



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Variación del comportamiento físico mecánico de la  
subrasante reforzados con fibra de vidrio, avenida El Paraíso  
distrito San Antonio Moquegua 2023**

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

**AUTORA:**

Pilco Ninaraqui, Yulisa Nely (orcid.org/0009-0000-6071-6359)

**ASESOR:**

Dr. Depaz Celi, Kiko Félix (orcid.org/0000-0001-7086-1031)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ  
2024

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por su amor, apoyo y comprensión incondicionales. Gracias por creer en mí y por siempre estar ahí para mí. A mis asesor y profesores, por su enseñanza y apoyo. Gracias por contribuir a mi formación como profesional. A todos los que de una u otra forma han contribuido a la realización de esta tesis, les agradezco de corazón.

**Yulisa Nely Pilco Ninaraqui**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido a la realización de esta tesis. En primer lugar, a mis padres, por su amor, apoyo y comprensión incondicionales. Gracias por creer en mí y por siempre estar ahí para mí. A mis profesores, por su enseñanza y apoyo. Gracias por contribuir a mi formación como profesional. A mis compañeros de estudio, por su amistad y apoyo. Gracias por compartir conmigo esta experiencia. A todas las personas que de una u otra forma han contribuido a la realización de esta tesis, les agradezco de corazón.

**Yulisa Nely Pilco Ninaraqui**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, DEPAZ CELI KIKO FELIX, 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: "Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso, Distrito San Antonio Moquegua 2023", cuyo autor es PILCO NINARAQUI YULISA NELY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, 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, 14 de Mayo del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
DEPAZ CELI KIKO FELIX <b>DNI:</b> 31663735 <b>ORCID:</b> 0000-0001-7086-1031	Firmado electrónicamente por: KDEPAZC el 08-07- 2024 09:51:35

Código documento Trilce: TRI - 0748945







**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, PILCO NINARAQUI YULISA NELY estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso, Distrito San Antonio Moquegua 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
PILCO NINARAQUI YULISA NELY <b>DNI:</b> 48056721 <b>ORCID:</b> 0009-0000-6071-6359	Firmado electrónicamente por: YUPILCONI el 04-07- 2024 09:10:57

Código documento Trilce: INV - 1696419



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN.....	9
ABSTRACT .....	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO TEÓRICO .....	17
III. METODOLOGÍA .....	17
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	63
3.2. Variables y operacionalización .....	65
3.3. Población, muestra y muestreo unidades de análisis .....	65
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	67
3.5. Procedimientos .....	69
3.6. Método de análisis de datos .....	71
3.7. Aspectos éticos.....	72
IV. RESULTADOS .....	74
V. DISCUSIÓN.....	110
VI. CONCLUSIONES .....	114
VII. RECOMENDACIONES .....	115
REFERENCIAS.....	117
ANEXOS.....	123

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Propiedades y aplicación de la fibra de vidrio .....	24
<b>Tabla 2:</b> Propiedades Mecánicas por tipo de fibra de vidrio .....	25
<b>Tabla 3:</b> Dosificaciones de la fibra de vidrio según sus características .....	32
<b>Tabla 4:</b> Métodos, ventajas y desventajas de la estabilización de suelos .....	37
<b>Tabla 5:</b> Propiedades físicas de los suelos y sus estudios técnicos.....	43
<b>Tabla 6:</b> Propiedades físicas de los suelos y sus estudios técnicos.....	45
<b>Tabla 7:</b> Diseño de la investigación.....	64
<b>Tabla 8:</b> Muestras de estudio .....	69
<b>Tabla 9:</b> Contenidos de Humedad natural de la subrasante.....	76
<b>Tabla 10:</b> Peso específico de los suelos en estado natural .....	77
<b>Tabla 11:</b> Clasificación de los suelos en estado natural .....	79
<b>Tabla 12:</b> Granulometría de la calicata 1 .....	80
<b>Tabla 13:</b> Granulometría de la calicata 2 .....	82
<b>Tabla 14:</b> Granulometría de la calicata 3 .....	83
<b>Tabla 15:</b> Variación del límite líquido.....	86
<b>Tabla 16:</b> Variación del límite plástico .....	87
<b>Tabla 17:</b> Variación del índice de plasticidad .....	89
<b>Tabla 18:</b> Variación del Contenido óptimo de humedad .....	92
<b>Tabla 19:</b> Variación de la Densidad máxima seca .....	94
<b>Tabla 20:</b> Variación del CBR a DMS-100%.....	96
<b>Tabla 21:</b> Variación del CBR a DMS-95%.....	97
<b>Tabla 22:</b> Prueba de normalidad de las propiedades Físicas .....	101
<b>Tabla 23:</b> Prueba de normalidad de las propiedades Mecánicas .....	103
<b>Tabla 24:</b> Prueba de hipótesis “t” para muestras emparejadas propiedades físicas .....	105
<b>Tabla 25:</b> Prueba de hipótesis “t” para muestras emparejadas propiedades mecánicas .....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Representación gráfica de la superficie de una de las fibras de queratina investigadas, que exhibe una vista detallada de las láminas de la capa externa.	23
<b>Figura 2:</b> Representación gráfica de la superficie de una de las fibras de queratina investigadas, que exhibe una vista detallada de las láminas de la capa externa.	25
<b>Figura 3:</b> Materiales usados (a) Suelo de algodón negro (BC); (b) Fibra de vidrio.	28
<b>Figura 4:</b> Estabilización química con cal	36
<b>Figura 5:</b> Límites de consistencia según los estados del suelo	50
<b>Figura 6:</b> Gráfico de plasticidad (Casagrande, 1932).	57
<b>Figura 7:</b> Curvas de compactación Proctor estándar y Proctor modificado	58
<b>Figura 8:</b> Configuración para la prueba CBR, curvas de penetración de carga de corrección	61
<b>Figura 9:</b> Esquema del diseño de investigación	64
<b>Figura 10:</b> Ubicación Política en el país	74
<b>Figura 11:</b> Provincias de la región Moquegua	74
<b>Figura 12:</b> Contenidos de Humedad natural de la subrasante	76
<b>Figura 13:</b> Peso específico de los suelos en estado natural	77
<b>Figura 14:</b> Curva granulométrica calicata 1	80
<b>Figura 15:</b> Curva granulométrica calicata 2	83
<b>Figura 16:</b> Curva granulométrica calicata 3	84
<b>Figura 17:</b> Variación del límite líquido	86
<b>Figura 18:</b> Variación del límite plástico	87
<b>Figura 19:</b> Variación del índice de plasticidad	89
<b>Figura 20:</b> Variación del Contenido óptimo de humedad	92
<b>Figura 21:</b> Variación de la Densidad máxima seca	94
<b>Figura 22:</b> Variación del CBR a DMS-100%	96
<b>Figura 23:</b> Variación del CBR a DMS-95%	98

## RESUMEN

La tesis aborda la variación de las propiedades físico-mecánicas de los suelos de la subrasante de la Avenida El Paraíso en San Antonio Moquegua al agregar partículas de fibra de vidrio. La investigación, de enfoque cuantitativo y diseño cuasi-experimental, el estudio se llevó a cabo en la Avenida El Paraíso, con una muestra de 3 calicatas. Los estudios de mecánica de suelos en laboratorio evaluaron propiedades naturales y con dosificaciones del 1%, 2% y 5% de fibra de vidrio. Se observó una mejora correlacional y significativa al añadir fibra de vidrio, optimizando propiedades físicas al reducir límites líquido y plástico, logrando un índice de plasticidad más favorable. Las propiedades mecánicas también mejoraron, aumentando la resistencia al corte del suelo. La fibra de vidrio redujo el contenido óptimo de humedad, incrementó la densidad máxima seca y mejoró el CBR del suelo. Inicialmente, los valores eran del 12.19%, 13.92%, 15.35% en las calicatas 1, 2 y 3, respectivamente; tras la adición del 5% de fibra de vidrio, mejoraron a 30.60%, 31.79%, 33.22%, respectivamente. La investigación destaca el impacto positivo de la fibra de vidrio en las propiedades físico-mecánicas de los suelos de la subrasante.

