION :  
 FECHA : Jueves, 24 de Noviembre de 2022

**LIMITES DE CONSISTENCIA  
(ASTM D-424)**

DESCRIPCION		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
01. No. DE GOLPES		35	25	15		
02. TARRO No.		1T	2T	3T	1T	2T
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	24.51	24.85	24.03	11.56	11.98
04. SUELO SECO * TARRO	g	21.32	21.55	20.84	10.94	11.32
05. PESO DEL AGUA	g	3.19	3.30	3.19	0.62	0.66
06. PESO DEL TARRO	g	13.67	13.84	13.54	8.34	8.54
07. PESO DEL SUELO SECO	g	7.65	7.71	7.30	2.60	2.78
08. HUMEDAD	%	41.70	42.80	43.70	23.85	23.74

L.L.=	42.55 %	L.P.=	23.79 %	I.P.=	18.76
-------	---------	-------	---------	-------	-------

**GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO**



TESIS : Estabilización del Suelo de Subrasante de la Av. Asunción  
 SOLICITA : Adicionando Residuos de Mezcla Asfáltica, San Miguel, Mayo, 2022  
 MUESTRA : Gravedy Concreto Supo  
 UBICACION : Calicata N° 03  
 FECHA : Jueves, 24 de Noviembre de 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
 NORMA (ASTM D-2216)

METODO SECADO AL HORNO				
RECIPIENTE N°		1	2	3
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	480.00		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	404.00		
PESO RECIPIENTE	gr.	0.00		
PESO DE AGUA	gr.	76.00		
PESO DE SUELO SECO	gr.	404.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		18.81		
HUMEDAD PROMEDIO (%)				

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

TESIS	: Estabilización del Suelo de Subrasante de la Av. Apurimac
	: Adicionando Residuos a la Mezcla Asfáltica, San Miguel, Puno, 2022
SOLICITA	: <del>Topografía</del> Supo Medy
MUESTRA	: Calicata J0 J2
UBICACIÓN	:
FECHA	: Jueves, 24 de Noviembre de 2022

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)				
DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	9.684	9.910	10.124	10.021
PESO MOLDE	6.181	6.181	6.181	6.181
PESO SUELO COMPACTADO	3.503	3.729	3.943	3.840
VOLUMEN DEL MOLDE	2.050	2.050	2.050	2.050
DENSIDAD HUMEDA	1.71	1.82	1.92	1.87
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	536.00	510.00	621.00	549.00
SUELO SECO + RECIPIENTE	454.00	421.00	501.00	432.00
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA	82.00	89.00	120.00	117.00
PESO DE SUELO SECO	454.00	421.00	501.00	432.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	18.10	21.10	24.00	27.10
DENSIDAD SECA	1.45	1.50		1.47



Max. densidad seca

Conten. humedad óptima

TESIS	: Estabilización de Suelo de Subrasante de la Av. Asumción
	: Adicionando Residuos de Mezcla Asfáltica, San Miguel, Puno, 2022
SOLICITA	: Fredy Condon Supo
MUESTRA	: Calicata N° 02
UBICACIÓN	:
FECHA	: Jueves, 24 de Noviembre de 2022

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)**  
(ASTM D-1883)

Molde N°	4	5	6
Capa N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR
	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR
	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo	gr. 11150	11001	10765
Peso del molde	gr. 7143	7237	7268
Peso del suelo húmedo	gr. 4007	3764	3497
Volumen del molde	cc. 2077.3	2077.3	2077.3
Densidad Humeda	gr./cc 1.93	1.81	1.68
Humedad	% 24.20	24.20	24.30
Densidad seca	gr./cc 1.550	1.46	1.35
<b>HUMEDADES</b>			
Tarro N°	1	2	3
Tarro suelo húmedo	gr. 385	329	349
Tarro suelo seco	gr. 310	265	321
Agua	gr. 75	64	78
Peso del Tarro	gr. 0	0	0
Peso del suelo seco	gr. 310	265	321
Humedad	% 24.2	24.2	24.3
Promedio de la humedad	%		

**ENSAYO EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0-1-00	08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-1-00	08:00	24	28	0.05	0.040	34	0.08	0.063	0.44	0.348	
2-1-00	08:00	48	42	0.071	0.071	48	0.12	0.045	0.57	0.458	
3-1-00	08:00	72	67	0.063	0.063	76	0.16	0.063	0.87	0.340	

**PENETRACION**

PENETRACION			LECTURA	LECTURA	PENSIONES	LECTURA	LECTURA	PENSIONES	LECTURA	LECTURA	PENSIONES
Tiempo	mm	plg	DIAL	Lb	Lb/plg2	DIAL	Lb	Lb/plg2	DIAL	Lb	Lb/plg2
0.30	0.600	0.25	6	118	39	3	59	30	2	79	26
1.00	1.300	0.50	8	137	46	5	108	36	3	89	30
1.30	1.900	0.075	9	147	49	7	137	42	5	108	36
2.00	2.500	0.100	11	166	55	9	147	49	7	127	42
3.00	3.800	0.150	20	253	84	18	233	78	10	156	52
4.00	5.000	0.200	37	417	189	25	301	100	18	233	78
5.00	6.000	0.250	42	465	155	31	354	120	25	301	100
6.00	7.500	0.300	49	533	178	40	446	149	31	359	120
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

# ANEXO 04: Validez.



## CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LOS INDICADORES.

N°	VARIABLES-DIMENSIONE-INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Residuo de mezclas asfálticas.</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	DIMENSIÓN 1: Dosificación de los residuos de mezclas asfálticas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	2% de residuos de mezclas asfálticas.							
2	4% de residuos de mezclas asfálticas.							
3	6% de residuos de mezclas asfálticas.							
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Estabilización de Suelo.</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	DIMENSIÓN 1: Estabilización de suelo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Límite de Consistencia.							
5	Valor relativo de soporte CBR.							
6	Espesor equivalente.							
5	Módulo Resiliente de la Subrasante							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:  Aplicable [ x ]  Aplicable después de corregir [ ]  No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Bedoya Escobedo, Richard DNI: 43430842

Especialidad del validador: Ingeniero Civil

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Juliana, 14 De Mayo del 2023.

Firma del Experto Informante



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LOS INDICADORES.**

Nº	VARIABLES-DIMENSIONE-INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Residuo de mezclas asfálticas.</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	DIMENSIÓN 1: Dosificación de los residuos de mezclas asfálticas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	2% de residuos de mezclas asfálticas.							
2	4% de residuos de mezclas asfálticas.							
3	6% de residuos de mezclas asfálticas.							
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Estabilización de Suelo.</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	DIMENSIÓN 1: Estabilización de suelo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Límite de Consistencia.							
5	Valor relativo de soporte CBR.							
6	Espesor equivalente.							
5	Módulo Resiliente de la Subrasante							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:  Aplicable  No aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: López Jallurana Juan Carlos DNI: 43430642

Especialidad del validador: Ingeniero Civil


<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Julica, 15 De Marzo del 2023

  
**JUAN CARLOS LOPEZ JALLURANA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 210324

Firma del Experto Informante

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LOS INDICADORES.

Nº	VARIABLES-DIMENSIONE-INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Residuo de mezclas asfálticas.</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	DIMENSIÓN 1: Dosificación de los residuos de mezclas asfálticas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	2% de residuos de mezclas asfálticas.							
2	4% de residuos de mezclas asfálticas.							
3	6% de residuos de mezclas asfálticas.							
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Estabilización de Suelo.</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	DIMENSIÓN 1: Estabilización de suelo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Límite de Consistencia.							
5	Valor relativo de soporte CBR							
6	Espesor equivalente.							
5	Módulo Resiliente de la Subrasante							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ x ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Zaa. Arana Moises. Daxio..... DNI: 42062970.....

Especialidad del validador: Ingeniero Civil

Tuliaca, 15.....De Marzo.....del 2023.

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



Firma del Experto Informante

**ANEXO 05: Panel fotográfico.**



Imagen N° 01: Extracción de la muestra.



Imagen N° 02: Cuarteo de la muestra.



Imagen N° 03: Lavado de muestra.



Imagen N° 04: Limite de consistencia.

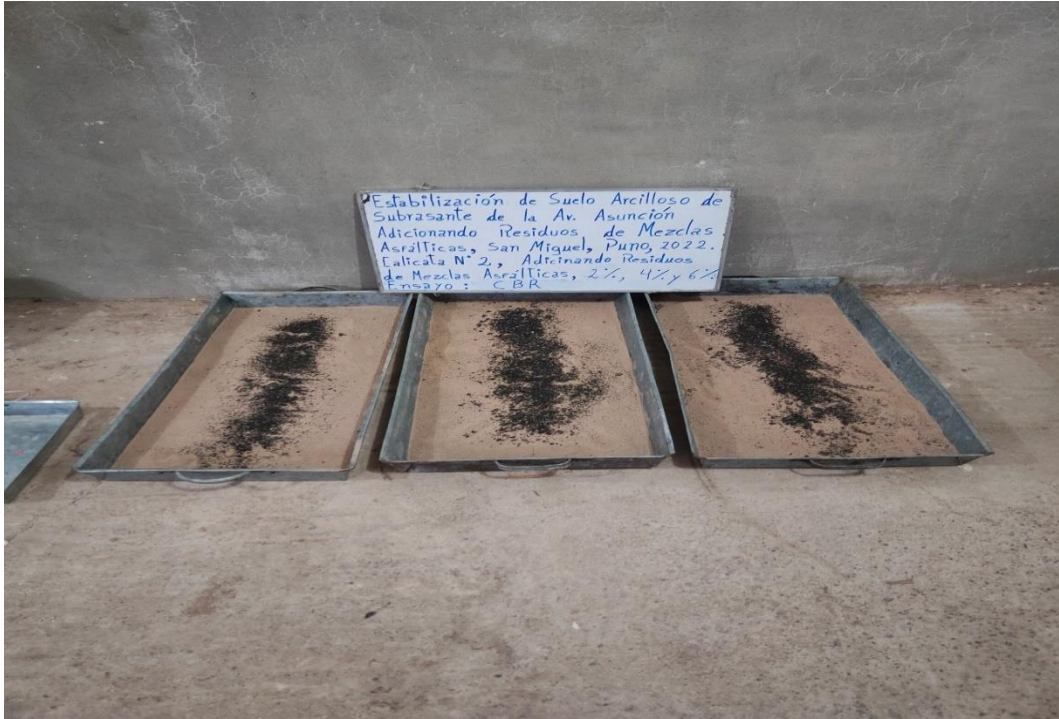


Imagen N° 05: 2%, 4% y 6% de residuos de mezclas asfálticas.



Imagen N° 06: Prueba de penetración para determinar el CBR.

**ANEXO 06: Certificados de laboratorio de los ensayos.**



**LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"**  
 Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
 Celular:983300680-Claro. Email: edgarcruztilto@gmail.com





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 Y ASESORIAS Y CONSULTORIAS S.A.C. RUC N° 2044850494  
 AV. ALFREDO VIGENTE N° 314 LIND. JOSUE CHAVEZ - PUCALLPA - AREQUIPA  
 CAR. JULIACA PUNO MB-B - UIC 31 ORGANIZACIÓN SANTA ROSA

DATOS DE LA MUESTRA																				
TESIS		: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022																		
SOLICITA		: BACH. FREDY CONDORI SUPO																		
MUESTRA		: CALICATA N°01 - ESTRATO - 02 (0.30m. - 1.60.m.) DE PROFUNDIDAD.																		
UBICACION		: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+100																		
FECHA		: jueves, 24 de Noviembre de 2022																		
PERFIL ESTRATIGRAFICO																				
ESCALA GRÁFICA	PROFUNDIDAD (m)	LONG. TRAMO (m)	N.F. (m)	ESTRATO	CLASIFICACIÓN SUCY AASHTO	SIMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRAS		LÍMITES DE ATTERBERG		HUMEDAD NATURAL %	CGR AL LÍM.							
								LL (%)	IP (%)	19.78	5.89%									
	0.10		NO se encontró nivel freático a una profundidad de 1.50m.	E-1	PT		Material conformado por relleno contaminado con tierra orgánica con presencia de raíces.													
	0.20																			
	0.30																			
	0.40																			
	0.50																			
	0.60																			
	0.70																			
	0.80																			
	0.90				E-2	CL A-7-6 (12)		Material conformado por arcillas inorgánicas de mediana plasticidad, no se encontró el nivel freático a una profundidad de 1.50m.	MA	41.89	18.00	19.78	5.89%							
	1.00																			
	1.10																			
	1.20																			
	1.30																			
	1.40																			
	1.50	1.50																		
	1.60																			
	1.70																			
	1.80																			
	1.90																			

**OBSERVACIONES:**  
 MI: Muestra inalterada  
 MA: Muestra alterada  
 MNC: Muestra no conseguida  
 Escala gráfica vertical (Equivalente a 1:10 m)

  
**LABORATORIO GEO ALTIPLANO**  
 Edgar Gerardo Cruz Tito  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**  
 Edilberto Cahuanaza Velarde  
 ING. CIVIL ESPECIAL EN GEOTECNIA  
 REG 24573

**LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"**



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
 Celular: 983300680-Claro. Email: edgarcruzfito@gmail.com



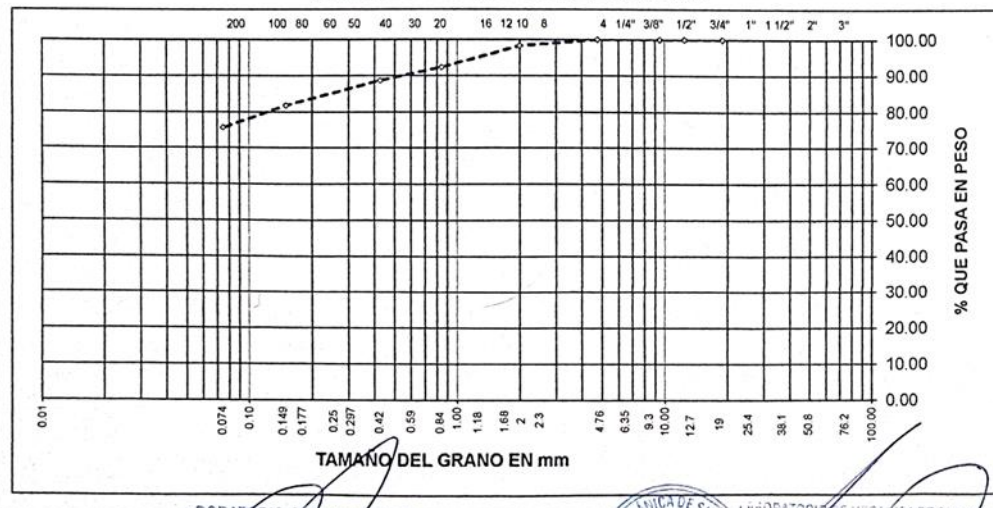
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 VÍA H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 2044507441  
 AV. ALVARO LEONARDO N° 314 URB. JORGE CAJAVIZ - PUNO, PERÚ  
 CAR. JALANCA PUNO Nº 9 - URB. ORGANIZACIÓN SANTA MARGARITA

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°01 - ESTRATO - 02 (0.30m. - 1.50.m.) DE PROFUNDIDAD.
UBICACION	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+100
FECHA	: jueves, 24 de Noviembre de 2022

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA MM	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso I. : 455.00 Grs
2 1/2"	63.000						Peso L. : Grs
2"	50.000						
1 1/2"	37.000						grava : 0.00 %
1"	25.000						Arena : 24.40 %
3/4"	19.000				100.00		Fino : 75.60 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural : 19.78 %
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>
No.10	2.000	8.00	1.80	1.80	98.20		L.L. : 41.89 %
No.20	0.840	27.00	5.90	7.70	92.30		L.P. : 23.89 %
No.40	0.425	17.00	3.70	11.40	88.60		I.P. : 18.00 %
No.100	0.150	31.00	6.80	18.20	81.80		<b>CLASIFICACION</b>
No.200	0.075	28.00	6.20	24.40	75.60		SUCS : CL
<No.200		344.00	75.60	100.00			AASHTO : A-7-6 (12)

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"  
  
 Edgar Gerardo Cruz Tito  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
  
 Edilberto Cabanaza Velarde  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular: 983300680-Claro, Email: edgarcruz Tito@gmail.com



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
Y E INGENIERIAS Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448520401  
AV. ALONSO VARELA N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PUCALLPA - PERU  
CAR. JULIACA PUNO AZ-8 - DE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA

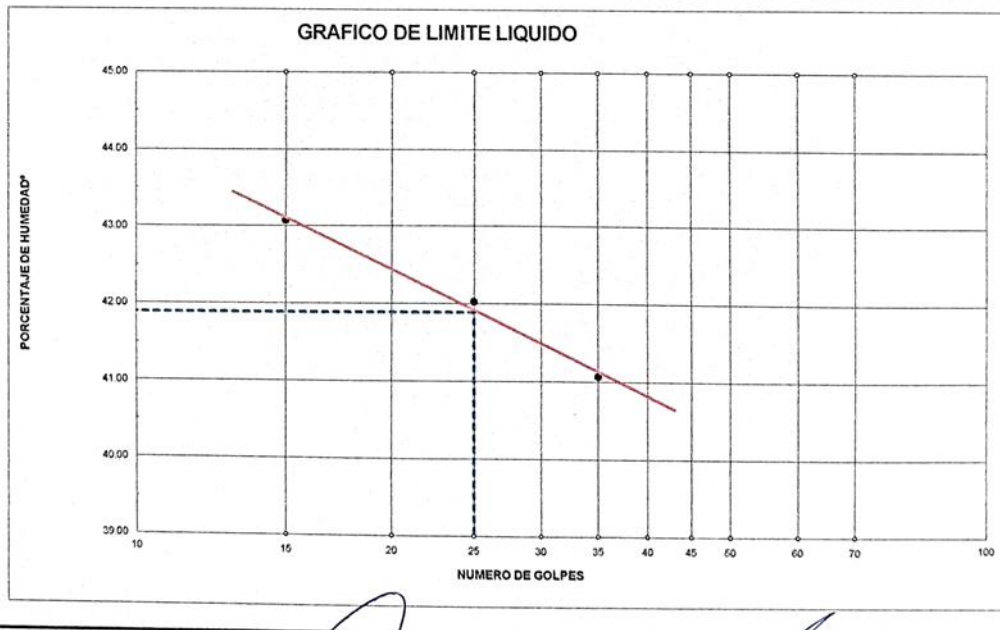
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°01 - ESTRATO - 02 (0.30m. - 1.50m.) DE PROFUNDIDAD.
UBICACION	: AV. ASUNCION PROGRESIVA : KM 0+100
FECHA	: Jueves, 24 de Noviembre de 2022

#### LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	35	25	15	1T	2T	
01. No. DE GOLPES						
02. TARRO No.	1T	2T	3T			
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	23.15	23.10	23.24	11.29	11.71
04. SUELO SECO * TARRO	g	20.39	20.36	20.32	10.72	11.10
05. PESO DEL AGUA	g	2.76	2.74	2.92	0.57	0.61
06. PESO DEL TARRO	g	13.67	13.84	13.54	8.34	8.54
07. PESO DEL SUELO SECO	g	6.72	6.52	6.78	2.38	2.56
08. HUMEDAD	%	41.07	42.02	43.07	23.95	23.83

L.L.=	41.89 %	L.P.=	23.89 %	I.P.=	18.00
-------	---------	-------	---------	-------	-------

#### GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



LABORATORIO GEO ALTIPLANO

Edgar Gerardo Cruz Tito  
TECNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Hilberto Cahuanza Velarde  
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA  
REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



**LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"**  
 Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
 Celular: 983300680-Claro. Email: edgarcrutzito@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 V.A. INGENIEROS Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20140558401  
 P.O. ALFONSO GARCÍA N° 314 URB. JORGE CUAREZ - PUCALLPA - PERÚ  
 CAR. JULIACA PUNO A2-B - LIE 51 URBANIZACIÓN SANTA ANGELELA

TESIS : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO  
 : RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
 SOLICITA : BACH. FREDY CONDORI SUPO  
 MUESTRA : CALICATA N°01 - ESTRATO - 02 (0.30m. - 1.50.m.) DE PROFUNDIDAD.  
 UBICACION : AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+100  
 FECHA : jueves, 24 de Noviembre de 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
 NORMA (ASTM D-2216)**

METODO SECADO AL HORNO				
RECIPIENTE N°		1	2	3
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	545.00		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	455.00		
PESO RECIPIENTE	gr.	0.00		
PESO DE AGUA	gr.	90.00		
PESO DE SUELO SECO	gr.	455.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		19.78		
HUMEDAD PROMEDIO (%)		19.78		

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

LABORATORIO GEO ALTIPLANO  
  
 Edgar Gerardo Cruz Tito  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
  
 Edilberto Cahuapuzza Velarde  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

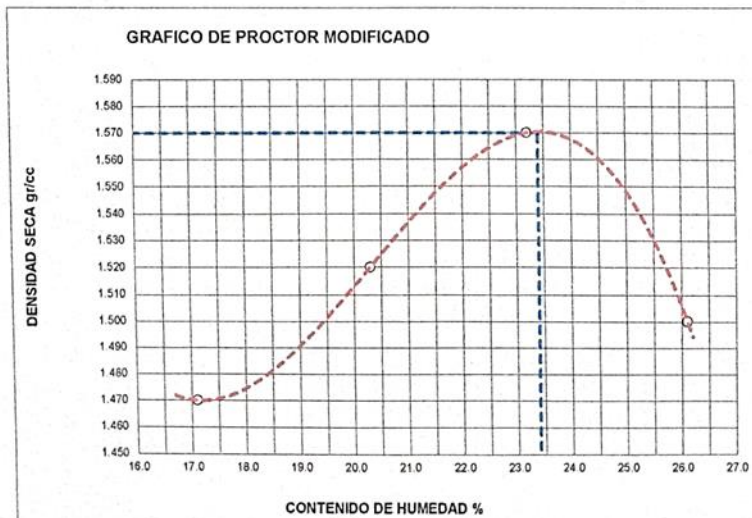
Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Canteras, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular:983300680-Claro. Email: edgarcruztilto@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
Y DE INGENIEROS Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 2044659401  
AV. ALFONSO UGATELÉN N° 314 LÍBIS, JEROME CHAVEZ - PALCA REPIEN - AREQUIPA  
CAR. TALCA PUNO Nº 0 - LÍE 31 URBANIZACIÓN SANTA MARCELA

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO
	: RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°01 - ESTRATO - 02 (0.30m. - 1.50.m.) DE PROFUNDIDAD.
UBICACIÓN	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+100
FECHA	: Jueves, 24 de Noviembre de 2022

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)				
DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	9,702	9,924	10,145	10,054
PESO MOLDE	6,181	6,181	6,181	6,181
PESO SUELO COMPACTADO	3,521	3,743	3,964	3,873
VOLUMEN DEL MOLDE	2,050	2,050	2,050	2,050
DENSIDAD HUMEDA	1.72	1.83	1.93	1.89
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	561.00	576.00	631.00	579.00
SUELO SECO + RECIPIENTE	479.00	479.00	512.00	459.00
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA	82.00	97.00	119.00	120.00
PESO DE SUELO SECO	479.00	479.00	512.00	459.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	17.10	20.30	23.20	26.10
DENSIDAD SECA	1.47	1.52	1.57	1.50



Max. densidad seca
1.57

Conten. humedad óptima
23.40

LABORATORIO GEO ALTIPLANO

Edgar Gerardo Cruz Tito  
TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
Edilberto Cahuañaza Velarde  
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA  
REG 64573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular: 983300680-Claro. Email: edgarcrutzito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
V.G. HERREROS Y ASOCIADOS S.A.C. RUC# 2014820441  
P.O. ALFONSO LOPEZ # 314 URB. JOSÉ CAMEZ - PUNO - PERÚ  
CAR. AJAJA PUNO AEB - LITE 31 URBANIZACIÓN SANTA MARCELA

TESIS	:	ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO
	:	RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	:	BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	:	CALICATA N°01 - ESTRATO - 02 (0.30m. - 1.50m.) DE PROFUNDIDAD.
UBICACIÓN	:	AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+100
FECHA	:	jueves, 24 de Noviembre de 2022

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

		1	2	3			
Molde N°		1	2	3			
Capa N°		5	5	5			
Golpes por capa N°		56	25	12			
Condición de la muestra		SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo	gr.	11154		11021		10811	
Peso del molde	gr.	7143		7237		7268	
Peso del suelo húmedo	gr.	4011		3784		3543	
Volúmen del molde	cc.	2077.3		2077.3		2077.3	
Densidad Humeda	gr./cc	1.93		1.82		1.71	
Humedad	%	23.30		23.30		23.30	
Densidad seca	gr./cc	1.570		1.48		1.39	
<b>HUMEDADES</b>							
Tarro N°		1	2	3			
Tarro suelo húmedo	gr.	397		349		434	
Tarro suelo seco	gr.	322		283		352	
Agua	gr.	75		66		82	
Peso del Tarro	gr.	0		0		0	
Peso del suelo seco	gr.	322		283		352	
Humedad	%	23.3		23.3		23.3	
Promedio de la humedad	%						

### ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
24-11-22	08:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25-11-22	08:00:00	24	26	0.05	0.040	32	0.08	0.063	41	0.41	0.324
26-11-22	08:00:00	48	39	0.09	0.071	46	0.12	0.095	54	0.54	0.427
27-11-22	08:00:00	72	65	0.13	0.063	74	0.16	0.063	84	0.84	0.340

### PENETRACION

PENETRACION			LECTURA DIAL	LECTURA Lb	PENSIONES Lb/plg2	LECTURA DIAL	LECTURA Lb	PENSIONES Lb/plg2	LECTURA DIAL	LECTURA Lb	PENSIONES Lb/plg2
Tiempo	mm	plg									
0.30	0.600	0.25	6	118	39	5	108	36	4	98	33
1.00	1.300	0.50	8	137	46	7	127	42	5	108	36
1.30	1.900	0.075	10	156	52	8	137	46	6	118	39
2.00	2.500	0.100	12	175	58	9	147	49	7	127	42
3.00	3.800	0.150	22	272	91	19	243	81	15	204	68
4.00	5.000	0.200	32	369	123	25	301	100	22	272	91
5.00	6.000	0.250	44	485	162	36	407	136	31	359	120
6.00	7.500	0.300	51	562	184	47	514	171	42	465	155
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

LABORATORIO GEO ALTIPLANO

Edgar Gerardo Cruz Tito  
TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
Edilberto Caluagaza Velarde  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
REG. 84973

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular:983300680-Claro. Email: edgaracruzitto@gmail.com



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
V & H ERECTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 2044852401  
AV. ALFONSO GARCERAN 314 URB. JORGE CARRERA - PUCALLPA - AREQUIPA  
CAR. AJAJUCA PUNO ME B - CIE 31 URBANIZACION SANTA BARBARA

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°01 - ESTRATO - 02 (0.30m. - 1.50.m.) DE PROFUNDIDAD.
UBICACIÓN	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+100
FECHA	: Jueves, 24 de Noviembre de 2022



#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R.01" AL 100% = 5.89%  
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 5.05%

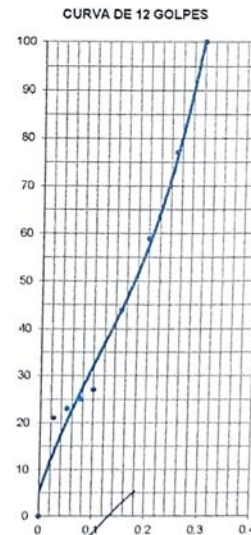
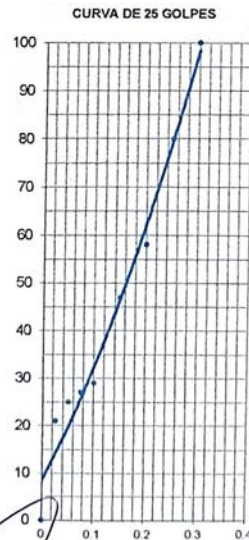
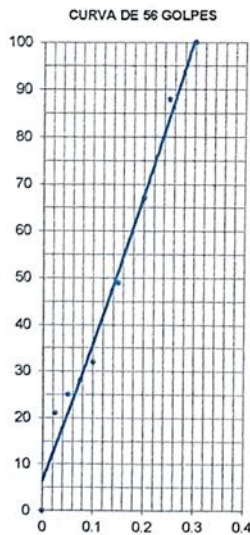
#### LEYENDA

— CURVA A 0.1"

C.B.R. 0.1" = 5.89%

C.B.R. 0.1" = 4.96%

C.B.R. 0.1" = 4.19%



LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

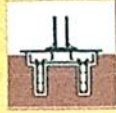
Edgar Gerardo Cruz Tito  
TECNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Caluza Velarde  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
REG 24573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
 Celular: 983300680-Claro. Email: edgarcruxtito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 Y S. H. EJECUCIONES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20440509401  
 AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JOSÉ C. PÉREZ - PUEBLO NUEVO - ARIQUAZA  
 C.A.B. JULIACA PUNO A.E.D. - UTE 31 URBANIZACIÓN SANTA BARCELA

DATOS DE LA MUESTRA	
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°02 - ESTRATO - 02 (0.30m. - 1.50m.) DE PROFUNDIDAD.
UBICACION	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450
FECHA	: jueves, 24 de Noviembre de 2022

PERFIL ESTRATIGRAFICO												
ESCALA GRAFICA	PROFUNDIDAD (m)	LONG. TRAMO (m)	N.E. (m)	ESTRATO	CLASIFICACIÓN - SUCSY AASHTO	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRAS		HUMEDAD NATURAL %	CEN. AL 100%	
								LL (%)	IP (%)			
	0.10		NO se encontró nivel freático a una profundidad de 1.50m.	E-1	PT		Material conformado por relleno contaminado con tierra organica con presencia de raices.					
	0.20											
	0.30			E-2	CL A-7-6 (12)		Material conformado por arcillas inorganicas de mediana plasticidad, no se encontro el nivel freatico a una profundidad de 1.50m.	MA	42.55	18.76	18.81	5.52%
	0.40											
	0.50											
	0.60											
	0.70											
	0.80											
	0.90											
	1.00											
	1.10											
	1.20											
	1.30											
	1.40											
	1.50	1.50										

OBSERVACIONES:

- MI Muestra inalterada
- MA Muestra alterada
- MNC: Muestra no conseguida

Escala gráfica vertical (Escala vertical = 0.10m)

Edgar Gerardo Cruz Tit.  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Edilberto Cañayaza Velarde  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 REG 04573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular:983300680-Claro. Email: edgarcruzfito@gmail.com



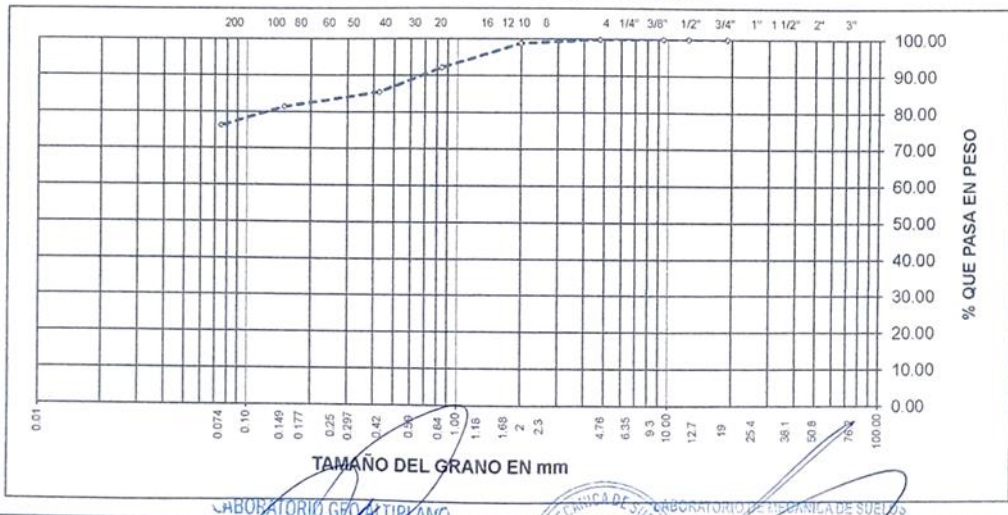
LABORATORIO DE MEZCLA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
Y/O EJECUCIONES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 2044650491  
AV. ALFONSO LOAYZA N° 314 URB. JOSE CHAVEZ - PUCALLPA - AREQUIPA  
CAR. ADJUNA PUNO ME 0 - LIE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO
	: RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°02 - ESTRATO - 02 (0.30m. - 1.50m.) DE PROFUNDIDAD.
UBICACION	: AV. ASUNCION PROGRESIVA : KM 0+450
FECHA	: jueves, 24 de Noviembre de 2022

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA MM	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso I. : 404.00 Grs
2 1/2"	63.000						Peso L. : Grs
2"	50.000						
1 1/2"	37.000						grava : 0.20 %
1"	25.000						Arena : 23.60 %
3/4"	19.000				100.00		Fino : 76.20 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural : 18.81 %
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.04	4.750	1.00	0.20	0.20	99.80		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>
No.10	2.000	4.00	1.00	1.20	98.80		L.L. : 42.55 %
No.20	0.840	27.00	6.70	7.90	92.10		L.P. : 23.79 %
No.40	0.425	27.00	6.70	14.60	85.40		I.P. : 18.76 %
No.100	0.150	16.00	4.00	18.60	81.40		<b>CLASIFICACION</b>
No.200	0.075	21.00	5.20	23.80	76.20		SUCS : CL
<No.200		13.00	76.20	100.00			AASHTO : A-7-6 (12)

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"  
Edgar Gerardo Cruz Tito  
TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
Alberto Cahuana Velarde  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"

**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**SOLICITA** : BACH. FREDY CONDORI SUPO

**MUESTRA** : CALICATA N°02 - ESTRATO - 02 (0.30m. - 1.50.m.) DE PROFUNDIDAD.

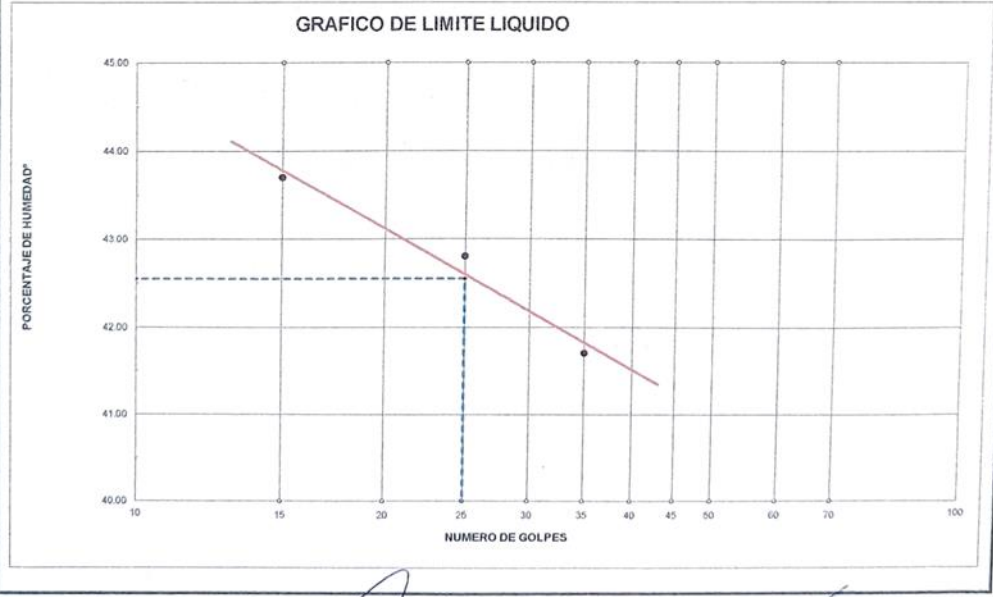
**UBICACION** : AV. ASUNCION PROGRESIVA : KM 0+450

**FECHA** : jueves, 24 de Noviembre de 2022

**LIMITES DE CONSISTENCIA  
(ASTM D-424)**

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	35	25	15	1T	2T
01. No. DE GOLPES					
02. TARRO No.	1T	2T	3T		
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g 24.51	24.85	24.03	11.56	11.98
04. SUELO SECO * TARRO	g 21.32	21.55	20.84	10.94	11.32
05. PESO DEL AGUA	g 3.19	3.30	3.19	0.62	0.66
06. PESO DEL TARRO	g 13.67	13.84	13.54	8.34	8.54
07. PESO DEL SUELO SECO	g 7.65	7.71	7.30	2.60	2.78
08. HUMEDAD	% 41.70	42.80	43.70	23.85	23.74

L.L.= 42.55 %	L.P.= 23.79 %	I.P.= 18.76
---------------	---------------	-------------





LABORATORIO GEO ALTIPLANO  
 Edgar Gerardo Cruz TICS  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 Edilberto Cahuapiza Velarde  
 ING. CIVIL ESPECIALIDAD EN GEOTECNIA  
 REG 84573

**LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"**



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular:983300680-Claro, Email: edgarcruzito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448508491  
AV. ALPHEO LUCATE N° 314 URB. BARRIO CARMEL - PUNO - PERÚ  
CAR. JALUCA PUNO AREB - UIC 31 URBANIZACIÓN SANTA ANTONIA

TESIS : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO  
RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022

SOLICITA : BACH. FREDY CONDORI SUPO

MUESTRA : CALICATA N°02 - ESTRATO - 02 (0.30m. - 1.50m.) DE PROFUNDIDAD.