**Palabras clave:** Dosificación, Fibra, Estabilización, Vidrio.

## **ABSTRACT**

The thesis addresses the variation of the physical-mechanical properties of the soils of the subgrade of Avenida El Paraíso in San Antonio Moquegua by adding fiberglass particles. The research, with a quantitative approach and quasi-experimental design, the study was carried out on Avenida El Paraíso, with a sample of 3 pits. Soil mechanics studies in the laboratory evaluated natural properties and with dosages of 1%, 2% and 5% of glass fiber. A correlational and significant improvement was observed when adding fiberglass, optimizing physical properties by reducing liquid and plastic limits, achieving a more favorable plasticity index. The mechanical properties also improved, increasing the shear resistance of the soil. Fiberglass reduced the optimum moisture content, increased the maximum dry density and improved the CBR of the soil. Initially, the values were 12.19%, 13.92%, 15.35% in pits 1, 2 and 3, respectively; after the addition of 5% glass fiber, they improved to 30.60%, 31.79%, 33.22%, respectively. The research highlights the positive impact of fiberglass on the physical-mechanical properties of subgrade soils.

**Keywords:** Dosage, Fiber, Stabilization, Glass.

## I. INTRODUCCIÓN

**A nivel internacional**, la infraestructura vial es muy deficiente en la totalidad de los países que se encuentran ubicados en América Latina, con una falta más pronunciada de rutas pavimentadas que conectan la región, estadísticamente, esto asciende a una red total de carreteras sin pavimentar de 141.603,00 km. La inestabilidad de los terrenos en proyectos de infraestructura vial proviene de diversos factores, siendo algunos de los principales la diversidad de materiales presentes en los suelos y su influencia directa en procesos geológicos. La variabilidad de los componentes del suelo es una razón más por la cual la característica de sus propiedades físicas, mecánicas y químicas se complica. Se tiene de conocimiento que en varios países que se ubican en América Latina, como los que se mencionan a continuación Argentina, Chile, Colombia, Ecuador y Uruguay, se ha identificado una tendencia recurrente en los proyectos de infraestructura de transporte: la dificultad para determinar las propiedades específicas de los suelos está profundamente relacionada con los problemas inherentes a estos terrenos. Estas dificultades incluyen la variabilidad en la composición del suelo, la presencia de materiales inestables y las condiciones geotécnicas complejas que afectan a las disciplinas que se instauran para tener un plan y controlar las actividades al ejecutar los proyectos formulados. La comprensión precisa de estas propiedades es crucial para el éxito de los desarrollos de transporte en la región. (Noriega et. al, 2022), Los países latinoamericanos aún necesitan enormes recursos para llenar la brecha de inversión, lo que demuestra que su inversión como porcentaje del PIB está lejos de las economías avanzadas (Kogan & Bondorevsky, 2016).

Los problemas relacionados con los suelos son fundamentales para la infraestructura vial debido a su impacto en la estabilidad, durabilidad y seguridad de las carreteras y vías de comunicación. Desde cierto punto de vista, se presentan desafíos cruciales relacionados con la capacidad de carga inapropiada en el ámbito de la ingeniería civil. Específicamente, nos enfrentamos a inconvenientes derivados de una capacidad de carga insuficiente, donde ciertos neumáticos no logran resistir adecuadamente las cargas generadas por el flujo de vehículos. (Lindh & Lemenkova, 2023). Esto puede afectar la comodidad de los conductores y

aumentar los costos de mantenimiento. Expansión y contracción del suelo, Los suelos expansivos, como las arcillas, pueden aumentar su volumen cuando están húmedos y contraerse cuando secan. Este comportamiento puede generar agrietamientos en la superficie de la carretera y afectar su estabilidad, lo que requiere medidas de mitigación para prevenir daños (Heitor y otros, 2021).

A nivel nacional en todo el país, se ha demostrado que los suelos inestables pueden causar problemas importantes en los pavimentos. A lo largo de muchos años, se han dedicado esfuerzos significativos a mejorar estas condiciones mediante la implementación de diversas técnicas de estabilización. Entre estas técnicas se destacan el uso y añadidura de diferentes porcentajes de materiales para la corrección de su comportamiento entre los insumos más comunes tenemos cloruro de sodio, productos asfálticos, cal y cemento. Estas metodologías han sido aplicadas con el propósito de fortalecer las propiedades del suelo teniendo como fin el garantizar la estabilidad y durabilidad de las infraestructuras construidas sobre ellos, ya que viene siendo un requerimiento para determinar su comportamiento durante todo el periodo útil de la estructura. Cuando el suelo preexistente que constituye la subrasante no ofrece la resistencia necesaria, se recurre a estos materiales para mejorar su capacidad portante y cohesión, incidiendo en la estabilidad y resistencia requeridas para asegurar el rendimiento óptimo de la estructura del pavimento, se presentan dos alternativas. En primer lugar, se puede reemplazar por completo la capa de suelo con un material de relleno que sí sea capaz de proporcionar la estabilidad requerida. En segundo lugar, se puede optar por utilizar procedimientos mecánicos o químicos para incrementar sus características del terreno, teniendo un mejor comportamiento ante la acción de diferentes cargas. (Linares Chavez y otros, 2020)

En la Ciudad de Moquegua, particularmente en la zona del distrito de San Antonio y en algunas áreas del que se encuentran ubicadas en San Antonio que tiene la denominación de centro poblado, misma situación legal presenta San Francisco, en donde los estratos del terreno indican que sus materiales predominantes que están constituidos en su estructura física por una mezcla de suelo añadido, gravilla con bordes afilados, sedimentos limosos sin origen orgánico y arenas de grano fino. Además de estas características, se identifican sectores donde una proporción



importante de las muestras de suelo consiste en arcillas con capacidad de expansión. Esta combinación de elementos conlleva a la inestabilidad de las propiedades del suelo, lo cual tiende a generar dificultades en la realización exitosa de proyectos de infraestructura vial.

El propósito de este estudio es abordar la estabilización del suelo para permitir el uso de la capa original del subsuelo en la ejecución de proyectos de infraestructura vial en el área de la avenida El Paraíso, ubicada en el área distrital de San Antonio Moquegua.

Basándose a lo descrito en párrafos anteriores, se tiene la premisa de hacer la identificación de la **problemática** de la investigación, como **problema general** se tiene: ¿Cuál es la variación del Comportamiento físico mecánico de los suelos de la subrasante reforzados con fibra de vidrio de la avenida El paraíso en el distrito de San Antonio Moquegua 2023?, igualmente se tiene por consideración realizar la formación de un análisis de la problemática de manera más específica dando como resultado el cumplir con el formato de los **problemas específicos** se plantean los siguiente: ¿Cuáles son las características físico-mecánicas de los suelos de la capa inferior a la rasante en estado natural de la Avenida El paraíso en el distrito de san Antonio Moquegua?, ¿Qué características físicas de la subrasante con la añadidura controlada de fibras del compuesto del material de vidrio en la Avenida El Paraíso del distrito de San Antonio Moquegua? Y ¿Cuáles son las características mecánicas de la subrasante con la añadidura controlada de fibra de vidrio en la Avenida El Paraíso del distrito de San Antonio Moquegua?

Asimismo, **a nivel teórico** se plantea como fundamento del estudio la importancia de la teoría y su articulación en el entorno de métodos para la estabilización de suelos de las capas resistentes a la acción de las cargas del pavimento. En el terreno se identifica la estructura en donde se soporta la rasante es la capa de suelo directamente debajo del fondo de la carretera. Son responsables de soportar el peso de la carretera y de proporcionar una base estable para infraestructura vial. El estudio pretende articular teorías sobre estabilización de suelos y diseño de pavimentos para estructurar nuevas teorías sobre el mejoramiento de suelos utilizando fibra de vidrio. **A nivel metodológico**, A partir de la necesidad de emplear un método meticuloso y estructurado para estudiar y

entender los impactos del refuerzo de suelos de subrasante con fibra de vidrio, se ha determinado que la incorporación de esta fibra puede alterar de manera considerable las propiedades del suelo. La metodología propuesta permitirá una caracterización detallada y precisa de los suelos no reforzados y reforzados, lo que es esencial para comprender el impacto de los filamentos en sus características físicas y del estado mecánico, teniendo en cuenta que la premisa elemental de la ingeniería es garantizar el estado de sus propiedades mediante la ejecución en el proceso constructivo. Mediante el empleo de métodos cuidadosamente planificados, se pueden controlar y medir con precisión variables como la cantidad de fibra de vidrio, la composición del suelo y las condiciones ambientales. Esto garantizará la confiabilidad de los resultados y permitirá comparaciones significativas entre muestras.

**A nivel social**, La relevancia de esta investigación radica en su capacidad para beneficiar a las comunidades y a la sociedad en general. El objetivo del estudio es fortalecer y aumentar la durabilidad de la infraestructura vial respetando sus parámetros de calidad, beneficiando así a todos los usuarios de las carreteras y contribuyendo al desarrollo económico y social de la región, específicamente en la Avenida El Paraíso. Una infraestructura vial más resistente y duradera beneficia directamente a los residentes y usuarios locales al proporcionar rutas más seguras y confiables para el transporte y la movilidad cotidiana. Una subrasante reforzada con fibra de vidrio podría resultar en una reducción de los daños y deformaciones en la carretera debido a cargas y condiciones ambientales cambiantes. Esto podría llevar a una disminución en las interrupciones de tráfico y en los costos de mantenimiento y reparación, lo que impactaría positivamente en la eficiencia del transporte y en la economía local. **A nivel económico**, la justificación del estudio radica en los potenciales ahorros de costos y beneficios económicos que podrían derivarse de la aplicación exitosa de esta técnica de reforzamiento. Si la técnica de mejoramiento con fibras de vidrio demuestra mejorar la resistencia y durabilidad del sustrato, la carretera puede experimentar menos daños y deformaciones a lo largo del tiempo. Esto podría traducirse en una disminución de los costos asociados con el mantenimiento y la reparación frecuente de la infraestructura vial. **A nivel práctico**, radica en su capacidad para abordar desafíos y necesidades concretas en la planificación, construcción y mantenimiento de infraestructura vial. Los

estudios prácticos sobre la viabilidad de reforzar el suelo de subrasante con fibra de vidrio se centran en la aplicación directa de tecnologías específicas en la concepción y proyección de proyectos viales. Si se demuestra que esta técnica mejora la resistencia y durabilidad de la infraestructura vial, tendrá un impacto directo y práctico en la calidad y longevidad de las carreteras.

Los **objetivos** formulados en el documento con fin de cumplir los estándares de la investigación se ciñen en base a lo que se contextualizada a continuación, como **objetivo general** se tiene: Identificar la variación del Comportamiento físico mecánico de los suelos de la subrasante reforzados con fibra de vidrio de la Avenida El paraíso en el distrito de San Antonio Moquegua 2023, además para garantizar un contexto técnico de la investigación se ve en la necesidad de hacer un análisis a un nivel más especializado, con el fin de contemplar un panorama más amplio del comportamiento que se está aconteciendo, por lo menciona se llega a la formulación de los **objetivos específicos** son: Determinar el comportamiento físico mecánico de los terrenos de la subrasante en estado natural de la Avenida El paraíso en el distrito de san Antonio Moquegua, Identificar las propiedades físicas de la subrasante con la adición controlada de fibra de vidrio en la Avenida El Paraíso del distrito de San Antonio Moquegua, e Identificar las propiedades mecánicas de la subrasante con la adición controlada de fibra de vidrio en la Avenida El Paraíso del distrito de San Antonio Moquegua.

Por último se procedió a determinar el planteamiento hipotético que en base a la información analizada se hace la predicción de un comportamiento técnico de la secuencia a proceder de la investigación, en base a ese contexto se procedió a formular las **hipótesis** de investigación, la **hipótesis principal** indica que: Existe una variación significativa del Comportamiento físico mecánico de los suelos de la subrasante reforzados con fibra de vidrio de la Avenida El paraíso en el distrito de San Antonio Moquegua 2023, se deberá asignar un supuesto planteamiento hipotético de manera más especializada, lo que demanda un nivel más específico dando como resultado la formulación de las **hipótesis específicas** mencionan que: Las propiedades físico mecánicas de los suelos de la subrasante en estado natural cumplen con los requerimientos normativos en la Avenida El paraíso en el distrito de san Antonio Moquegua, Existe una variación significativa de las propiedades

físicas de la subrasante con la adición controlada de fibra de vidrio en la Avenida El Paraíso del distrito de San Antonio Moquegua, y finalmente, Existe una variación significativa de las propiedades mecánicas de la subrasante con la adición controlada de fibra de vidrio en la Avenida El Paraíso del distrito de San Antonio Moquegua.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, se encontraron los siguientes antecedentes de investigación:

Para Rabab'ah et. al (2021) en su artículo científico titulado *Effect of glass fiber on the properties of expansive soil and its utilization as subgrade reinforcement in pavement applications*, El objetivo de esta investigación consistió en examinar cómo la introducción de fibras de vidrio, actuando como refuerzo aleatorio discreto, podría potenciar la capacidad de resistencia de suelos expansivos de subrasante, con miras a su aplicación en la construcción de pavimentos. La cantidad de fibras utilizadas varió entre 0,25 % y 1,0 % del peso del suelo seco. Se realizaron diversas pruebas, que incluyeron desde pruebas de expansión libre designados con el fin de garantizar un control detallado, debiendo ejecutar hasta ensayos especializados en donde se determine la capacidad resistente del material a las cargas ejercidas de manera no confinada (UCS) y la capacidad resistente a los efectos de la tracción. Además, se examinó el efecto de incorporar fibras en el diseño y el rendimiento de pavimentos flexibles utilizando el enfoque de la Guía de Pavimento Mecánico-Empírico (MEPDG). Los resultados mostraron que añadir fibras de vidrio al suelo de subrasante aumenta significativamente los valores de UCS, ITS y CBR, al tiempo que disminuye los índices de expansión del suelo. El análisis realizado por MEPDG sugiere que la fibra de vidrio puede ser una opción de refuerzo adecuada para la subbase en la construcción de pavimentos. Al incorporar fibra de vidrio al proceso de estabilización de la subrasante, se puede reducir significativamente el espesor necesario del pavimento.