UBICACION : AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450

FECHA : jueves, 24 de Noviembre de 2022

### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NORMA (ASTM D-2216)

METODO SECADO AL HORNO				
RECIPIENTE N°		1	2	3
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	480.00		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	404.00		
PESO RECIPIENTE	gr.	0.00		
PESO DE AGUA	gr.	76.00		
PESO DE SUELO SECO	gr.	404.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		18.81		
HUMEDAD PROMEDIO (%)		18.81		

OBSERVACIONES:

LABORATORIO GEO ALTIPLANO



Edgar Gerardo Cruz Tito  
TÉCNICO DE LABORATORIO

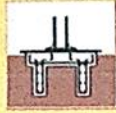


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Cahuapaza Velarde  
ING. CIVIL ESPECIALIDAD EN GEOTECNIA  
REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"





## LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular: 983300680-Claro. Email: edgarcrutzito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
V & H INGENIEROS Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 2044828431  
AV. ALFONSO LARREA N° 314 URB. JENICE GARIBAY - PUNO  
CAR. JULIACA PUNO M.P. - UTE 31 URBANIZACIÓN SANTA ANITA

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°02 - ESTRATO - 02 (0.30m. - 1.50.m.) DE PROFUNDIDAD.
UBICACIÓN	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450
FECHA	: Jueves, 24 de Noviembre de 2022

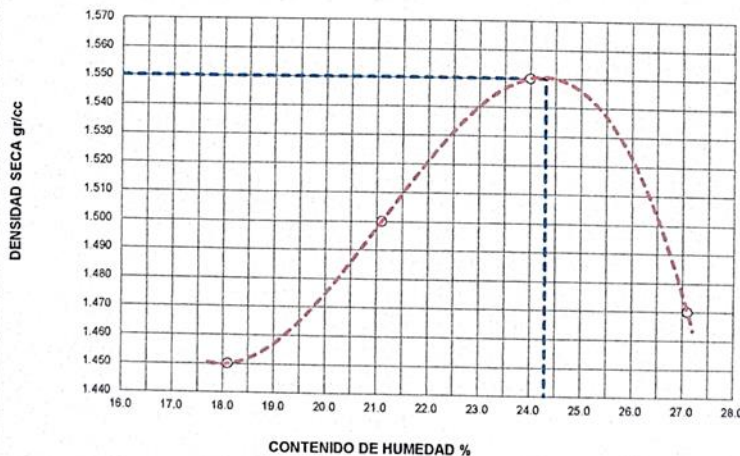
### PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	9,684	9,910	10,124	10,021
PESO MOLDE	6,181	6,181	6,181	6,181
PESO SUELO COMPACTADO	3,503	3,729	3,943	3,840
VOLUMEN DEL MOLDE	2,050	2,050	2,050	2,050
DENSIDAD HUMEDA	1.71	1.82	1.92	1.87

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	536.00	510.00	621.00	549.00
SUELO SECO + RECIPIENTE	454.00	421.00	501.00	432.00
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA	82.00	89.00	120.00	117.00
PESO DE SUELO SECO	454.00	421.00	501.00	432.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	18.10	21.10	24.00	27.10
DENSIDAD SECA	1.45	1.50	1.55	1.47

GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



Max. densidad seca

1.55

Conten. humedad óptima

24.30

LABORATORIO GEO ALTIPLANO



Edgar Gerardo Cruz Tito  
TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Cahuapaza Velarde  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular:983300680-Claro. Email: edgaracruzito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ESTUDIOS Y PROYECTOS  
V.H. EJECUCIONES Y CONSULTORIAS S.A.C. RUC N° 20444520441  
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CRÁVEZ - PUEBLO NUEVO - AYOACAJA  
CAR. JULIACA PUÑO MZB - LOTE 31 UBICACIÓN SANTA MARCELA

TESIS	:	ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO
	:	RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUÑO, 2022
SOLICITA	:	BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	:	CALICATA N°02 - ESTRATO - 02 (0.30m. - 1.50m.) DE PROFUNDIDAD.
UBICACIÓN	:	AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450
FECHA	:	jueves, 24 de Noviembre de 2022

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

Molde N°		4		5		6	
Capa N°		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Condición de la muestra		SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo	gr.	11150		11001		10765	
Peso del molde	gr.	7143		7237		7268	
Peso del suelo húmedo	gr.	4007		3764		3497	
Volumen del molde	cc.	2077.3		2077.3		2077.3	
Densidad Humeda	gr./cc	1.93		1.81		1.68	
Humedad	%	24.20		24.20		24.30	
Densidad seca	gr./cc	1.550		1.46		1.35	
<b>HUMEDADES</b>							
Tarro N°		1		2		3	
Tarro suelo húmedo	gr.	385		329		399	
Tarro suelo seco	gr.	310		265		321	
Agua	gr.	75		64		78	
Peso del Tarro	gr.	0		0		0	
Peso del suelo seco	gr.	310		265		321	
Humedad	%	24.2		24.2		24.3	
Promedio de la humedad	%						

### ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
24-11-22	08:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25-11-22	08:00:00	24	28	0.05	0.040	34	0.08	0.063	44	0.44	0.348
26-11-22	08:00:00	48	42	0.09	0.071	48	0.12	0.095	58	0.58	0.458
27-11-22	08:00:00	72	67	0.13	0.063	76	0.16	0.063	87	0.87	0.340

### PENETRACION

PENETRACION			LECTURA DIAL	LECTURA Lb	PENSIONES Lb/plg2	LECTURA DIAL	LECTURA Lb	PENSIONES Lb/plg2	LECTURA DIAL	LECTURA Lb	PENSIONES Lb/plg2
Tiempo	mm	plg									
0.30	0.600	0.25	6	118	39	3	89	30	2	79	26
1.00	1.300	0.50	8	137	46	5	108	36	3	89	30
1.30	1.900	0.075	9	147	49	7	127	42	5	108	36
2.00	2.500	0.100	11	166	55	9	147	49	7	127	42
3.00	3.800	0.150	20	253	84	18	233	78	10	156	52
4.00	5.000	0.200	37	417	139	25	301	100	18	233	78
5.00	6.000	0.250	42	465	155	31	359	120	25	301	100
6.00	7.500	0.300	49	533	178	40	446	149	31	359	120
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

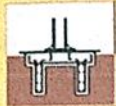
LABORATORIO GEO ALTIPLANO

Edgar Gerardo Cruz Tito  
TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ESTUDIOS Y PROYECTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ESTUDIOS Y PROYECTOS  
Edilberto Cahuapaza Velarde  
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA  
REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



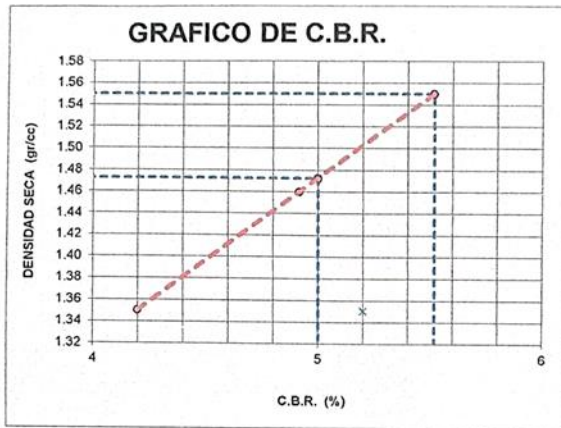
### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
 Celular: 983300680-Claro. Email: edgarcruz Tito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 Y & H INGENIEROS Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 2048504401  
 AV. ALFONSO UGUITEN N° 314 URB. JOSÉ CHAVEZ - PUCALLPA - PERÚ  
 CAR. JULIACA PUNO Nº 2 - LÍNEA 31 URBANIZACIÓN SANTA ANGELESA

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°02 - ESTRATO - 02 (0.30m. - 1.50.m.) DE PROFUNDIDAD.
UBICACIÓN	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450
FECHA	: jueves, 24 de Noviembre de 2022



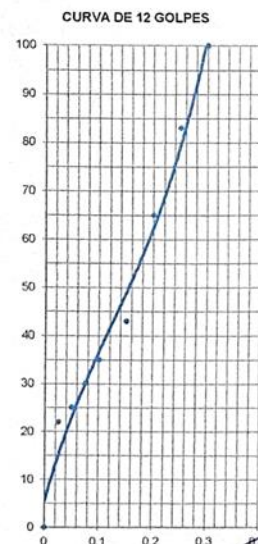
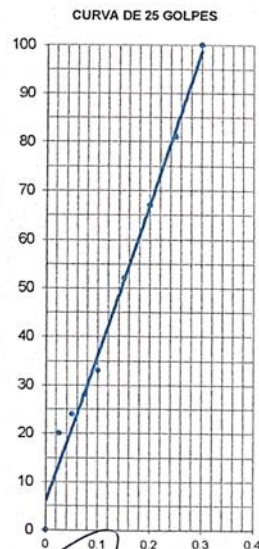
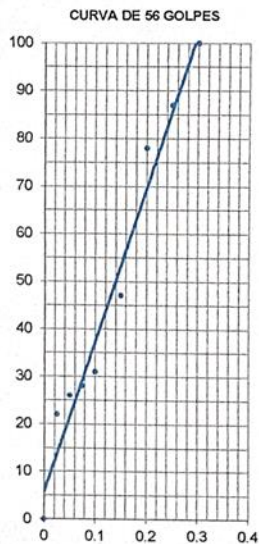
PARAMETROS DE C.B.R.  
 C.B.R.01" AL 100% = 5.52%  
 C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 5.00%

LEYENDA  
 — CURVA A 0.1"

C.B.R. 0.1" = 5.52%

C.B.R. 0.1" = 4.92%

C.B.R. 0.1" = 4.20%



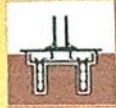
LABORATORIO GEO ALTIPLANO

Edgar Gerardo Cruz Tito  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 Edilberto Cabreza Velarde  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 REG. 44573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
 Celular: 983300680-Claro. Email: edgarcruzto@gmail.com



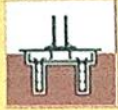
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 V.A.H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20445520401  
 P.O. ALFONSO LOAYZA N° 314 LIND. JOSÉ CHAVEZ - PUNO - PERÚ  
 CAR. LAJACA PUNO M.D. - UJE 31 URBANIZACIÓN SANTA MONICA

DATOS DE LA MUESTRA												
TESIS		: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO										
		: RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022										
SOLICITA		: BACH. FREDY CONDORI SUPO										
MUESTRA		: CALICATA N°03 - ESTRATO - 02 (0.40m. - 1.60m.) DE PROFUNDIDAD.										
UBICACION		: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+710										
FECHA		: jueves, 24 de Noviembre de 2022										
PERFIL ESTRATIGRAFICO												
ESCALA GRAFICA	Profundidad (m)	LONG. TRAMO (m)	N.L. (m)	ESTRATO	CLASIFICACIÓN - SUCSY AASHTO	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRAS	LIMITES DE ATTERBERG		CEB AL 100%	
									LL (%)	IP (%)		HUMEDAD NATURAL %
	0.10		NO se encontró nivel freático a una profundidad de 1.50m.	E-1	PT		Material conformado por relleno contaminado con tierra orgánica con presencia de raíces.					
	0.20											
	0.30											
	0.40											
	0.50											
	0.60											
	0.70											
	0.80											
	0.90											
	1.00			NO se encontró nivel freático a una profundidad de 1.50m.	E-2	CL A-7-6 (11)		Material conformado por arcillas inorgánicas de mediana plasticidad, no se encontró el nivel freático a una profundidad de 1.50m.	MA	41.18	18.64	18.76
	1.10											
	1.20											
	1.30											
	1.40											
	1.50	1.50										
	1.60											
	1.70											
	1.80											
	1.90											
OBSERVACIONES:												
MI: Muestra inalterada												
MA: Muestra alterada												
MNC: Muestra no conseguida												
Escala gráfica vertical (Equivalencia)												

Edgar Gerardo Cruz Tit.  
 TECNICO DE LABORATORIO

Edilberto Cuzayapaza Vela  
 CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Canteras, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular:983300680-Claro. Email: edgarcruz Tito@gmail.com



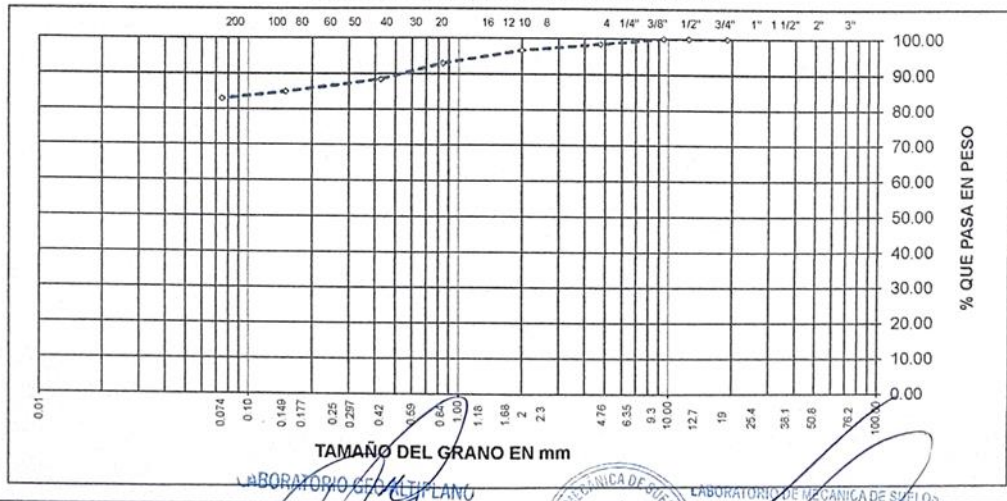
LABORATORIO DE MEZCLAS DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
VIA H. EXCLUSIONES Y OBRAS VARIAS S.A.C. RUC N° 2044503401  
P.O. ALFONSO LAZARTE N° 314 URB. JORGE CUNAVEZ - PALCABUYA - AYSOJA  
CAR. AJAJACA PUNO MED. - CTE 31 ORGANIZACION SANTA MARCELA

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°03 - ESTRATO - 02 (0.40m. - 1.50m.) DE PROFUNDIDAD.
UBICACION	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+710
FECHA	: jueves, 24 de Noviembre de 2022

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA MM	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso I. : 512.00 Grs
2 1/2"	63.000						Peso L. : Grs
2"	50.000						
1 1/2"	37.000						grava : 1.60 %
1"	25.000						Arena : 15.50 %
3/4"	19.000				100.00		Fino : 82.90 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural : 18.76 %
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.04	4.750	8.00	1.60	1.60	98.40		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>
No.10	2.000	9.00	1.80	3.40	96.60		L.L. : 41.18 %
No.20	0.840	19.00	3.70	7.10	92.90		L.P. : 22.64 %
No.40	0.425	23.00	4.50	11.60	88.40		I.P. : 18.54 %
No.100	0.150	18.00	3.50	15.10	84.90		<b>CLASIFICACION</b>
No.200	0.075	10.00	2.00	17.10	82.90		SUCS : CL
<No.200		425.00	82.90	100.00			AASHTO : A-7-6 (11)

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



LABORATORIO GEO ALTIPLANO  
  
 Edgar Gerardo Cruz Tito  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
  
 Edilberto Calhuanza Velarde  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
 Celular: 983300680-Claro. Email: edgarcruz Tito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 VÍA EJECUTORIOS Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 2044850491  
 AL. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JOSÉ CARRERA - PUCALLPA - FRECUENTIA  
 CAR. JULIANA PUNO AEB - UTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA

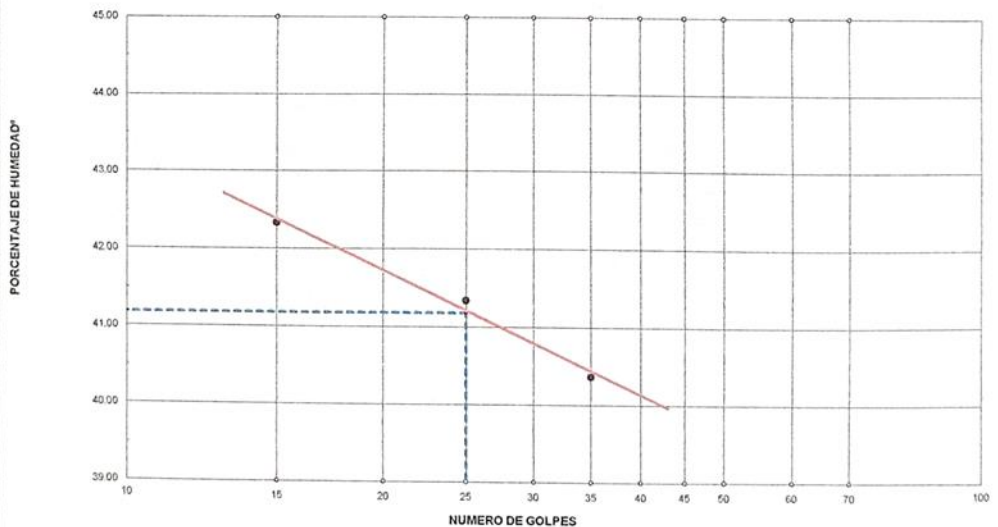
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°03 - ESTRATO - 02 (0.40m. - 1.50m.) DE PROFUNDIDAD.
UBICACION	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+710
FECHA	: jueves, 24 de Noviembre de 2022

### LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	35	25	15	1T	2T
01. No. DE GOLPES					
02. TARRO No.	1T	2T	3T	1T	2T
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	22.85	22.90	23.66	10.63	11.50
04. SUELO SECO * TARRO g	20.21	20.25	20.65	10.21	10.95
05. PESO DEL AGUA g	2.64	2.65	3.01	0.42	0.55
06. PESO DEL TARRO g	13.67	13.84	13.54	8.34	8.54
07. PESO DEL SUELO SECO g	6.54	6.41	7.11	1.87	2.41
08. HUMEDAD %	40.37	41.34	42.33	22.46	22.82

L.L.=	41.18 %	L.P.=	22.64 %	I.P.=	18.54
-------	---------	-------	---------	-------	-------

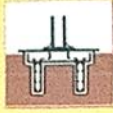
### GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"  
 Edgar Gerardo Cruz Tito  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 Gilberto Cahuapaza Velarde  
 INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular:983300680-Claro. Email: edgarcruz Tito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
V & H INGENIEROS Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20445508401  
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHÁVEZ - PUEBLO NUEVO - AREQUIPA  
CAR. JULIACA PUNO KM 8 - LOTE 31 URBANIZACIÓN SANTA MARCELA

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°03 - ESTRATO - 02 (0.40m. - 1.50.m.) DE PROFUNDIDAD.
UBICACION	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+710
FECHA	: jueves, 24 de Noviembre de 2022

### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NORMA (ASTM D-2216)

#### METODO SECADO AL HORNO

RECIPIENTE N°		1	2	3
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	500.00		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	421.00		
PESO RECIPIENTE	gr.	0.00		
PESO DE AGUA	gr.	79.00		
PESO DE SUELO SECO	gr.	421.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		18.76		
HUMEDAD PROMEDIO (%)		18.76		

OBSERVACIONES:

LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"  
  
 Edgar Gerardo Cruz Tito  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
  
 Edilberto Cahuapaza Velarde  
 INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 REG 64573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular:983300680-Claro. Email: edgarcrutzito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
V.E. INGENIEROS Y CONSULTORES S.A.C. RUC: N° 204403401  
AV. ALFONSO LOAYZA N° 316 LIND. JOSÉ CHAVEZ - PUELLAYUCHA - AVEQUENA  
CAR. RAJACA PUNO AREB - UTE 31 URBANIZACION SANTA ANTONIA

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°03 - ESTRATO - 02 (0.40m. - 1.50m.) DE PROFUNDIDAD.
UBICACIÓN	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+710
FECHA	: jueves, 24 de Noviembre de 2022

#### PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

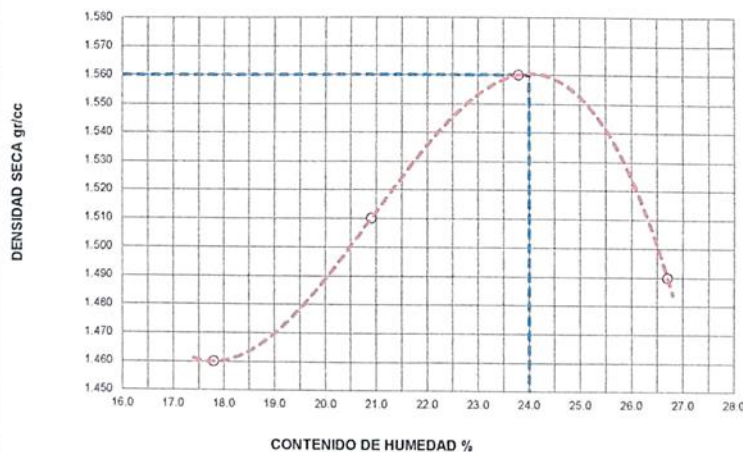
##### DETERMINACION DE DENSIDAD

ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	9,702	9,924	10,145	10,054
PESO MOLDE	6,181	6,181	6,181	6,181
PESO SUELO COMPACTADO	3,521	3,743	3,964	3,873
VOLUMEN DEL MOLDE	2,050	2,050	2,050	2,050
DENSIDAD HUMEDA	1,72	1,83	1,93	1,89

##### DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	535.00	509.00	613.00	613.00
SUELO SECO + RECIPIENTE	454.00	421.00	495.00	484.00
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA	81.00	88.00	118.00	129.00
PESO DE SUELO SECO	454.00	421.00	495.00	484.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	17.80	20.90	23.80	26.70
DENSIDAD SECA	1.46	1.51	1.56	1.49

#### GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



Max. densidad seca

1.56

Conten. humedad óptima

24.00

LABORATORIO GEO ALTIPLANO

*Edgar Gerardo Cruz Tit*  
TECNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

*Edilberto Cahuapaza Velarde*  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
REG 64573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"





### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular:983300680-Claro. Email: edgaracruzito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
VIA EJECUCIONES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: N° 2044850401  
AV. ALVARO LIGUENI N° 314 LIND. JOSÉ CAYEZ - PUCALLPA - AREQUIPA  
CAR. JAJAJA PUNO MED - TTE 31 (UNIVISION SANJA MARCELA

TESIS	:	ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO
	:	RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	:	BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	:	CALICATA N°03 - ESTRATO - 02 (0.40m. - 1.50m.) DE PROFUNDIDAD.
UBICACIÓN	:	AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+710
FECHA	:	jueves, 24 de Noviembre de 2022

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

Molde N°	7	8	9			
Capa N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo	gr. 11150		11015		10795	
Peso del molde	gr. 7143		7237		7268	
Peso del suelo húmedo	gr. 4007		3778		3527	
Volumen del molde	cc. 2077.3		2077.3		2077.3	
Densidad Humeda	gr./cc 1.93		1.82		1.7	
Humedad	% 24.10		24.10		24.10	
Densidad seca	gr./cc 1.560		1.47		1.37	
<b>HUMEDADES</b>						
Tarro N°	1	2	3			
Tarro suelo húmedo	gr. 391	366	412			
Tarro suelo seco	gr. 315	295	332			
Agua	gr. 76	71	80			
Peso del Tarro	gr. 0	0	0			
Peso del suelo seco	gr. 315	295	332			
Humedad	% 24.1	24.1	24.1			
Promedio de la humedad	%					

### ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
24-11-22	08:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25-11-22	08:00:00	25	27	21.330	30	33	26.070	39	42	33.180	26.212
26-11-22	08:00:00	37	40	31.600	44	47	37.130	51	56	44.240	34.950
27-11-22	08:00:00	63	66	30.810	72	75	33.180	81	85	33.970	0.624

### PENETRACION

PENETRACION			LECTURA	LECTURA	PENSIONES	LECTURA	LECTURA	PENSIONES	LECTURA	LECTURA	PENSIONES
Tiempo	mm	plg	DIAL	Lb	Lb/plg2	DIAL	Lb	Lb/plg2	DIAL	Lb	Lb/plg2
0.30	0.600	0.25	7	127	42	5	108	36	2	79	26
1.00	1.300	0.50	9	147	49	6	118	39	3	89	30
1.30	1.900	0.075	11	166	55	7	127	42	5	108	36
2.00	2.500	0.100	12	175	58	9	147	49	7	127	42
3.00	3.800	0.150	22	272	91	16	214	71	10	156	52
4.00	5.000	0.200	42	465	155	31	359	120	18	233	78
5.00	6.000	0.250	52	562	187	39	436	145	25	301	100
6.00	7.500	0.300	69	726	242	51	552	184	31	359	120
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

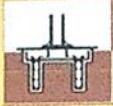
LABORATORIO GEO ALTIPLANO

Edgar Gerardo Cruz Tito  
TECNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
Edilberto Cahuapaza Velarde  
ING. CIVIL ESPECIAL EN GEOTECNIA  
REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



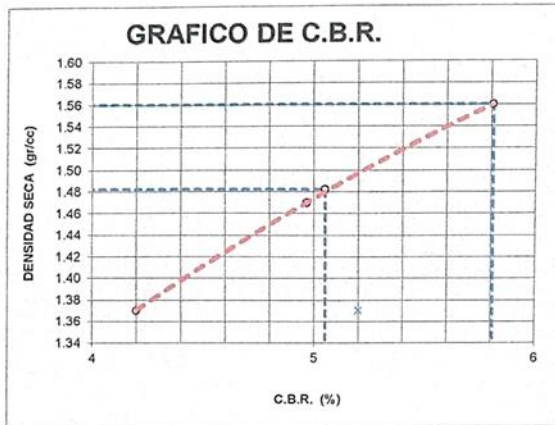
### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular: 983300680-Claro. Email: edgaracruzito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
V & H EJECUCIONES Y CONSULTORIAS S.A.C. RUC N° 20444579401  
AV. ALFONSO LOYOLA N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PUNO  
CAR. JUJUYA PUNO HE 9 - UTE 51 URBANIZACION SANTA BARCELA

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°03 - ESTRATO - 02 (0.40m. - 1.50m.) DE PROFUNDIDAD.
UBICACIÓN	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+710
FECHA	: Jueves, 24 de Noviembre de 2022



#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 5.81%  
 C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 5.05%

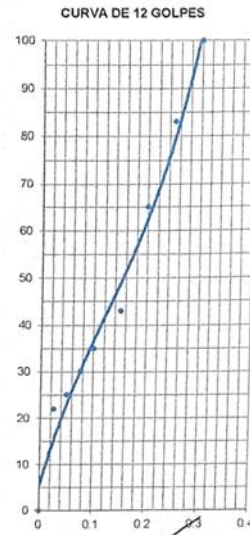
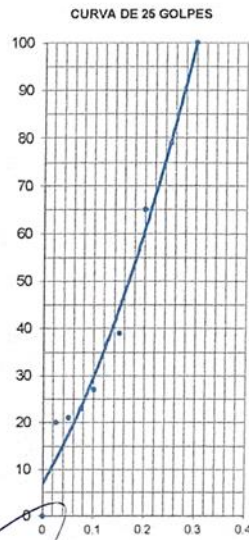
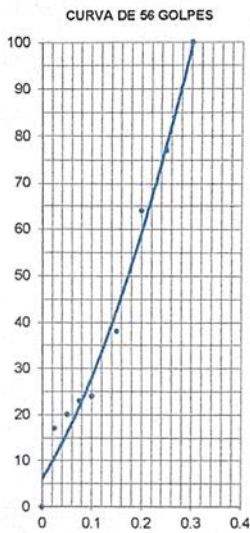
#### LEYENDA

— CURVA A 0.1"

C.B.R. 0.1" = 5.81%

C.B.R. 0.1" = 4.97%

C.B.R. 0.1" = 4.20%

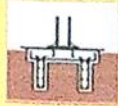


LABORATORIO GEO ALTIPLANO

*Edgar Gerardo Cruz Tito*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
*Edilberto Cahuaiza Velarde*  
 CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 REG 64573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular: 983300680-Claro. Email: edgarcrutzito@gmail.com



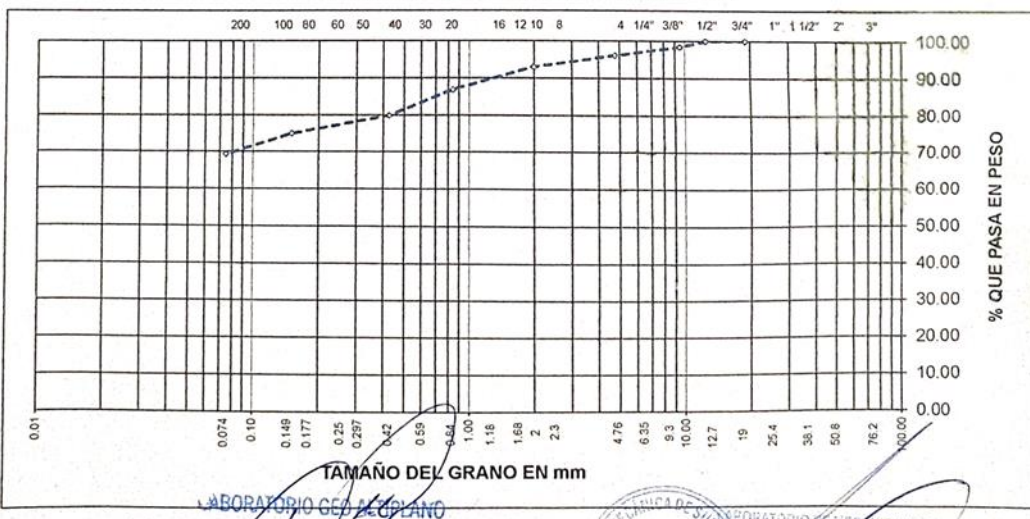
LABORATORIO DE MEZCLA DE SUELOS CONCRETOS Y PARAMENTOS  
Y O H ERECTORIOS Y CONSULTORIAS S.A.C. RUC N° 20446028491  
AV. ALFONSO LIGERTEN N° 314 URS. XRAYE CHAVEZ - PUCALLPA - PERU  
CAR. AJUNTA PUNO MED - UIC 31 URBANIZACION SANTA ANTONELA

<b>TESIS</b>	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
<b>SOLICITA</b>	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA N°02 + 2% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
<b>UBICACION</b>	: AV. ASUNCION PROGRESIVA : KM 0+450
<b>FECHA</b>	: jueves, 1 de Diciembre de 2022

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA MM	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso L. : 515.00 Grs
2 1/2"	63.000						Peso L. : Grs
2"	50.000						
1 1/2"	37.000						grava : 3.90 %
1"	25.000						Arena : 26.80 %
3/4"	19.000				100.00		Fino : 69.30 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural : 18.45 %
3/8"	9.500	8.00	1.60	1.60	98.40		
No.04	4.750	12.00	2.30	3.90	96.10		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>
No.10	2.000	16.00	3.10	7.00	93.00		L.L. : 38.40 %
No.20	0.840	32.00	6.20	13.20	86.80		L.P. : 21.74 %
No.40	0.425	36.00	7.00	20.20	79.80		I.P. : 16.66 %
No.100	0.150	25.00	4.90	25.10	74.90		<b>CLASIFICACION</b>
No.200	0.075	29.00	5.60	30.70	69.30		SUCS : CL
<No.200		357.00	69.30	100.00			AASHTO : A-6 (10)

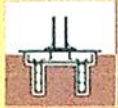
### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



LABORATORIO GEO ALTIPLANO  
 Edgar Gerardo Cruz Tito  
 TECNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MEZCLA DE SUELOS CONCRETOS Y PARAMENTOS  
 Wilberio Canyapaza Velarde  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 REG. 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
 Celular:983300680-Claro. Email: edgarcruztito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 VÍA H. ERZULONES Y CONSUELOS S.A.C. RUC N° 20448504401  
 P.O. ALFONSO LAROSE Nº 314 URB. JEROME OSORIO - PUEBLO NUEVO - AREQUIPA  
 CAR. A LIMA PUNO Nº 6 - LITE 31 URBANIZACIÓN SANTA ANTONIA

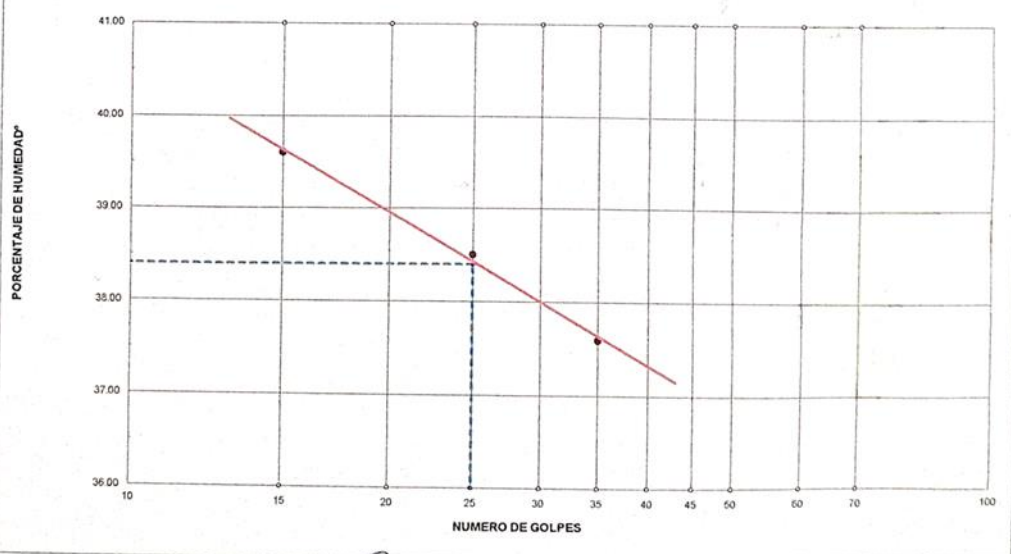
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°02 + 2% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
UBICACION	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450
FECHA	: jueves, 1 de Diciembre de 2022

#### LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	35	25	15	1T	2T
01. No. DE GOLPES					
02. TARRO No.	1T	2T	3T		
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	24.65	24.20	23.27	11.15	11.72
04. SUELO SECO * TARRO g	21.65	21.32	20.51	10.65	11.15
05. PESO DEL AGUA g	3.00	2.88	2.76	0.50	0.57
06. PESO DEL TARRO g	13.67	13.84	13.54	8.34	8.54
07. PESO DEL SUELO SECO g	7.98	7.48	6.97	2.31	2.61
08. HUMEDAD %	37.59	38.50	39.60	21.65	21.84

L.L.=	38.40 %	L.P.=	21.74 %	I.P.=	16.66
-------	---------	-------	---------	-------	-------

#### GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



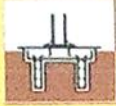
LABORATORIO GEO ALTIPLANO

Edgar Gerardo Cruz Tito  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 Gilberto Cahupaza Velarde  
 INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular:983300680-Claro. Email: edgarcruztilto@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
Y ASesorías Y CONSULTORES S.A.C. REG. N° 2044958041  
AV. ALFONSO UGUITEN N° 314 URB. JOSÉ CHAVEZ - PUNO, PERÚ  
CAR. JULIACA PUNO 1820 - LOTE 31 URBANIZACIÓN SANTA MARCELA

**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO  
 : RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
**SOLICITA** : BACH. FREDY CONDORI SUPO  
**MUESTRA** : CALICATA N°02 + 2% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS  
**UBICACION** : AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450  
**FECHA** : Jueves, 1 de Diciembre de 2022

### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NORMA (ASTM D-2216)

METODO SECADO AL HORNO				
RECIPIENTE N°		1	2	3
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	610.00		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	515.00		
PESO RECIPIENTE	gr.	0.00		
PESO DE AGUA	gr.	95.00		
PESO DE SUELO SECO	gr.	515.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		18.45		
<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>		<b>18.45</b>		

OBSERVACIONES:

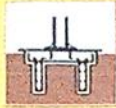
LABORATORIO GEO ALTIPLANO

Edgar Gerardo Cruz Tito  
TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
Edilberto Cahuayaza Velarde  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
REG. 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Canteras, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular: 983300680-Claro. Email: edgarcrutzito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
VIA H. EREZUMAYROS Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 2044550401  
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 LIND. DONCE CHAVEZ - PALLAPUTKA - AREQUIPA  
CAR. BUJANCA PUNO MB-8 - UTE 31 URBANIZACIÓN SUREN BUJANCA

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO
	: RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°02 + 2% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
UBICACIÓN	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450
FECHA	: jueves, 1 de Diciembre de 2022

#### PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

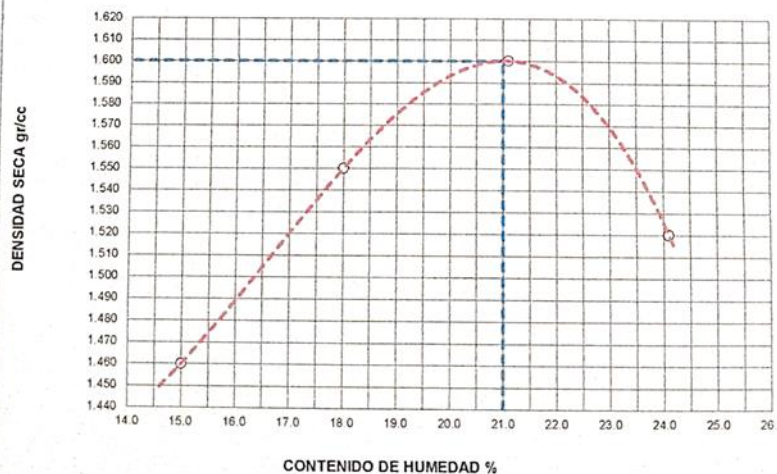
##### DETERMINACION DE DENSIDAD

ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	9,635	9,932	10,154	10,051
PESO MOLDE	6,181	6,181	6,181	6,181
PESO SUELO COMPACTADO	3,454	3,751	3,973	3,870
VOLUMEN DEL MOLDE	2,050	2,050	2,050	2,050
DENSIDAD HUMEDA	1.68	1.83	1.94	1.89

##### DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	650.00	615.00	586.00	515.00
SUELO SECO + RECIPIENTE	565.00	521.00	484.00	415.00
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA	85.00	94.00	102.00	100.00
PESO DE SUELO SECO	565.00	521.00	484.00	415.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	15.00	18.00	21.10	24.10
DENSIDAD SECA	1.46	1.55	1.60	1.52

GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



Max. densidad seca  
**1.60**

Conten. humedad óptima  
**21.00**

LABORATORIO GEO ALTIPLANO

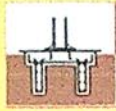
Edgar Cruz Tito  
TECNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Cahuapza Velarde  
CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular: 983300680-Claro. Email: edgarcruztilto@gmail.com



LABORATORIO DE MEZCLA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
Y EJECUCIONES Y OBRAS S.A.C. RUC N° 2044050401  
AV. ALFONSO LEONARDO N° 314 URB. JOSSE CHAVEZ - PUNO  
CAR. ARENICA PUNO ME D - IRE 31 URBANIZACION SANTA ANITA

TESIS	:	ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	:	BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	:	CALICATA N°02 + 2% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
UBICACIÓN	:	AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450
FECHA	:	jueves, 1 de Diciembre de 2022

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

	1		2		3	
	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Molde N°	1		2		3	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR		SIN SUMERGIR		SIN SUMERGIR	
Peso molde + suelo húmedo gr.	11165		11010		10814	
Peso del molde gr.	7143		7237		7268	
Peso del suelo húmedo gr.	4022		3773		3546	
Volumen del molde cc.	2077.3		2077.3		2077.3	
Densidad Humeda gr./cc	1.94		1.82		1.71	
Humedad %	21.10		21.20		21.20	
Densidad seca gr./cc	1.600		1.50		1.41	
<b>HUMEDADES</b>						
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo húmedo gr.	402		429		418	
Tarro suelo seco gr.	332		354		345	
Agua gr.	70		75		73	
Peso del Tarro gr.	0		0		0	
Peso del suelo seco gr.	332		354		345	
Humedad %	21.1		21.2		21.2	
Promedio de la humedad %						

### ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
1-12-22	08:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-12-22	08:00:00	24	23	0.05	0.040	30	0.08	0.063	41	0.41	0.324
3-12-22	08:00:00	48	38	0.09	0.071	44	0.12	0.095	54	0.54	0.427
4-12-22	08:00:00	72	61	0.13	0.063	73	0.16	0.063	85	0.85	0.348

### PENETRACION

Tiempo	PENETRACION		LECTURA DIAL	LECTURA Lb	PENSIONES Lb/plg2	LECTURA DIAL	LECTURA Lb	PENSIONES Lb/plg2	LECTURA DIAL	LECTURA Lb	PENSIONES Lb/plg2
	mm	plg									
0.30	0.600	0.25	8	137	46	5	108	36	4	98	33
1.00	1.300	0.50	10	156	52	7	127	42	5	108	36
1.30	1.900	0.075	11	166	55	9	147	49	7	127	42
2.00	2.500	0.100	16	214	71	13	185	62	10	156	52
3.00	3.800	0.150	22	272	91	20	253	84	12	175	58
4.00	5.000	0.200	39	436	145	27	320	107	21	262	87
5.00	6.000	0.250	45	494	165	33	378	126	27	320	107
6.00	7.500	0.300	56	601	200	43	475	158	33	378	126
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

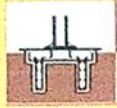
LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

*Edgar Cruz Tito*  
TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
*Edilberto Cahuyaza Velarde*  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



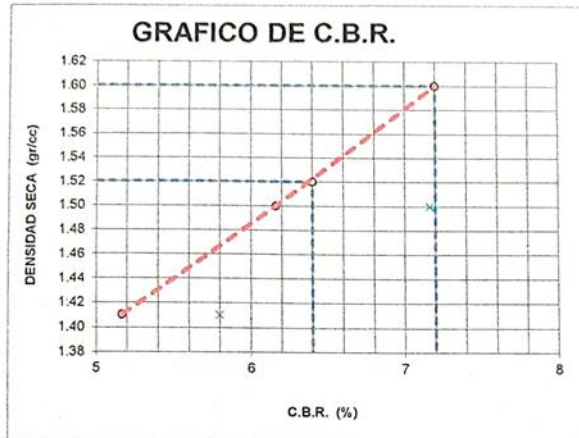
### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
 Celular:983300680-Claro. Email: edgarcruztilto@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 Y ASISTENTES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 2046850401  
 AL. ALFONSO LEGARDE N° 314 URB. JOSÉ CHAVEZ - PULCAPIPIA - AREQUIPA  
 CAR. TALCA PUNO Nº 8 - LITE 31 URBANIZACIÓN SANTA BARCELA

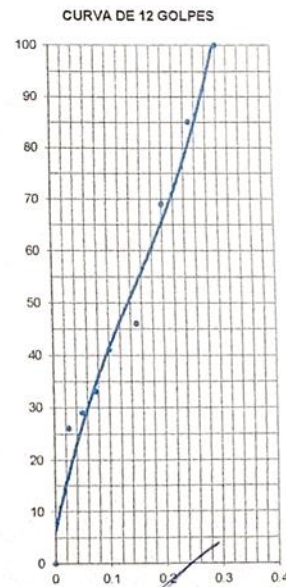
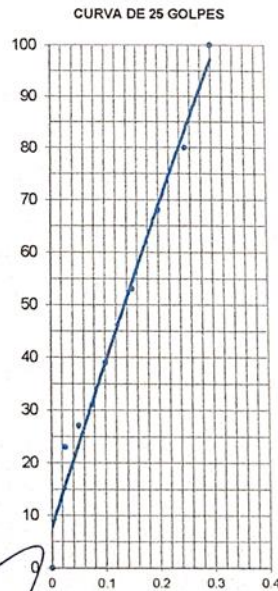
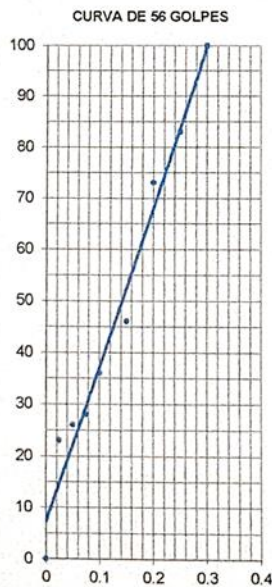
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°02 + 2% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
UBICACIÓN	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450
FECHA	: jueves, 1 de Diciembre de 2022



PARAMETROS DE C.B.R.  
 C.B.R.01" AL 100% = 7.20%  
 C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 6.40%

LEYENDA  
 — CURVA A 0.1"

C.B.R 0.1" = 7.20%      C.B.R 0.1" = 6.16%      C.B.R 0.1" = 5.17%



LABORATORIO GEO ALTIPLANO

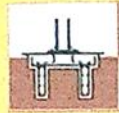
Edgar Gerardo Cruz Tito  
 TECNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 Edilberto Cahuapaza Velarde  
 INGENIERO CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA  
 REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"





### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Canteras, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
 Celular: 983300680-Claro. Email: edgarcrutzito@gmail.com



LABORATORIO DE MEZCLAS DE SUELOS CONDENSADOS Y PAVIMENTOS  
 VARIAS CONSULTORIAS Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20048500401  
 AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JOSÉ GARCÍA - PUNO  
 CAR. RAJACA PUNO MED. - LIE-31 URBANIZACIÓN SANTA MARCELA

**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**SOLICITA** : BACH. FREDY CONDORI SUPO

**MUESTRA** : CALICATA N°02 + 4% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

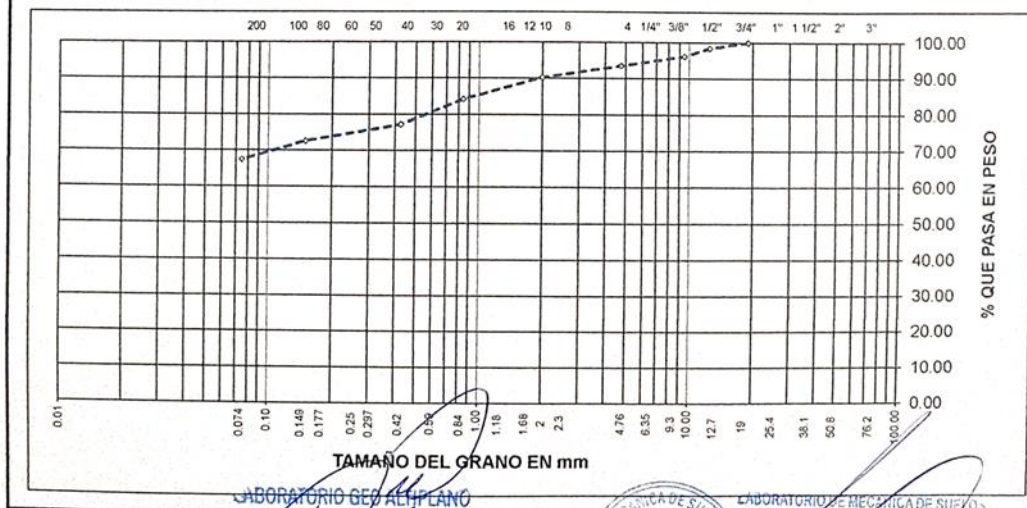
**UBICACION** : AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450

**FECHA** : jueves, 1 de Diciembre de 2022

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA MM	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso I. : 632.00 Grs
2 1/2"	63.000						Peso L. : Grs
2"	50.000						
1 1/2"	37.000						grava : 6.50 %
1"	25.000						Arena : 26.00 %
3/4"	19.000				100.00		Fino : 67.50 %
1/2"	12.500	10.00	1.60	1.60	98.40		W natural : 18.35 %
3/8"	9.500	14.00	2.20	3.80	96.20		
No.04	4.750	17.00	2.70	6.50	93.50		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>
No.10	2.000	21.00	3.30	9.80	90.20		L.L. : 37.20 %
No.20	0.840	38.00	6.00	15.80	84.20		L.P. : 21.16 %
No.40	0.425	44.00	7.00	22.80	77.20		I.P. : 16.04 %
No.100	0.150	29.00	4.60	27.40	72.60		<b>CLASIFICACION</b>
No.200	0.075	32.00	5.10	32.50	67.50		SUCS : CL
<No.200		427.00	67.50	100.00			AASHTO : A-6 (9)

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



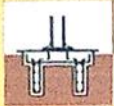
LABORATORIO GEO ALTIPLANO

Edgar Gerardo Cruz Tito  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 Edlberto Cahupaza Velarde  
 ING. CIVIL ESPECIAL EN GEOTECNIA  
 REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Canteras, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
 Celular:983300680-Claro. Email: edgarcruztilto@gmail.com



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 V.A.H. EJECUCIONES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 2044828041  
 RUC ALFONSO LOAYZA N° 3104108. JORGE CHAVEZ - PUNO, PERU - PUNO  
 CAR. ALIANCE PUNO MI B - IRE 51 UBICACION SANTA MARCELA

**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**SOLICITA** : BACH. FREDY CONDORI SUPO

**MUESTRA** : CALICATA N°02 + 4% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

**UBICACION** : AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450

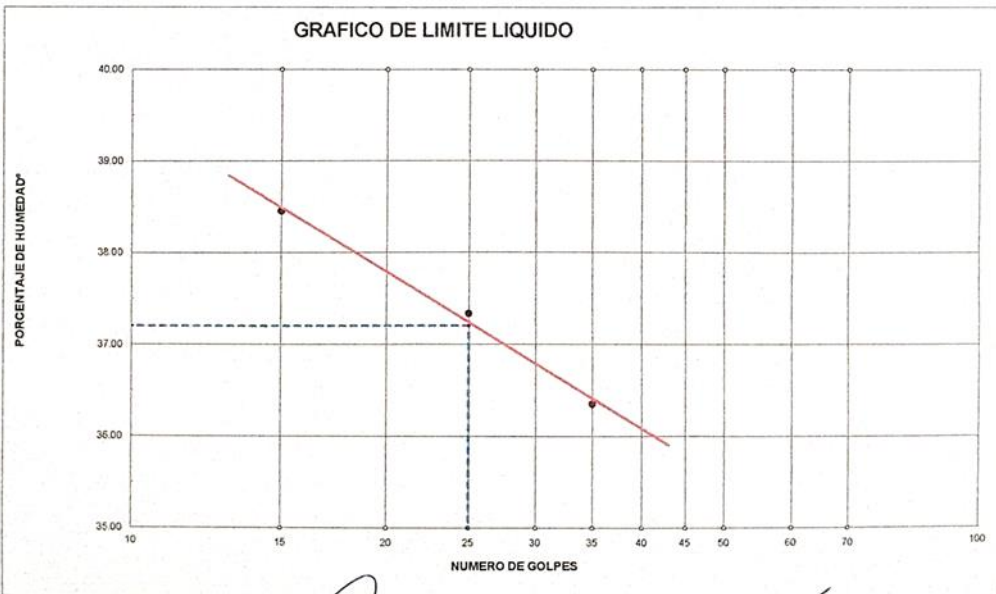
**FECHA** : jueves, 1 de Diciembre de 2022

### LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	35	25	15	1T	2T
01. No. DE GOLPES					
02. TARRO No.	1T	2T	3T		
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	24.96	25.06	22.65	10.74	11.58
04. SUELO SECO * TARRO g	21.95	22.01	20.12	10.32	11.05
05. PESO DEL AGUA g	3.01	3.05	2.53	0.42	0.53
06. PESO DEL TARRO g	13.67	13.84	13.54	8.34	8.54
07. PESO DEL SUELO SECO g	8.28	8.17	6.58	1.98	2.51
08. HUMEDAD %	36.35	37.33	38.45	21.21	21.12

L.L.=	37.20 %	L.P.=	21.16 %	I.P.=	16.04
-------	---------	-------	---------	-------	-------

### GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



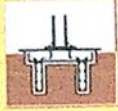
LABORATORIO GEO ALTIPLANO

Edgar Gerardo Cruz Tito  
 TECNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 Edilberto Cahuana Velarde  
 CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 REC. 54573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular:983300680-Claro. Email: edgarcrutzito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 2044050401  
AV. ALFREDO MAGUIEN N° 314 LIND. JIROE CHAVEZ - PUECOPILLA - AREQUIPA  
CAR. BUENA PASTA N° 0 - TIE 31 URBANIZACION SANTA BARCELA

TESIS : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO  
RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022

SOLICITA : BACH. FREDY CONDORI SUPO

MUESTRA : CALICATA N°02 + 4% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

UBICACION : AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450

FECHA : jueves, 1 de Diciembre de 2022

### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NORMA (ASTM D-2216)

METODO SECADO AL HORNO				
RECIPIENTE N°		1	2	3
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	748.00		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	632.00		
PESO RECIPIENTE	gr.	0.00		
PESO DE AGUA	gr.	116.00		
PESO DE SUELO SECO	gr.	632.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		18.35		
HUMEDAD PROMEDIO (%)		18.35		

OBSERVACIONES:

LABORATORIO GEO ALTIPLANO

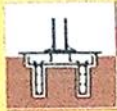
Edgar Cerrudo Cruz Tito  
TECNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Gilberto Cahuangaza Velarde  
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
 Celular: 983300680-Claro. Email: edgarcruzlito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 V.B.H. ESTRUCTURAS Y CONSULTORIOS S.A.C. REG. N° 2044052401  
 AV. ALFONSO LUQUETE N° 3141003, JORGE CHAVEZ - PUNO, PERÚ  
 CAR. JALUCA PUNO AZUO - LUE 51 UNIV. SAN JUAN DE HUACAYA

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°02 + 4% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
UBICACIÓN	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450
FECHA	: jueves, 1 de Diciembre de 2022

#### PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

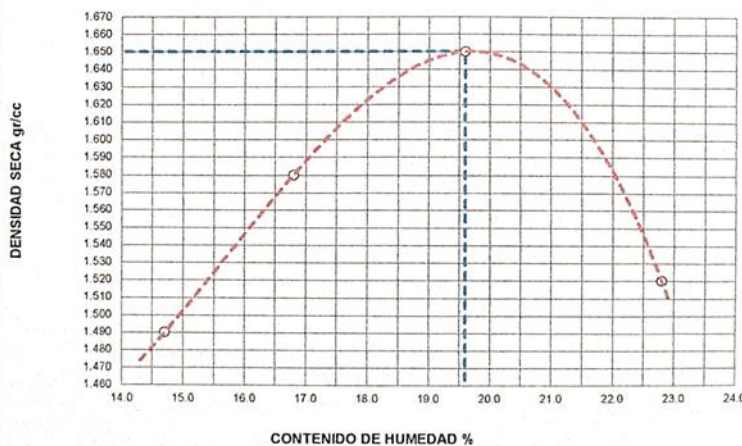
##### DETERMINACION DE DENSIDAD

ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	9,684	9,965	10,225	10,021
PESO MOLDE	6,181	6,181	6,181	6,181
PESO SUELO COMPACTADO	3,503	3,784	4,044	3,840
VOLUMEN DEL MOLDE	2,050	2,050	2,050	2,050
DENSIDAD HUMEDA	1.71	1.85	1.97	1.87

##### DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	483.00	585.00	543.00	717.00
SUELO SECO + RECIPIENTE	421.00	501.00	454.00	584.00
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA	62.00	84.00	89.00	133.00
PESO DE SUELO SECO	421.00	501.00	454.00	584.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	14.70	16.80	19.60	22.80
DENSIDAD SECA	1.49	1.58	1.65	1.52

#### GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



Max. densidad seca  
1.65

Conten. humedad óptima  
19.60

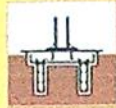
LABORATORIO GEO ALTIPLANO

Edgar Gerardo Cruz Tito  
TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 Edilberto Cahuapaza Velarde  
 INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 REG. 04573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular:983300680-Claro. Email: edgaracruzito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONVENCIONALES Y PREPARADOS  
Y A INGENIEROS Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 2041050401  
AV. ALFONSO QUINTERO N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PUNO  
CAR. ALFONSO QUINTERO N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PUNO  
CAR. ALFONSO QUINTERO N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PUNO

TESIS	:	ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO
	:	RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	:	BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	:	CALICATA N°02 + 4% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
UBICACIÓN	:	AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450
FECHA	:	jueves, 1 de Diciembre de 2022

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

Molde N°		4		5		6
Capa N°		5		5		5
Golpes por capa N°		56		25		12
Condición de la muestra		SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR
Peso molde + suelo húmedo	gr.	11254		11121		10911
Peso del molde	gr.	7143		7237		7268
Peso del suelo húmedo	gr.	4111		3884		3643
Volúmen del molde	cc.	2077.3		2077.3		2077.3
Densidad Humeda	gr./cc	1.98		1.87		1.75
Humedad	%	19.70		19.70		19.70
Densidad seca	gr./cc	1.650		1.56		1.46
<b>HUMEDADES</b>						
Tarro N°		1		2		3
Tarro suelo húmedo	gr.	437		473		504
Tarro suelo seco	gr.	365		395		421
Agua	gr.	72		78		83
Peso del Tarro	gr.	0		0		0
Peso del suelo seco	gr.	365		395		421
Humedad	%	19.7		19.7		19.7
Promedio de la humedad	%					

### ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
1-12-22	08:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-12-22	08:00:00	24	20	0.05	0.040	28	0.08	0.063	39	0.39	0.308
3-12-22	08:00:00	48	36	0.09	0.071	41	0.12	0.095	50	0.5	0.395
4-12-22	08:00:00	72	58	0.13	0.063	70	0.16	0.063	81	0.81	0.332

### PENETRACION

Tiempo	PENETRACION		LECTURA DIAL	LECTURA Lb	PENSIONES Lb/plg2	LECTURA DIAL	LECTURA Lb	PENSIONES Lb/plg2	LECTURA DIAL	LECTURA Lb	PENSIONES Lb/plg2
	mm	plg									
0.30	0.600	0.25	10	156	52	7	127	42	6	118	39
1.00	1.300	0.50	12	175	58	9	147	49	7	127	42
1.30	1.900	0.075	13	185	62	11	166	55	9	147	49
2.00	2.500	0.100	20	253	84	17	224	75	14	195	65
3.00	3.800	0.150	24	291	97	22	272	91	14	195	65
4.00	5.000	0.200	41	456	152	29	340	113	22	272	91
5.00	6.000	0.250	47	514	171	35	398	133	31	359	120
6.00	7.500	0.300	59	630	210	46	504	168	35	398	133
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

LABORATORIO GEO ALTIPLANO

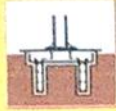
Edgar Gerardo Cruz Tito  
TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONVENCIONALES Y PREPARADOS  
Edilberto Cahuapaza Velarde  
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"





### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
 Celular: 983300680-Claro. Email: edgaracruzito@gmail.com



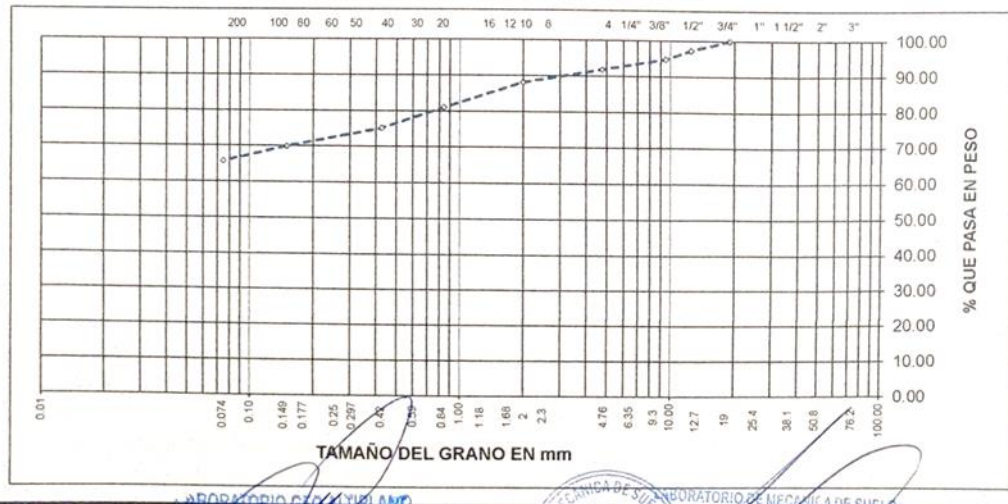
LABORATORIO DE MEZCLA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 Y ASESORIA EN CONSULTORIAS S.A.C. RUC N° 2044050401  
 P.O. ALVARO LOAYTE N° 314 LIND. JOSE GARCIA - PUNO - PERU  
 CAL. BALCA PUNO ME.B. - U.E. 31 URBANIZACION SANTA MARCELA

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°02 + 6% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
UBICACION	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450
FECHA	: jueves, 1 de Diciembre de 2022

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA MM	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso l. : 595.00 Grs
2 1/2"	63.000						Peso L. : Grs
2"	50.000						grava : 8.20 %
1 1/2"	37.000						Arena : 26.10 %
1"	25.000						Fino : 65.70 %
3/4"	19.000				100.00		W natural : 17.82 %
1/2"	12.500	16.00	2.70	2.70	97.30		
3/8"	9.500	15.00	2.50	5.20	94.80		
No.04	4.750	18.00	3.00	8.20	91.80		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.10	2.000	22.00	3.70	11.90	88.10		L.L. : 36.41 %
No.20	0.840	42.00	7.10	19.00	81.00		L.P. : 21.36 %
No.40	0.425	35.00	5.90	24.90	75.10		I.P. : 15.05 %
No.100	0.150	31.00	5.20	30.10	69.90		CLASIFICACION
No.200	0.075	25.00	4.20	34.30	65.70		SUCS : CL
<No.200		391.00	65.70	100.00			AASHTO : A-6 (8)

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



LABORATORIO GEO ALTIPLANO  
 Edgar Gerardo Cruz Tito  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 Gilberto Cahuapaza Velarde  
 CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular:983300680-Claro. Email: edgaracruzfito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
V.H. EREZURUMS Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 2044850401  
AV. ALFONSO LUGONES N° 314 LIND. JOSÉ CHAVEZ - PUEBLO NUEVO - AREQUIPA  
CAR. AJAJUCA PUNO M.D. - U.E. 31 URBANIZACIÓN SANTA ANITA

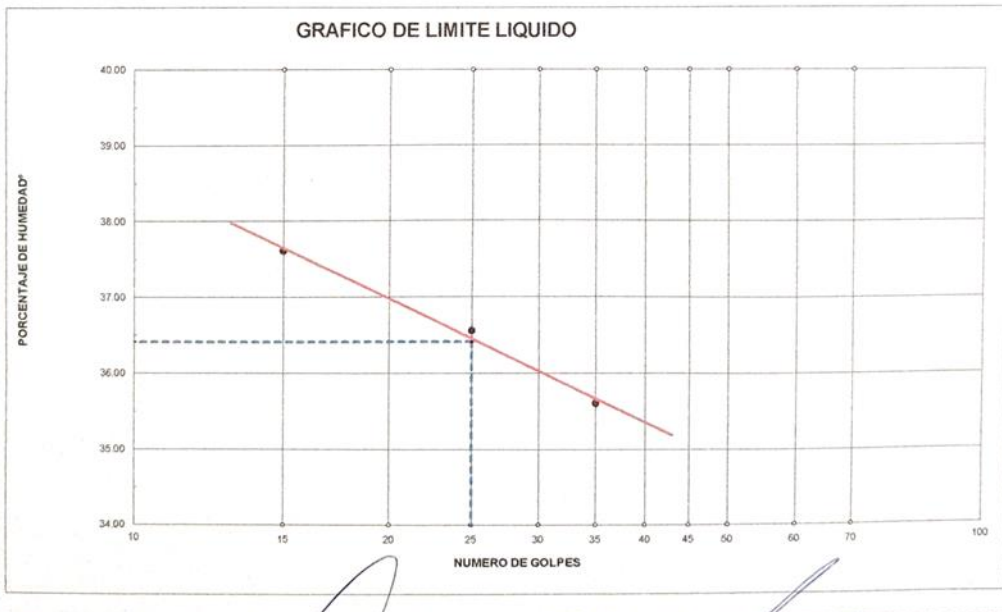
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°02 + 6% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
UBICACION	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450
FECHA	: jueves, 1 de Diciembre de 2022

### LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	35	25	15	1T	2T
01. No. DE GOLPES					
02. TARRO No.	1T	2T	3T		
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	25.40	25.72	23.09	11.15	11.70
04. SUELO SECO * TARRO g	22.32	22.54	20.48	10.65	11.15
05. PESO DEL AGUA g	3.08	3.18	2.61	0.50	0.55
06. PESO DEL TARRO g	13.67	13.84	13.54	8.34	8.54
07. PESO DEL SUELO SECO g	8.65	8.70	6.94	2.31	2.81
08. HUMEDAD %	35.61	36.55	37.61	21.65	21.07

L.L.=	36.41 %	L.P.=	21.36 %	I.P.=	15.05
-------	---------	-------	---------	-------	-------

### GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



LABORATORIO GEO ALTIPLANO

Edgar Gerardo Cruz Tit  
TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Rdiberio Cahuapaza Velarde  
ING. ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
REG. 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"





### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular:983300680-Claro. Email: edgarcruztito@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
V.H. INGENIEROS Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 17040430401  
AV. ALFONSO LAGUNA N° 314 LIND. JOSÉ CHAVEZ - PUNO  
CAR. JULIACA PUNO ME B - ITE 31 LABORATORIO SANTA ANITA

TESIS : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO  
RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022

SOLICITA : BACH. FREDY CONDORI SUPO

MUESTRA : CALICATA N°02 + 6% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

UBICACION : AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450

FECHA : jueves, 1 de Diciembre de 2022

### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NORMA (ASTM D-2216)

METODO SECADO AL HORNO				
RECIPIENTE N°		1	2	3
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	595.00		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	505.00		
PESO RECIPIENTE	gr.	0.00		
PESO DE AGUA	gr.	90.00		
PESO DE SUELO SECO	gr.	505.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		17.82		
<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>		<b>17.82</b>		

OBSERVACIONES:

LABORATORIO GEO ALTIPLANO

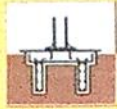
Edgar Gerardo Cruz Tito  
TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Hilberto Cahuapaza Velarde  
CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
REG B4573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular: 983300680-Claro. Email: edgarcruztilto@gmail.com



LABORATORIO DE MEZCLA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
Y OBRAS DE OBRAS Y CONSULTORIAS S.A.C. RUC N° 2044802401  
AV. ALFONSO LIGUEN N° 314 URB. SURCO CHAVEZ - PUNO  
CAR. JULIACA PUNO HE D - LOTE 31 URBANIZACION SANTA ANITA

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°02 + 6% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
UBICACIÓN	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450
FECHA	: jueves, 1 de Diciembre de 2022

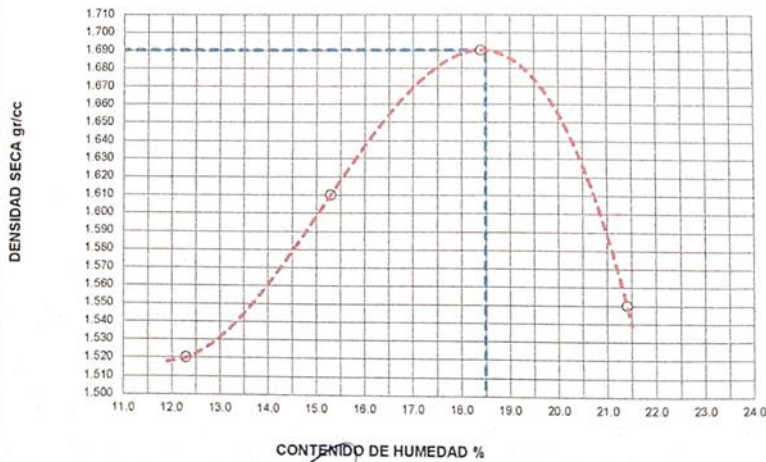
#### PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	9,695	9,984	10,294	10,032
PESO MOLDE	6,181	6,181	6,181	6,181
PESO SUELO COMPACTADO	3,514	3,803	4,103	3,851
VOLUMEN DEL MOLDE	2,050	2,050	2,050	2,050
DENSIDAD HUMEDA	1.71	1.86	2.00	1.88

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	410.00	536.00	573.00	608.00
SUELO SECO + RECIPIENTE	365.00	465.00	484.00	501.00
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA	45.00	71.00	89.00	107.00
PESO DE SUELO SECO	365.00	465.00	484.00	501.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	12.30	15.30	18.40	21.40
DENSIDAD SECA	1.52	1.61	1.69	1.55

GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



Max. densidad seca

1.69

Conten. humedad óptima

18.50

LABORATORIO GEO ALTIPLANO

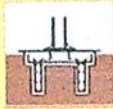
Edgar Gerardo Cruz Tito  
TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Gilberto Cahuangza Velarde  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cementación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular:983300680-Claro. Email: edgarcruztilto@gmail.com



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
Y OBRAS DE OBRAS Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 2044058401  
M. ALFONSO LUGUENI N° 314 LRO. JOSÉ GARCÍA - PUNO, PERÚ  
CAR. JULIACA PUNO ME-8 - LOTE 21 URBANIZACION SANTA MARCELA

TESIS	:	ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	:	BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	:	CALICATA N°02 + 6% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
UBICACIÓN	:	AV. ASUNCION PROGRESIVA : KM 0+450
FECHA	:	jueves, 1 de Diciembre de 2022

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

Molde N°	7	8	9
Capa N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR
			SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo gr.	11295	11145	10918
Peso del molde gr.	7143	7237	7268
Peso del suelo húmedo gr.	4152	3908	3650
Volúmen del molde cc.	2077.3	2077.3	2077.3
Densidad Humeda gr./cc	2	1.88	1.76
Humedad %	18.40	18.60	18.50
Densidad seca gr./cc	1.690	1.59	1.49
<b>HUMEDADES</b>			
Tarro N°	1	2	3
Tarro suelo húmedo gr.	393	409	486
Tarro suelo seco gr.	332	345	410
Agua gr.	61	64	76
Peso del Tarro gr.	0	0	0
Peso del suelo seco gr.	332	345	410
Humedad %	18.4	18.6	18.5
Promedio de la humedad %			

### ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
1-12-22	08:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-12-22	08:00:00	24	18	0.05	0.040	25	0.08	0.063	36	0.36	0.284
3-12-22	08:00:00	48	34	0.09	0.071	38	0.12	0.095	48	0.48	0.379
4-12-22	08:00:00	72	55	0.13	0.063	68	0.16	0.063	77	0.77	0.324

### PENETRACION

Tiempo	PENETRACION		LECTURA DIAL	LECTURA Lb	PENSIONES Lb/plg2	LECTURA DIAL	LECTURA Lb	PENSIONES Lb/plg2	LECTURA DIAL	LECTURA Lb	PENSIONES Lb/plg2
	mm	plg									
0.30	0.600	0.25	12	175	58	9	147	49	8	137	46
1.00	1.300	0.50	15	204	68	11	166	55	9	147	49
1.30	1.900	0.075	19	243	81	13	185	62	11	166	55
2.00	2.500	0.100	26	311	104	21	262	87	16	214	71
3.00	3.800	0.150	35	398	133	24	291	97	17	224	75
4.00	5.000	0.200	44	485	162	32	369	123	25	301	100
5.00	6.000	0.250	52	562	187	39	436	145	34	388	129
6.00	7.500	0.300	65	698	229	51	552	184	37	417	139
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

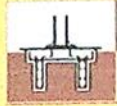
LABORATORIO GEO ALTIPLANO

*Edgar Gerardo Cruz Tilto*  
TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
*Filberto Calvariza Velarde*  
ING. ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



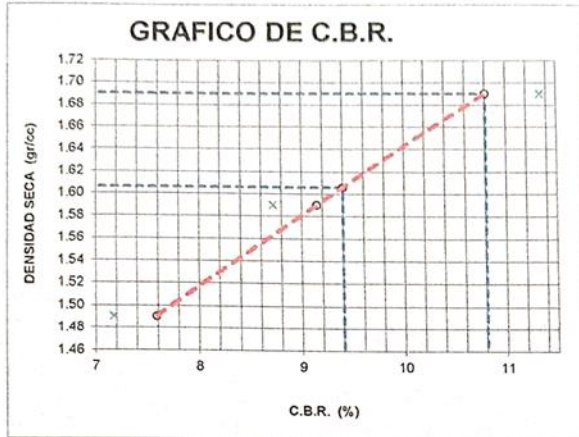
### LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"

Estudio Mecánica de Suelos, Estudio de Cantera, Estudio con Fines de Cimentación, Diseño de Base y Sub Base, Diseño de Mezcla de Concreto, Diseño de Asfalto y Otros en General.  
Celular:983300680-Claro. Email: edgarcruztilto@gmail.com



LABORATORIO DE MEZCLA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
VIA HEREDIA Y CONSULTORES S.A.C. RUC# 2044858451  
PA. ALPHEO UGARTE# 314 URB. JOSE GARCIA - PUNO - PERU  
COR. JAJACA PUNO MB-B - LITE 31 URBANIZACION SANTA ANITA

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2022
SOLICITA	: BACH. FREDY CONDORI SUPO
MUESTRA	: CALICATA N°02 + 6% RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
UBICACIÓN	: AV. ASUNCIÓN PROGRESIVA : KM 0+450
FECHA	: jueves, 1 de Diciembre de 2022



#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R.01" AL 100% = 10.31%  
 C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 8.90%

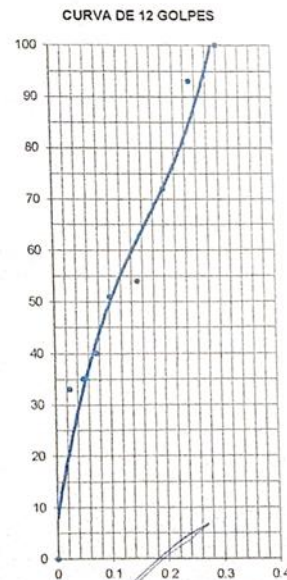
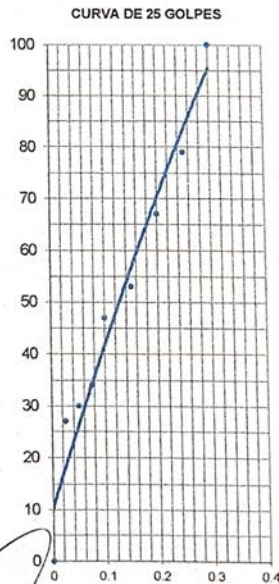
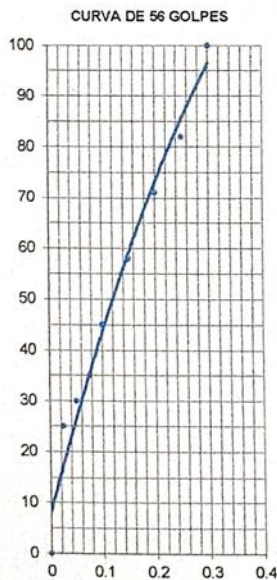
#### LEYENDA

— CURVA A 0.1"

C.B.R. 0.1" = 10.31%

C.B.R. 0.1" = 8.65%

C.B.R. 0.1" = 7.09%



LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"  
 Edgar Gerardo Cruz Titto  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 Director: Gilberto Cahuyapaza Velarde  
 INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 REG 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"

## Anexo 07: Certificado de Calibración.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LBS-051-2022

Página 1 de 3

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/02/22
Solicitante	LABORATORIO GEO ALTIPLANO, V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C
Dirección	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Instrumento de medición	COPA CASAGRANDE
Identificación	NO INDICA
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-CC
Serie	053
Mecanismo	Manual
Ranurador	BRONCE
Procedencia	PERÚ
Ubicación Lugar de calibración	LABORATORIO DE SUELOS JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Fecha de calibración	2022/02/23
Método/Procedimiento de calibración	La calibración de efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 Sta. Ed. , "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Año: Vno. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf. +51 101 1880 / Cel. +51 928 196 793 / Cel. +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LBS-051-2022

Página 2 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION E.I.R.L.	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 16,5 °C	Final: 16,4 °C
Humedad Relativa	Inicial: 52 %hr	Final: 52 %hr

Resultados

IMAGEN N° 01

Dimensiones	Aparato de Limite Liquido Conjunto de la Cazuela			Base			Ranurador Extremo Curvado			
	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
Descripción	Radio de la Copa	Espesor de la Copa	Profundidad de la Copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho	Espesor	Radio Curvado	Ancho
Métrico, mm	54	2.0	27	47	50	150	125	10.0	2.0	13.5
Tolerancia, mm	2	0.1	1	1.5	5	5	5	0.1	0.1	0.1
Inglés, pulg.	2.13	0.079	1.063	1.850	2	5.90	4.92	0.39	0.08	0.53
Tolerancia, pulg.	0.08	0.004	0.4	0.6	0.2	0.2	0.2	0.004	0.004	0.004

TABLA N° 01

CAZUELA

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
ESPEJOR	2,10	+/- 0.1	OK
PROFUNDIDAD	27,10	+/- 1	OK



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Uma, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



TABLA N° 02

BASE

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
GUÍA DEL ELEVADOR	47,50	+/- 1.5	OK
ESPESOR	52,00	+/- 5	OK
LARGO	149,80	+/- 5	OK
ANCHO	126,00	+/- 5	OK
HUELLA	4,00	+/- 13	OK

TABLA N° 03

RANURADOR

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
CALIBRADOR CUADRADO	10,00	+/- 0.2	OK
ESPESOR	10,00	+/- 0.1	OK
BORDE CORTANTE	1,90	+/- 0.1	OK
ANCHO	13,50	+/- 0.1	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote D1, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301 1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMI-007-2022

Página 1 de 5

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/02/22

Solicitante LABORATORIO GEO ALTIPLANO,  
V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C

Dirección JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN  
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -  
PUNO

Instrumento de medición HORNO DE LABORATORIO

Identificación NO INDICA

Marca PERUTEST

Modelo PT-H76

Serie 150

Cámara 76 LITROS

Ventilación NATURAL

Pirómetro DIGITAL

Procedencia CHINA

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS  
JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN  
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -  
PUNO

Lugar de calibración PUNO

Fecha de calibración 2022/02/23

Método/Procedimiento de calibración  
- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.  
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMI-007-2022

Página 2 de 5

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con 12 termocuplas tipo K	0015-LT-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 20,1 °C Final: 20,5 °C  
 Humedad Relativa Inicial: 65 %hr Final: 65 %hr

Resultados

**TEMPERATURA**

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
00:00	110	111,0	110,8	110,7	111,0	110,3	110,1	110,0	110,5	110,5	110,6	110,6	110,6	1,0
00:02	110	110,5	110,5	111,0	110,6	110,8	110,7	110,5	110,9	110,1	110,4	110,6	110,6	0,9
00:04	110	110,7	110,4	110,6	110,7	110,5	110,4	110,5	110,1	110,5	111,0	110,5	110,5	0,9
00:05	110	110,8	110,9	110,4	110,6	110,7	110,3	110,0	110,6	110,1	110,5	110,5	110,5	0,9
00:08	110	110,5	110,0	110,5	110,5	110,1	110,7	110,2	110,5	110,6	110,7	110,4	110,4	0,7
00:10	110	110,3	110,6	110,8	110,0	110,8	110,1	110,7	110,1	110,1	110,1	110,4	110,4	0,8
00:12	110	110,7	111,0	110,3	110,3	110,5	110,3	110,0	110,1	110,1	110,7	110,4	110,4	1,0
00:14	110	110,6	110,5	110,1	110,3	110,1	110,6	110,2	110,6	110,1	110,9	110,4	110,4	0,8
00:16	110	110,2	110,0	110,2	110,7	110,3	110,3	111,0	110,4	110,5	110,9	110,5	110,5	1,0
00:18	110	110,4	110,3	110,8	110,0	110,7	110,1	110,0	110,8	110,2	110,2	110,4	110,4	0,8
00:20	110	110,1	110,1	110,8	110,9	110,8	110,5	110,7	110,5	111,0	110,7	110,6	110,6	0,9
00:22	110	110,4	110,7	110,7	110,7	110,4	110,1	110,3	110,3	110,5	111,0	110,5	110,5	0,9
00:24	110	110,8	110,4	110,5	110,6	110,0	110,4	110,3	110,5	110,1	110,7	110,4	110,4	0,8
00:26	110	110,3	110,4	110,5	110,3	110,0	110,7	110,7	110,3	110,5	110,7	110,4	110,4	0,7
00:28	110	110,9	110,5	110,1	110,9	110,4	110,7	110,9	110,4	111,0	110,7	110,7	110,7	0,9
00:30	110	110,4	110,2	110,0	110,7	110,9	110,2	110,4	110,0	110,2	110,9	110,4	110,4	0,9
00:32	110	110,7	110,5	110,4	110,7	110,7	110,4	110,8	110,4	110,7	110,5	110,6	110,6	0,4
00:34	110	110,5	110,1	110,5	110,5	110,3	110,5	110,1	110,7	110,0	110,6	110,4	110,4	0,7
00:36	110	110,8	110,7	110,7	110,6	110,4	110,8	110,5	110,2	110,1	110,4	110,5	110,5	0,7
00:38	110	110,5	110,1	110,5	110,9	110,6	110,6	110,7	110,2	110,4	110,4	110,5	110,5	0,8
00:40	110	110,2	111,0	110,4	110,2	110,9	110,2	110,5	110,5	110,5	110,3	110,5	110,5	0,8
00:42	110	110,0	110,5	110,8	110,8	110,3	110,3	110,1	110,1	110,1	110,9	110,4	110,4	0,9
00:44	110	110,1	110,6	111,0	110,9	110,1	110,9	110,6	110,2	110,5	110,7	110,6	110,6	0,9
00:46	110	110,2	110,5	110,2	110,9	110,4	110,7	110,8	110,3	110,3	111,0	110,5	110,5	0,8
00:48	110	110,1	110,8	110,1	110,8	110,7	110,4	110,6	110,0	110,4	110,5	110,4	110,4	0,8
00:50	110	110,8	110,8	110,4	110,7	110,7	110,2	110,8	111,0	110,1	110,5	110,6	110,6	0,9
T. PROM.	110	110,5	110,5	110,5	110,6	110,5	110,4	110,5	110,4	110,4	110,6	110,5	110,5	
T. MAX.	110	111,0	111,0	111,0	111,0	110,9	110,9	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	
T. MIN.	110	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,1	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	

Nomenclatura:

- T P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tms Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



**ARSOU GROUP S.A.C.**

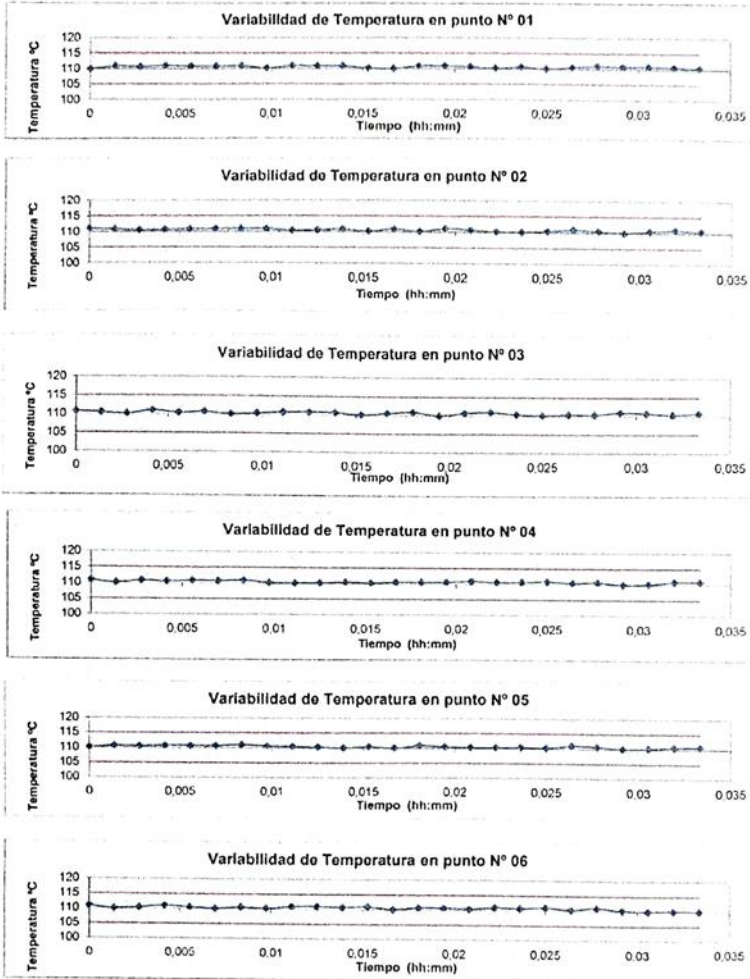
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
 METROLOGÍA



GRÁFICO



ARSOU GROUP S.A.C.