Para Sabri et. al, (2022), en el artículo titulado "Vertical Fiberglass Micropiles as Soil-Reinforcing Elements", plantearon como enfoque de estudio el desarrollo de una técnica de mejora del suelo utilizando elementos de refuerzo orientados verticalmente prefabricados utilizando tubos pultruidos de fibra de vidrio y ensanchadores de forma helicoidal en la base. Las estructuras de los micropilotes helicoidales prefabricados variaban según la dimensión tipificada y el área neta calculada en la sección transversal de las áreas constituidas en la zona de ejecución, que son introducidos en el suelo macizo como elementos portantes de refuerzo. El efecto de la variación de la geometría de los refuerzos se investigó

mediante un factor de refuerzo ( $\mu$ ), basado en el cual se desarrolló previamente un método de cálculo para medir el asentamiento del suelo reforzado. Se realizaron pruebas de carga de placas de campo a escala real antes y después de reforzar el suelo para investigar los cambios en la rigidez del suelo después del proceso de refuerzo. El análisis comparativo entre el suelo arenoso blando reforzado y el de referencia indica un aumento promedio en las propiedades de deformación de los suelos reforzados con fibra en un 8%, 30%, 63% a las presiones aplicadas de 100, 300 y 550 kPa, respectivamente. Se determinó la influencia de las propiedades geométricas de los polímeros reforzados con fibras (FRP) en el asentamiento final del compuesto. El análisis comparativo entre los resultados del cálculo y los resultados reales de la prueba de carga de la placa muestra que el método de cálculo del asentamiento propuesto anteriormente es adecuado para un mayor desarrollo.

En el artículo de Kehinde A. et. al, (2020), plantearon como objetivo investigar el efecto de la fibra de vidrio sobre las propiedades del suelo laterítico. Suelo laterítico obtenido de Ibadan en el estado de Oyo, Nigeria. Se realizaron las pruebas tipificadas en el cronograma de ejecución de manera preliminar en las unidades de análisis (muestras) de suelo denominadas Ojoo (OJ) y Odinjo (OD) con el propósito de clasificación, seguidas de ensayos de límite de consistencia y pruebas de propiedades de resistencia, que incluyeron compactación, Índice de carga de California (CBR), estado estacionario y estado no estacionario, la proporción de fibra de vidrio agregada es 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% y 1,0% del peso de las unidades de análisis (muestras). Con la añadidura de un porcentaje en base al cálculo del 0.6% de fibra de vidrio, se observó una disminución de la capacidad contenida en el humediciamiento del diseño que indica el valor óptimo consignado, disminuyendo de 12.5% a 9.3%, mientras que la densidad seca máxima de la unidad de análisis OD aumentó de 1942 kg/m<sup>3</sup> a 1950 kg/m<sup>3</sup> con un 0.8% de filamentos constituidos por un material translúcido (vidrio). Además, los valores de CBR sin remojar en las muestras experimentaron un aumento, pasando de 38.62% a 52.26% con un 0.6% de fibra de vidrio. Estabilización de fibra de vidrio para la muestra de DO, para la muestra OD, aumentó de 46.12% a 53.01% con 1.0% de fibra de vidrio. Los resultados mostraron una mejora en la densidad seca máxima de

los dos suelos y CBR al agregar fibras de vidrio. Las fibras de vidrio tuvieron un efecto óptimo en los suelos entre 0.2% y 0.4% de las muestras de suelo. Por lo tanto, incorporar fibra de vidrio en los suelos en la cantidad requerida mejorará suelos CBR y densidad. Los datos resultantes indicaron que la añadidura de los filamentos compuestos por vidrio aumentaron la resistencia a las cargas de las unidades de analisis. Los resultados del análisis geotécnico mostraron que los estratos de los terrenos presentan una elevada una alta cualidad de carga después de la adición de fibra de vidrio y, por lo tanto, pueden usarse y tienen un buen potencial para estabilizar suelos lateríticos.

En la investigación echa por Yuan et. al, (2022), titulada “Mechanical and microstructural properties of recycling granite residual soil reinforced with glass fiber and liquid-modified polyvinyl alcohol polymer”, plantearon que la fibra de vidrio y el polímero de alcohol polivinílico modificado con líquido (polímero SH) se utilizan para reforzar el suelo residual de granito. Este artículo estudia el mecanismo de interacción microscópica y la resistencia al impacto de muestras de suelo residual de granito reforzado con fibra filamentos de un material vrd de vidrio y polímero SH mediante pruebas de microscopía electrónica de barrido (SEM) y pruebas de caída de peso. Combinadas con la teoría de la presión de confinamiento equivalente, se utilizaron líneas de intensidad de Mohr-Coulomb para analizar cuantitativamente el efecto de refuerzo de la fibra de vidrio. Los resultados de SEM mostraron que el suelo residual de granito solidificado con un polímero SH al 3,5 % tenía una unión más estrecha entre las partículas de arcilla en escamas. Además, con la incorporación de fibra de vidrio, estas partículas de arcilla en escamas se cementaron sobre la fibra de vidrio a lo largo del eje mayor, formando un sistema de cementación de partículas de arcilla en escamas y fibra de vidrio. Cuando el contenido de fibra de vidrio fue 3,0 %, la resistencia al impacto de la probeta alcanzó su máximo, 32,16 kN. Utilizando la teoría de la presión de confinamiento equivalente, el efecto de refuerzo de la fibra de vidrio en el suelo podría cuantificarse mediante  $\Delta\sigma_3$ .

En el ambito nacional los proyectos que registraron un estudio referencial y que se contrastaron como antecedentes fueron:

Para Noel Cornelio, (2022), en su tesis titulada "Estabilización de suelo utilizando polvo de vidrio reciclado en jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, Barranca" El objetivo propuesto es mejorar la estabilidad del suelo en la vía Seminario Miguel Grau en la zona residencial de Barrancalá Florida mediante el empleo de vidrio triturado a un nivel particulado similar al polvo. La metodología empleada adopta un enfoque aplicado y exploratorio, con carácter temporal; se clasifica como experimental y se basa en el análisis cuantitativo. La muestra consta en tres áreas exploratorias de 1,2 mx 1,2 m cada una, de las que extraeran un cantidad de material que asciende a 250 kg de suelo. Las metodologías utilizadas incluyen la observación, investigaciones en terreno y análisis en laboratorio. Los dispositivos involucran formularios diseñados para recopilar información obtenida de ensayos realizados en laboratorio, además de una ficha de muestreo. Esta estrategia se centra en la obtención y evaluación de datos que conduzcan a la comprensión de las propiedades de los materiales utilizados y al avance del conocimiento en el campo de la mecánica de suelos y pavimentos. Respecto a los resultados obtenidos, en primer lugar se analizó la composición química del aditivo mediante técnicas de fluorescencia de rayos X, que permitieron identificar compuestos vítreos con alto contenido en silicio, sodio y calcio. En segundo lugar, se determinan los niveles de humedad y se clasifica el suelo según la distribución del tamaño de sus partículas. Estos análisis arrojaron un contenido de humedad del 5% y clasificaron el suelo en "SC" y "SC-SM" con tamaños máximos de partículas de 11/2" y 3/4". El tercer objetivo se centra en la evaluación de los límites líquidos y plásticos de suelos en estado natural y suelos modificados con aditivos. Los resultados demostraron que ambos cumplen con los estándares establecidos por el MTC, presentando índices de plasticidad (IP) superiores e inferiores a 7, respectivamente. El objetivo final fue determinar los parámetros del ensayo Proctor modificado y el índice CBR del suelo en condiciones naturales y tras la incorporación de aditivos. Los resultados mostraron que no se observaron cambios significativos causados por los aditivos. Además, el valor promedio del índice CBR obtenido fue de 58,5%, mientras que en los porcentajes óptimos, los valores del índice CBR fueron de 71,73% y 63,48%.



Para Soberon Monja, (2022), en su investigación titulada “Estabilización de suelos arcillosos usando vidrio reciclado molido para su uso como subrasante mejorada en pavimentos urbanos en la urb. Ciudad del Chofer, Chiclayo 2019” El propósito fundamental de la investigación consistió en identificar el contenido y las dimensiones ideales de vidrio triturado para la mejora de subbases destinadas a pavimentación en entornos urbanos. Con el propósito de lograrlo, se examinaron diferentes proporciones de vidrio en relación al peso seco del suelo, específicamente 3%, 6%, 9% y 14%, junto con variaciones en el tamaño de partícula del vidrio (75  $\mu\text{m}$  y 300  $\mu\text{m}$ ). Los resultados obtenidos muestran que las características físico mecánicas del material constituido por arcilla se mejoran mediante la incorporación de polvo de vidrio. Las mayores mejoras se observaron en la cualidad de soporte o resistencia de CBR y la densidad máxima en estado seco cuando se utilizó un contenido de vidrio del 14%. Sin embargo, para lograr propiedades óptimas que logren definir en la estructura una magnitud considerable de la firmeza del terreno, para que se considera más apropiado un contenido de vidrio del 9%. En resumen, se determinó que la cantidad ideal de vidrio desecho era de alrededor del 9 %, y el tamaño de partícula más adecuado oscilaba entre 300  $\mu\text{m}$  y 75  $\mu\text{m}$ . La conclusión del análisis económico muestra que el uso de vidrio para la estabilización es más rentable que el uso de cemento Portland o cal viva para el mismo fin.

Para Quispe y Cosio, (2022), en su tesis titulada “Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de un suelo arcilloso empleando vidrio reciclado en polvo para su uso como subrasante en la vía fundo Molleray, San Sebastián-Cusco”, Este estudio examina un recurso que suele desechar, pero que podría tener aplicaciones en la ingeniería civil. El enfoque es aprovechar el polvo de vidrio reciclado como agente estabilizador para suelos, con el fin de aumentar su resistencia y permitir su uso como subrasante, llevados a cabo, como medir el contenido del terreno del porcentaje de humedad en un estado natural, realizar un análisis al distribuir las dimensiones de la constitución de las partículas, determinar los límites de consistencia, clasificar según las normas SUCS y AASHTO y realizar pruebas Proctor y CBR. Los ensayos se realizaron en suelo en condiciones naturales y en suelo tratado con diferentes proporciones de estabilizante (0%, 7%, 10% y 13%).

Todas las pruebas se realizan en un laboratorio de suelos, siguiendo las pautas del Manual de pruebas de materiales proporcionadas por MTC y las regulaciones establecidas por la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM). El objetivo principal de este estudio es analizar las características físicas y en su propiedad mecánica, siendo un principio elemental para el comportamiento tipificado en la normativa que garantice la calidad de la arcilla y cómo estas propiedades se ven afectadas cuando se introduce polvo de vidrio reciclado. Los resultados muestran perspectivas alentadoras para el uso de polvo de vidrio sodocálcico reciclado como estabilizador de suelos. A medida que aumenta la cantidad de reactivo añadido, se puede observar una mejora en las propiedades fundamentales para evaluar la idoneidad del suelo como base de carretera, en particular el índice CBR.

La propuesta de investigación se centró en dos variables de estudio: "fibra de vidrio" y "respuesta físico-mecánica de los suelos". Se llevaron a cabo revisiones de diversas fuentes de literatura para definir los enfoques conceptuales de estas variables, así como sus dimensiones e indicadores correspondientes.

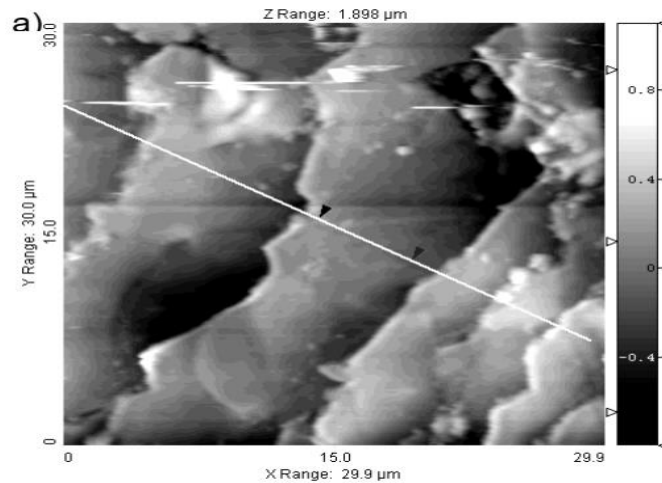
### **Fibra de Vidrio**

El insumo de la fibra de vidrio cumple los estándares que se constituye como un material compuesto por estructura que se difumina en diferentes filamentos delgados y flexibles de vidrio, denominados fibras, los cuales se entrelazan para conformar una estructura resistente. Estas fibras suelen fabricarse a partir de sílice fundida, un tipo de vidrio extremadamente delgado y duradero. Debido a su combinación única de propiedades físicas y químicas, la fibra de vidrio se emplea en diversas aplicaciones dentro de un amplio espectro de usos. Algunas de las propiedades destacadas de la fibra de vidrio incluyen su resistencia a la tracción, siendo notable por su capacidad para soportar tensiones y fuerzas de estiramiento sin propensión a la ruptura. A pesar de su resistencia, este material presenta ligereza en comparación con otros materiales de construcción, como el acero. Además, la fibra de vidrio exhibe una marcada resistencia química frente a diversos productos corrosivos, lo que la convierte en una opción adecuada para aplicaciones en entornos adversos. (Jain y otros, 2019).

La principal motivación para utilizar geomateriales de fibras de vidrio recicladas surge del hecho de que las fibras de vidrio son sostenibles y también de su propiedad única de que no son biodegradables por naturaleza, lo que les proporciona una larga vida útil. Desde una perspectiva medioambiental, se desean materiales sostenibles derivados de desechos, como las fibras de vidrio recicladas, porque son livianos y al mismo tiempo tienen la capacidad de mantener una estructura interna estable, lo que explica su capacidad para soportar cargas más altas en comparación con los refuerzos de acero convencionales. Estas características les permiten convertirse en una solución práctica para la tecnología de mejora del suelo, especialmente en suelos blandos donde se espera una baja capacidad de carga y un rendimiento a largo plazo de los refuerzos.