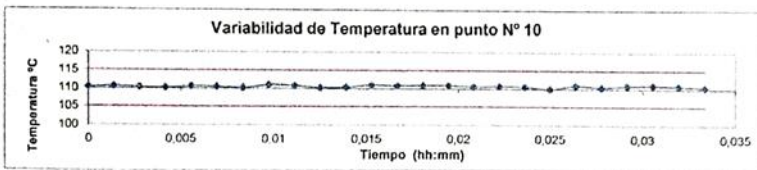
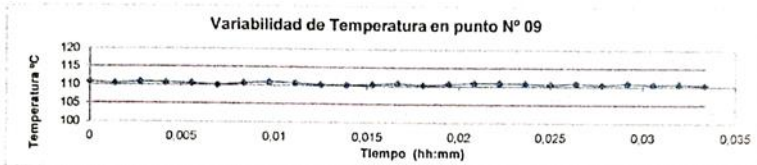
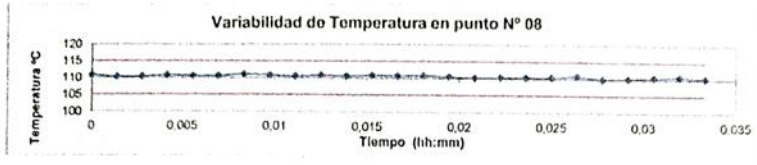
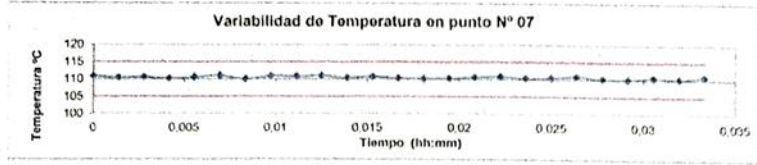
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Garnica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO

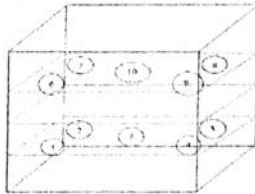


**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMA-036-2022

Página 1 de 3

**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/02/22

Solicitante **CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS  
EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD  
LIMITADA**

Dirección **AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA  
(A 2 CDRAS ANTES DE CEMENT. LA CAPILLA) PUNO -  
SAN ROMAN - JULIACA**

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación **NO INDICA**

Intervalo de indicación **600 g**

División de escala **0.01 g**  
Resolución

División de verificación **0.01 g**  
(e)

Tipo de indicación **Digital**

Marca / Fabricante **WT**

Modelo **WT6002G**

N° de serie **150921005**

Procedencia **KOREA**

Ubicación **LABORATORIO DE SUELOS**

Lugar de calibración **AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA  
(A 2 CDRAS ANTES DE CEMENT. LA CAPILLA) PUNO -  
SAN ROMAN - JULIACA**

Fecha de calibración 2022/02/22

**Método/Procedimiento de calibración**  
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego M2 C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMA-036-2022

Página 2 de 3

**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 22,3 °C Final: 12,2 °C  
Humedad Relativa Inicial: 37 %hr Final: 38 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 300 g			Carga L1= 600 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300,0	0,001	-0,001	600,00	0,005	-0,002
2	300,0	0,002	-0,004	599,95	0,004	-0,004
3	300,0	0,004	-0,005	599,96	0,006	-0,004
4	300,0	0,003	-0,007	599,96	0,003	-0,009
5	300,0	0,003	-0,009	599,94	0,005	-0,012
6	300,0	0,004	-0,001	599,95	0,007	-0,014
7	300,0	0,004	-0,004	600,00	0,003	-0,01
8	300,0	0,007	-0,008	600,00	0,005	-0,009
9	300,0	0,006	-0,004	599,95	0,004	-0,007
10	300,0	0,005	-0,003	600,00	0,004	-0,008
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
300	0		0,05			
600	0		0,3			



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 156 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica  
METROLOGÍA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMA-036-2022

Página 3 de 3

**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>			Determinación de E <sub>0</sub>					
	Carga Mín <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0,004	-0,001	500	500,00	0,006	-0,001	0,001
2		1	0,006	-0,004		499,97	0,003	-0,001	0,004
3		1	0,005	0,004		499,97	0,004	-0,002	-0,005
4		1	0,007	0,001		499,99	0,001	0,004	0,003
5		1	0,009	-0,002		499,96	0,004	0,004	0,002

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,05	0,05	0,004	-0,001						0,1
0,10	0,10	0,006	0,004	0,004	0,10	0,006	0,001	0,004	0,1
0,50	0,50	0,002	-0,005	0,003	0,50	0,005	0,004	-0,003	0,1
1,00	1,00	0,002	0,004	0,005	1,00	0,009	-0,003	-0,003	0,1
5,00	5,00	0,009	0,004	0,008	5,00	0,005	0,005	0,001	0,1
10,00	10,00	0,004	0,008	0,002	0,99	0,004	-0,004	0,003	0,1
50,00	50,00	0,005	0,008	0,003	50,00	0,007	0,004	0,004	0,1
100,00	99,99	0,004	0,004	0,005	100,00	0,005	-0,03	-0,002	0,1
200,00	200,00	0,009	0,004	0,004	200,00	0,003	-0,008	-0,01	0,5
500,00	499,99	0,015	0,008	0,001	499,99	0,014	-0,014	-0,01	0,5
600,00	599,97	0,19	0,006	0,005	599,97	0,02	-0,015	-0,018	0,5

**Legenda**

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero

E<sub>c</sub>: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA**

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U_R = 2 \cdot \sqrt{0,00002 \text{ g}^2 + 0,0000054015412 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida } R_{\text{corregida}} = R + 211426622081 \text{ R}$$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C. Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**ARSOU GROUP S.A.C**

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
**METROLOGIA**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LBS-052-2022

Página 1 de 2

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2022/02/22

**Solicitante** LABORATORIO GEO ALTIPLANO,  
V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C

**Dirección** JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN  
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -  
PUNO

**Instrumento de medición** MARTILLO PROCTOR DE 5.5 LB

**Identificación** NO INDICA

**Marca** NO INDICA

**Modelo** INDICA

**Serie** MARTILLO 01

**Estructura** FIERRO

**Acabado** ZINCADO

**Procedencia** PERÚ

**Ubicación** Laboratorio de suelos

**Lugar de calibración** JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN  
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -  
PUNO

**Fecha de calibración** 2022/02/23

**Método/Procedimiento de calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D 1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup> [2 700 kN-m/m<sup>3</sup>]).

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Aldo Luis Arcevaldo Carnica  
METROLOGÍA





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LBS-052-2022

Página 2 de 2

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
Patrones de referencia de INACAL	Balanza Ohaus de 30 kg x 1 g	144-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental      Inicial: 16,6 °C      Final: 13,5 °C  
Humedad Relativa          Inicial: 49 %hr      Final: 36 %hr

Resultados

TABLA N° 01

VERIFICACIÓN

	Promedio	Tolerancia	Resultado
Peso Martillo (g.)	2498	2500 ± 10	OK
∅ Cara Impacto (mm)	50,68	50,8 ± 0,13	OK
Altura de Caída (mm)	304	304,8 ± 1,3	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LBS-053-2022

Página 1 de 2

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2022/02/22

**Solicitante** LABORATORIO GEO ALTIPLANO,  
V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C

**Dirección** JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA  
SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO

**Instrumento de medición** MARTILLO PROCTOR DE 10 LB

**Identificación** NO INDICA

**Marca** NO INDICA

**Modelo** NO INDICA

**Serie** MARTILLO 02

**Estructura** FIERRO

**Acabado** ZINCADO

**Procedencia** PERÚ

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS

**Lugar de calibración** JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA  
SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO

**Fecha de calibración** 2022/02/22

**Método/Procedimiento de calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D 1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup> [2 700 kN-m/m<sup>3</sup>]).

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Araya Carrión  
METROLOGÍA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LBS-053-2022

Página 2 de 2

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 16,6 °C	Final: 13,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 49 %hr	Final: 36 %hr

**Resultados**

TABLA N° 01
VERIFICACIÓN

	Promedio	Tolerancia	Resultado
Peso Martillo (g.)	4530	4536 ± 9	OK
Ø Cara Impacto (mm)	50,76	50,8 ± 0,13	OK
Altura de Caída (mm)	458,3	457,2 ± 1,6	OK

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LBS-049-2022

Página 1 de 3

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2022/02/22

**Solicitante** LABORATORIO GEO ALTIPLANO,  
V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C

**Dirección** JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN  
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -  
PUNO

**Instrumento de medición** MOLDE PROCTOR DE 6"

**Identificación** NO INDICA

**Marca** NO INDICA

**Modelo** NO INDICA

**Serie** MOLDE 01

**Estructura** FIERRO

**Acabado** ZINCADO

**Procedencia** PERÚ

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS

**Lugar de calibración** JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN  
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -  
PUNO

**Fecha de calibración** 2022/02/22

**Método/Procedimiento de calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 Sta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D 1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup> [2 700 kN-m/m<sup>3</sup>]).

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vw. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LBS-049-2022

Página 2 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental    Inicial: 16,6 °c                      Final: 13,9°C  
 Humedad Relativa            Inicial: 49 %hr                                      Final: 49 %hr

Resultados

TABLA N° 01

DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	151,80	152,4	+/- 0,66mm
N° 2	151,90	152,4	+/- 0,66mm
N° 3	152,10	152,4	+/- 0,66mm
N° 4	151,90	152,4	+/- 0,66mm

PROMEDIO    151,93    :    OK

TABLA N° 02

ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	116,91	116,43	+/- 0,5mm
N° 2	116,47	116,43	+/- 0,5mm
N° 3	116,25	116,43	+/- 0,5mm
N° 4	116,32	116,43	+/- 0,5mm

PROMEDIO    116,49    :    OK



ARSOU GROUP S.A.C.  
 Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Peru  
 Telf: +51 301-1680 / Cel. +51 928 196 793 / Cel. +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
 Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
 METROLOGIA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03  
VOLUMEN

PUNTO	MEDICIÓN	VOLUMEN ESPECIFICADO	EMP
N° 1	2112	2124	+/- 25 cc

PROMEDIO 2112 : OK

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMA-035-2022

Página 1 de 3

**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/02/22

Solicitante **LABORATORIO GEO ALTIPLANO,  
V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C**

Dirección JR, MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN  
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -  
PUNO

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala 1 g  
Resolución

División de verificación 1 g  
(e)

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante JR

Modelo GR-30

N° de serie 9

Procedencia CHINA

Ubicación Laboratorio de Suelos.  
JR, MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN  
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -  
PUNO

Lugar de calibración

Fecha de calibración 2022/02/22

**Método/Procedimiento de calibración**  
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C**  
*Hugo Luis Arevala Carnica*  
**Ing. Hugo Luis Arevala Carnica**  
**METROLOGÍA**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMA-035-2022

Página 2 de 3

**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 16,7 °C Final: 14,2 °C  
Humedad Relativa Inicial: 50 %hr Final: 48 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	29997,0	0,07	-0,12	14999	0,05	-0,1
2	29997,0	0,07	-0,15	15000	0,04	-0,12
3	29997,0	0,08	-0,12	15000	0,05	-0,13
4	29997,0	0,06	-0,11	15000	0,04	-0,1
5	29997,0	0,07	-0,12	15000	0,03	-0,11
6	29997,0	0,07	-0,13	15000	0,05	-0,12
7	29997,0	0,06	-0,11	15000	0,04	-0,13
8	29999,0	0,07	-0,12	15000	0,05	-0,1
9	29999,0	0,09	-0,12	15000	0,04	-0,11
10	29999,0	0,08	-0,1	15000	0,05	-0,12

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
29999	0	1
15000	0	5



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA





**Arsoú Group**

Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Mín <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0,04	-0,09	500	500	0,07	-0,02	0,07
2		1	0,07	-0,02		500	0,07	-0,02	0
3		1	0,05	0		500	0,08	-0,03	-0,03
4		1	0,02	0,03		500	0,07	0,02	0,05
5		1	0,07	-0,02		499	0,06	0,19	0,21

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	1	0,07	-0,02						1
5	5	0,04	0,01	0,01	5	0,04	0,01	0,03	1
10	10	0,03	-0,01	0,01	10	0,04	-0,03	-0,05	1
50	50	0,05	0,00	0	50	0,02	-0,07	-0,05	1
100	100	0,06	0,00	0	100	0,06	-0,04	0,01	1
500	500	0,04	0,01	0,01	500	0,06	-0,01	0,01	1
1000	1000	0,06	-0,02	0,02	1000	0,05	0,00	0,02	1
5000	5001	0,07	-0,05	0,03	5000	0,06	-0,30	-0,05	1
10000	10000	0,15	0,01	0,01	10000	0,15	0,43	0,18	5
15000	15000	0,05	0,09	0,03	15000	0,07	-0,12	-0,02	5
30000	29999	0,09	0,15	0,18	29999	0,09	-0,28	-0,24	5

Incertidumbre de la medición: 1 g

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero

E<sub>c</sub>: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición  $U_R = 2 \cdot \sqrt{0,16706 \text{ g}^2 + 0,000000000320 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida  $R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,844152519 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LFP-013-2022

Página 1 de 3

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2022/02/22

**Solicitante** LABORATORIO GEO ALTIPLANO,  
V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C

**Dirección** JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN  
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -  
PUNO

**Instrumento de medición** PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA

**Identificación** NO INDICA

**Marca Prensa** ARSOU

**Modelo** PR401

**Serie** 20201

**Celda de Carga** TIPO S

**Modelo** H3-C3-5,OT-68

**Indicador** NO INDICA

**Modelo** NO INDICA

**Serie** NO INDICA

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS

**Lugar de calibración** JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN  
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -  
PUNO

**Fecha de calibración** 2022/02/22

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arcevalo Carrica  
METROLOGIA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LFP-013-2022

Página 2 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga 100 t	INF-LE N° 175-21

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental      Inicial: 16,4 °c                      Final: 16,3 °C  
 Humedad Relativa              Inicial: 51 %hr                      Final: 52 %hr

**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE CELDA DE CARGA**

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( Kg)				PROMEDIO "B" Kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR %	ERROR (2) %			
500	496,7	498,9	-0,67	-0,22	497,8	-0,443	0,32
1000	998,6	999,5	-0,14	-0,05	999,1	-0,10	0,06
1500	1500,5	1500,1	0,03	0,01	1500,3	0,02	0,02
2000	1999,3	1999,1	-0,04	-0,05	1999,2	-0,04	0,01
2500	2501,2	2500,8	0,05	0,03	2501,0	0,04	0,01
3000	3000,0	3000,1	0	0	3000,1	0,00	0,00
3500	3500,1	3500,2	0	0,01	3500,2	0,00	0,00
4000	3998,1	3999,5	-0,05	-0,01	3998,8	-0,03	0,02

**NOTAS SOBRE CALIBRACION**

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



**ARSOU GROUP S.A.C.**

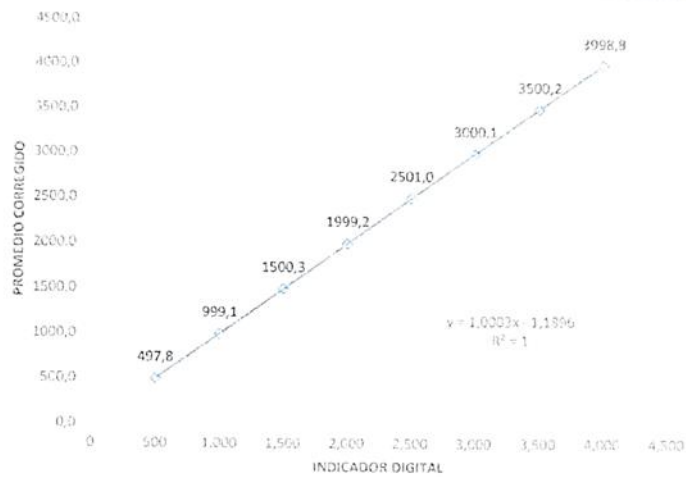
Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C  
 Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
 METROLOGÍA



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 1,0003x - 1,1896$

Coefficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"





ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnice  
METROLOGÍA

**ANEXO 08: Boleta de ensayo de laboratorio.**

10/3/23, 14:21 :: Boleta de Venta Electronica - Impresion ::

<b>LABORATORIO GEO ALTIPLANO</b> <b>CRUZ TITO EDGAR GERARDO</b> JR. MANCO CAPAC MZA. B3 LOTE. 17 URB. SANTA SARAGOZA SALIDA HUANCANE SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO		<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 10711023220</b> <b>EB01-27</b>				
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : <b>10/03/2023</b> Señor(es) : <b>FREDY CONDORI SUPO</b> DNI : <b>44588916</b> Tipo de Moneda : <b>SOLES</b>						
Observación : <b>TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO DE SUBRASANTE DE LA AV. ASUNCIÓN ADICIONANDO RESIDUOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, SAN MIGUEL, PUNO, 2023</b>						
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor Unitario(*)</b>	<b>Descuento(*)</b>	<b>Importe de Venta(**)</b>	<b>ICBPER</b>
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS	1525.42	0.00	1,799.9956	0.00
Otros Cargos : <span style="float: right;">S/0.00</span> Otros Tributos : <span style="float: right;">S/0.00</span> ICBPER : <span style="float: right;">S/ 0.00</span> Importe Total : <span style="float: right;">S/1,800.00</span>						
<b>SON: UN MIL OCHOCIENTOS Y 00/100 SOLES</b>						
(*) Sin impuestos. (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.						
Op. Gravada : <span style="float: right;">S/ 1,525.42</span> Op. Exonerada : <span style="float: right;">S/ 0.00</span> Op. Inafecta : <span style="float: right;">S/ 0.00</span> ISC : <span style="float: right;">S/ 0.00</span> IGV : <span style="float: right;">S/ 274.58</span> ICBPER : <span style="float: right;">S/ 0.00</span> Otros Cargos : <span style="float: right;">S/ 0.00</span> Otros Tributos : <span style="float: right;">S/ 0.00</span> Monto de Redondeo : <span style="float: right;">S/ 0.00</span> Importe Total : <span style="float: right;">S/ 1,800.00</span>						
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a> , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						
 LABORATORIO GEO ALTIPLANO Edgar Gerardo Cruz Tito TECNICO DE LABORATORIO			 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS Edilberto Cahuapaza Velarde ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA REG 84973			
<a href="https://ww1.sunat.gob.pe/ol-ti-itemisionboleta/emitir.do?action=imprimirComprobante&amp;preventCache=1678476041446">https://ww1.sunat.gob.pe/ol-ti-itemisionboleta/emitir.do?action=imprimirComprobante&amp;preventCache=1678476041446</a>						



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, OLARTE PINARES JORGE RICHARD, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Estabilización del Suelo Arcilloso de Subrasante de la Av. Asunción Adicionando Residuos de Mezclas Asfálticas, San Miguel, Puno, 2023.", cuyo autor es CONDORI SUPO FREDY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 29 de Marzo del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
OLARTE PINARES JORGE RICHARD <b>DNI:</b> 40752422 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5699-1323	Firmado electrónicamente por: JOLARTEP el 29-03- 2023 11:08:36

Código documento Trilce: TRI - 0539249