Mientras tanto, las razones para desarrollar el geomaterial en forma de '8' son porque se creía que los espacios huecos entre la forma de '8' pueden proporcionar un mayor efecto de confinamiento hacia el suelo circundante. Esto se consigue gracias a la presencia de la pared de revestimiento que conforma el 8FG MAT. Cuando el efecto de confinamiento de cualquier geomaterial determinado es alto, la integridad de las interpartículas se mantiene adecuadamente. A cambio, esto dotaría al suelo reforzado de la fuerza que necesitaba para funcionar correctamente en el sitio real. Además, se supone que la forma de '8' del geomaterial actualmente propuesto minimiza la aparición del plano de deslizamiento en el suelo reforzado. Esto se debe a la presencia de dos superficies huecas entre la forma de '8'. Cuando estas superficies huecas se llenan completamente con suelo, se generan más áreas de contacto para transferir directamente las tensiones de arriba hacia abajo. Por lo tanto, cuanto mayor sea el área de la superficie, menor será la cantidad de tensión que se ejerce hacia el área de contacto donde se produce el plano de deslizamiento, siempre que la cantidad de fuerza aplicada sea constante.

**Figura 1:** *Representación gráfica de la superficie de una de las fibras de queratina investigadas, que exhibe una vista detallada de las láminas de la capa externa.*



**Fuente:** *Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de fibras de vidrio y queratina* (Ossa H. y otros, 2007)

Aislamiento térmico y eléctrico, La fibra de vidrio es un aislante eficaz tanto en términos de temperatura como de electricidad, lo que la hace útil en aplicaciones donde se necesita evitar la conducción de calor o electricidad. Durabilidad, Las propiedades resistentes a la intemperie y la corrosión hacen que la fibra de vidrio sea duradera y adecuada para aplicaciones al aire libre. Versatilidad de diseño: Los compuestos que se distribuyen en fibras llamadas también como filamentos del material de la composición de dióxido de carbono que de manera comercial se denomina vidrio presenta en su estado procesado tiene la capacidad de adoptar una diversidad de formas y dimensiones durante el proceso de moldeo, lo que permite la fabricación de productos personalizados y complejos Aislamiento acústico, La fibra de vidrio también se utiliza en aplicaciones donde el aislamiento acústico es importante, como en la construcción de paneles insonorizados (Wei y otros, 2022).

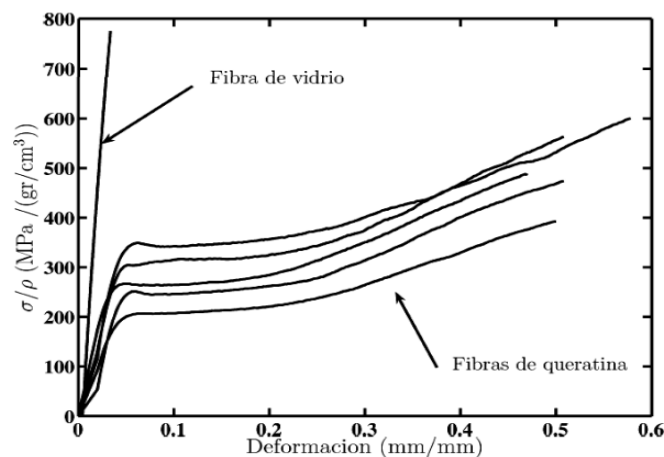
**Tabla 1:** *Propiedades y aplicación de la fibra de vidrio*

Propiedad	Valor	Aplicación
Resistencia mecánica	Mayor que el acero	Refuerzo de hormigón, vigas, columnas, escaleras
Resistencia a la corrosión	Buena	Ambientes marinos, industriales
Aislamiento térmico	Bueno	Sistemas de aislamiento térmico
Aislamiento acústico	Bueno	Sistemas de aislamiento acústico
Peso ligero	Sí	Manipulación y transporte
Fácil de trabajar	Sí	Fabricación

**Fuente:** *Investigación experimental sobre el efecto de la fibra de vidrio en el rendimiento del hormigón asfáltico epoxi. (Wei y otros, 2022)*

Aunque estudios previos de fibra de vidrio (Lutz y Grossman, 2001; Pinzani y Sauli, 2006) mencionaron sus propiedades únicas, ninguno de ellos describió su uso potencial como agente de refuerzo para la mejora del suelo. En este artículo, se propone un nuevo geomaterial, en adelante denominado 8FG MAT, elaborado a partir de fibras de vidrio recicladas derivadas de desechos de vidrio industriales, como un esfuerzo innovador impulsado por la sostenibilidad para la técnica de remediación del suelo mediante el cual se probaron sus propiedades mecánicas en términos de resistencia a la tracción y fuerza de resistencia a la extracción. mediante pruebas de laboratorio en diversas condiciones de suelo. Los resultados tanto de la capacidad propia del material de resistir a la acción de la tracción como de la fuerza ejercida para lograr resistir a la extracción se comparan utilizando otro tipo de geosintéticos en diversos medios de suelo para simular la acción de diferentes condiciones del suelo en sitios reales. (Atteaa Al-hassany y otros, 2020).

**Figura 2:** *Representación gráfica de la superficie de una de las fibras de queratina investigadas, que exhibe una vista detallada de las láminas de la capa externa.*



**Fuente:** *Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de fibras de vidrio y queratina (Ossa H. y otros, 2007)*

**Tabla 2:** *Propiedades Mecánicas por tipo de fibra de vidrio*

Propiedad	Vidrio E	Vidrio D	Vidrio R	Vidrio AR
-----------	----------	----------	----------	-----------

Resistencia a la tracción (MPa)	3.400	2.300	2.800	3.100
Módulo de elasticidad (GPa)	72	42	65	58
Resistencia a la compresión (MPa)	1.100	700	800	900
Resistencia al impacto (J/m)	1.000	600	800	900
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	2,5	2,5	2,5	2,5
Alargamiento (%)	2,5	3,5	3	2,8
Absorción de agua (%)	0,1	0,1	0,1	0,1
Resistencia a la corrosión	Buena	Buena	Buena	Buena
Resistencia a los álcalis	Mala	Buena	Buena	Buena
Resistencia al fuego	Buena	Buena	Buena	Buena

**Fuente:** *Investigación experimental sobre el efecto de la fibra de vidrio en el rendimiento del hormigón asfáltico epoxi. (Wei y otros, 2022)*

La fibra de vidrio es versátil y ofrece muchas ventajas en términos de resistencia, durabilidad y diseño. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la manipulación de la fibra de vidrio puede liberar partículas microscópicas en el aire que pueden ser perjudiciales para la salud, por lo que es necesario tomar precauciones adecuadas al trabajar con este material (Atteaa Al-hassany y otros, 2020).

En base al contexto mencionado anteriormente de un material que tiene en su estructura materia diferentes compuestos que lo vuelven un insumo altamente demandante, teniendo en cuenta que su comportamiento y su resistencia a la acción de diferentes compuestos, que se encuentran contenidos en el medio de propagación que comúnmente conocemos como aire, debiendo hacer mención que la estructura fibrosa representa un material maleable que es tomado como uno de los principales componentes para las industrias, sabiendo que si los procesos de diferentes rubros tienden a buscar la optimización de sus resultados y el incremento gradual de la calidad de sus productos. Es fundamental indicar que los filamentos que componen la estructura o los factores que permiten que se logre concretar un sistema complejo donde se añaden propiedades químicas y físicas, que hacen que la materia adopte diferentes estados y cualidades, garanticen un elemento con la calidad necesaria para cumplir diferentes funciones o ser un componente capaz de alterar las características de otra estructura compleja, considerando que los

objetivos que se desean cumplir, al realizar la combinación de dos estructuras es lograr optimizar el comportamiento y en el proceso obtener un material actualizado para resistir a otro nivel la acción de las salubridades, agentes químicos y demás acciones a las que son sometidos.

El material fibroso es altamente codiciado en el mercado debido a su estructura intrincada, compuesta por diversos compuestos que le otorgan propiedades excepcionales. Su capacidad para resistir la acción de diferentes elementos presentes en el ambiente, como agentes químicos, lo convierte en un insumo indispensable para múltiples industrias. La estructura fibrosa es maleable y se considera uno de los principales componentes utilizados en los procesos de optimización y mejora de la calidad de los productos. Los filamentos que conforman esta estructura, junto con los factores que permiten crear un sistema complejo, añaden propiedades químicas y físicas que hacen que el material adopte diversos estados y cualidades. Al combinar este material fibroso con otras estructuras complejas, se busca optimizar su comportamiento y obtener un material actualizado que pueda resistir a un nivel superior la acción de agentes químicos, salinidad y demás factores a los que se somete durante su uso, con el objetivo de mejorar la calidad de los productos en diversas industrias.

### **Fibra de Vidrio en el mejoramiento de suelos**

La fibra de vidrio también se utiliza en la mejora de suelos en varias aplicaciones, especialmente en la construcción y la ingeniería civil. Algunas de las formas en que se emplea la fibra de vidrio para mejorar suelos son las siguientes:

- Refuerzo del suelo: Las fibras de vidrio se pueden agregar a los suelos para mejorar su resistencia y estabilidad. Esto es especialmente útil en áreas donde el suelo es débil o susceptible a la erosión. La fibra de vidrio refuerza la matriz del suelo, aumentando su capacidad para ejercer una fuerza resistente ante las sollicitaciones y anticipar una variación de su estado sólido en base a su capacidad deformable.
- Control de la erosión: En terrenos inclinados o en áreas propensas a la erosión, la fibra de vidrio puede mezclarse con los suelos para crear una capa más resistente que evite la pérdida de suelo debido al agua y el viento.

- Mejora de la compactación: La fibra de vidrio se puede utilizar para mejorar la compactación de los suelos, lo que es esencial para la construcción de carreteras, cimientos y estructuras. Ayuda a evitar la formación de grietas y asentamientos.
- Control de la contracción y expansión: Algunos suelos pueden experimentar cambios volumétricos debido a la humedad, lo que puede llevar a la formación de grietas. La fibra de vidrio puede ayudar a controlar estos cambios al reforzar la estructura del suelo.
- Estabilización de taludes: En la construcción de taludes y terraplenes, la fibra de vidrio se puede utilizar para reforzar la superficie del suelo y prevenir pasos.
- Prevención de agrietamiento: En la construcción de pavimentos de concreto y asfalto, la añadidura de los filamentos que son poducto de un material que constituye la estructura del vidria, la que puede reducir la formación de grietas y aumentar la durabilidad.
- Suelos contaminados: En casos de suelos contaminados, la fibra de vidrio puede ser utilizada para encapsular los contaminantes y evitar que se dispersen.

**Figura 3:** *Materiales usados (a) Suelo de algodón negro (BC); (b) Fibra de vidrio.*



**Fuente:** Evaluación del efecto de la fibra de vidrio en la geotécnica Propiedades de la tierra de algodón negro. (Singh y otros, 2023)

La aplicación de fibra de vidrio en la mejora de suelos es una práctica extendida en el ámbito de la construcción y la ingeniería civil. Además de proporcionar refuerzo, estabilidad y resistencia, esta técnica se destaca por su capacidad para fortalecer la estructura del suelo, minimizar la erosión y prevenir la deformación del terreno.



Su versatilidad la hace valiosa en una amplia gama de aplicaciones, desde la estabilización de taludes y terraplenes hasta la construcción de carreteras y cimentaciones. La fibra de vidrio actúa como un refuerzo efectivo, distribuyendo las cargas de manera uniforme y mejorando la capacidad de carga del suelo, lo que resulta en estructuras más duraderas y seguras. Esta tecnología innovadora ha revolucionado la industria de la construcción al proporcionar soluciones efectivas para los desafíos geotécnicos y ambientales en proyectos de infraestructura a nivel global. (Avdeeva y otros, 2016).

La estructura de los estratos del terreno, son constituidas mediante un proceso de sedimentación, dicho suceso tiene un lapso de tiempo considerable en donde la meteorización que es una etapa del medio ambiente, producto de las formaciones geológicas de diferentes estructuras del terreno, que gracias al traslado de las partículas y el asentamiento fruto de diferentes cambios climatológicos logran adaptar un sistema estructural de un área, este proceso complejo y demandante de factores variables presenta diferentes características que no llegan a homogeneizarse, pero si mantienen algunos componentes similares, los mismos que con la añadidura de diferentes materiales se lograrían alterar su comportamiento. Para esta investigación se tomara en cuenta las propiedades de un material maleable, compuesto por distintos filamentos de cristal, que mejorara o optimizara sus propiedades mecánicas ante la acción de diversas sollicitaciones, que son un factor principal en el proceso constructivo de las obras de ingeniería, si se hace un estudio a detalle mediante los ensayos en las unidades de investigación en donde se añadiría a diferentes % la materia y se analizaran mediante un sistema de etapas controladas los elementos del proceso, mismo que busca el incremento o un mejor comportamiento para las propiedades resistentes de la estructura del terreno, siendo uno de los principales objetivos lograr determinar la magnitud incidente de este material y el comportamiento logrado en un periodo de vida útil.

La Tierra es un sistema dinámico en constante evolución, donde los estratos geológicos se forman y transforman a través de procesos naturales como la sedimentación, la meteorización y los factores climáticos. Cada región presenta características únicas en su estructura y composición, lo que plantea desafíos particulares para la ingeniería de construcción.

Para abordar esta complejidad, se propone estudiar la incorporación de un material maleable compuesto por filamentos de cristal en las estructuras de ingeniería. Mediante ensayos controlados, se busca evaluar el impacto a largo plazo de este material en las propiedades resistentes del terreno, con el objetivo de incrementar el desempeño y la vida útil de las obras. La idea es aprovechar la singularidad y las características únicas de cada sistema estructural natural, optimizando así la resiliencia y la adaptabilidad de las construcciones a los entornos cambiantes.

### **Dosificaciones de la fibra de vidrio**

La dosificación de fibra de vidrio se refiere a la cantidad de fibra de vidrio que se añade a una mezcla de suelo en la capa de subrasante. La cantidad exacta de fibra de vidrio a añadir varía en función de diversos aspectos, como las características del suelo, el propósito de uso y los criterios de diseño necesarios (Wei y otros, 2022).

La proporción de los filamentos requeridos para iniciar un proceso de optimización de las características variables de las capas del terreno se determina según diversas variables, como la naturaleza del suelo, el propósito de la mejora, las condiciones específicas del proyecto y los requisitos técnicos establecidos. A continuación, se presentan algunos pasos generales para establecer la dosificación de filamentos de vidrio que es un material que se emplea para mejorar la capacidad de los estratos del terreno:

- 1) Caracterización del suelo: Antes de agregar fibra de vidrio, es importante realizar pruebas de laboratorio para caracterizar el suelo en términos de su granulometría, humedad, contenido de arcilla, cohesión y resistencia. Esto ayudará a comprender las propiedades iniciales del suelo y determinar cómo la fibra de vidrio puede mejorarlas.
- 2) Objetivos de mejora: Definir claramente los objetivos de la mejora del suelo. ¿Estás buscando aumentar la resistencia, controlar la erosión, mejorar la compactación u otros beneficios? La dosificación puede variar en función de estos objetivos.
- 3) Tipo de fibra de vidrio: Existen diferentes tipos de fibras de vidrio disponibles en el mercado, cada una con diferentes propiedades. Algunas son más

adecuadas para refuerzo, mientras que otras son ideales para controlar la erosión. Consulte con un proveedor de materiales para elegir la fibra de vidrio adecuada para su proyecto.

- 4) Recomendaciones del fabricante: Los fabricantes de fibras de vidrio generalmente proporcionan recomendaciones de dosificación basadas en el tipo de suelo y el objetivo de mejora. Estas recomendaciones pueden servir como punto de partida, pero es posible que necesites ajustarlas según las condiciones específicas de tu proyecto.
- 5) Pruebas de laboratorio y campo: Realice pruebas a pequeña escala en el laboratorio o en el sitio para determinar la cantidad adecuada de fibra de vidrio. Puedes realizar pruebas de compactación, ensayos de carga y otras pruebas relevantes para evaluar el impacto de la fibra en las propiedades del suelo.
- 6) Monitoreo y ajustes: Una vez que hayas aplicado la fibra de vidrio en el suelo a una dosificación inicial, realiza un seguimiento cuidadoso de cómo se comporta el suelo con el tiempo. Si es necesario, realice ajustes en la dosificación para lograr los resultados deseados.
- 7) Normativas y estándares: Asegúrese de cumplir con las normativas y estándares locales o regionales que puedan regir la dosificación de fibra de vidrio en suelos. Esto es especialmente importante en proyectos de construcción y mejora de infraestructura.

En términos generales, la determinación de la cantidad adecuada de fibra de vidrio a utilizar en suelos es un procedimiento que demanda un análisis minucioso de las propiedades del suelo en cuestión, los objetivos del proyecto y las recomendaciones del fabricante. Siempre es recomendable trabajar en colaboración con ingenieros y expertos en materiales para garantizar que la dosificación sea adecuada y que los resultados sean seguros y efectivos (Wei y otros, 2022).

las propiedades del suelo: Los suelos más blandos requieren una mayor dosificación de fibra de vidrio para mejorar su resistencia y durabilidad

La revisión meticulosa de estándares pertinentes, junto con el exhaustivo análisis de investigaciones previas, fue esencial para establecer las proporciones adecuadas de fibra de vidrio utilizadas en el estudio. La cantidad específica de fibra de vidrio añadida desempeña un papel crucial en la modificación de las propiedades físicas y químicas del suelo. A medida que aumenta la cantidad de fibra de vidrio empleada, se evidencia un incremento notable en la resistencia capacidad resistente del material a las fuerzas ejercidas por la tracción, de situación similar se ve la afectada la capacidad resistente al efecto flexionante y la capacidad innata del material de resistir un efecto de deformabilidad (ductilidad) del suelo. También se produce un ligero aumento de la conductividad térmica y el peso específico del suelo. La proporción de fibra de vidrio con respecto a un metro cúbico de suelo es de 10 kg/m<sup>3</sup> para una dosificación del 1%, de 20 kg/m<sup>3</sup> para una dosificación del 2% y de 50 kg/m<sup>3</sup> para una dosificación del 5%.

Es importante tener en cuenta que estas son solo indicaciones generales. La cantidad ideal de fibra de vidrio a agregar a un suelo específico estará influenciada por varios factores, incluyendo la calidad del suelo, el uso previsto del suelo y las condiciones ambientales.

**Tabla 3:** *Dosificaciones de la fibra de vidrio según sus características*

<b>Dosificación de fibra de vidrio</b>	<b>Características físicas</b>	<b>Características químicas</b>	<b>Proporción con respecto a un metro cúbico de suelo</b>
1%	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistencia a la tracción: 2,5 veces mayor que el suelo sin fibra de vidrio.</li> <li>▪ Resistencia a la flexión: 1,7 veces mayor que el suelo sin fibra de vidrio.</li> <li>▪ Ductilidad: 2,0 veces mayor que el suelo sin fibra de vidrio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pH: 8,0.</li> <li>▪ Conductividad térmica: 0,15 W/mK.</li> <li>▪ Peso específico: 2,5 kg/m<sup>3</sup>.</li> </ul>	10 kg de fibra de vidrio por metro cúbico de suelo.
2%	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistencia a la tracción: 3,0 veces mayor que el suelo sin fibra de vidrio.</li> <li>▪ Resistencia a la flexión: 2,4 veces mayor que el suelo sin fibra de vidrio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pH: 8,2.</li> <li>▪ Conductividad térmica: 0,14 W/mK.</li> <li>▪ Peso específico: 2,6 kg/m<sup>3</sup>.</li> </ul>	20 kg de fibra de vidrio por metro cúbico de suelo.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ductilidad: 2,5 veces mayor que el suelo sin fibra de vidrio.</li> </ul>
5%	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistencia a la tracción: 4,0 veces mayor que el suelo sin fibra de vidrio.</li> <li>▪ Resistencia a la flexión: 3,0 veces mayor que el suelo sin fibra de vidrio.</li> <li>▪ Ductilidad: 3,0 veces mayor que el suelo sin fibra de vidrio.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pH: 8,4.</li> <li>▪ Conductividad térmica: 0,13 W/mK.</li> <li>▪ Peso específico: 2,7 kg/m<sup>3</sup>.</li> </ul>
	50 kg de fibra de vidrio por metro cúbico de suelo.

**Fuente:** Evaluación del efecto de la fibra de vidrio en la geotécnica Propiedades de la tierra de algodón negro. (Singh y otros, 2023)

La exploración del comportamiento físico-mecánico de los suelos se enfoca en cómo reaccionan y se comportan frente a distintas cargas, variaciones de humedad y fuerzas aplicadas. Esta investigación es esencial para comprender la cualidad de la estructura de las capas de un terreno para ejercer una resistencia ante las sollicitaciones, en el que de manera experimental sufre el efecto de la deformabilidad, que permite el flujo de agua y otros factores relevantes. Aspectos clave dentro de este ámbito incluyen el comportamiento frente a la compresión y la deformación, ambos aspectos críticos para la ingeniería geotécnica y la planificación de proyectos constructivos. Los suelos son materiales deformables, lo que significa que pueden cambiar de forma cuando se aplican cargas sobre ellos (Zuluaga y otros, 2021). El comportamiento de compresión y deformación de un suelo se estudia mediante ensayos de consolidación y compresión uniaxial, que permiten determinar cómo el suelo se compacta y deforma bajo cargas. Corte y resistencia al corte, Los suelos también pueden experimentar esfuerzos cortantes cuando se aplican fuerzas tangenciales a sus partículas. La capacidad de un suelo para resistir fuerzas de corte se evalúa mediante pruebas de corte directo o ensayos triaxiales, que permiten determinar la cantidad de carga que el suelo puede soportar antes de experimentar un fallo por corte (Gao y otros, 2021).

Coeficiente de permeabilidad, La permeabilidad hace referencia a la aptitud de un suelo para posibilitar el paso del agua a través de él. Los ensayos de permeabilidad ayudan a evaluar la capacidad de drenaje de un suelo y son esenciales en proyectos donde el control del agua es importante, como en la construcción de

cimentaciones y presas. **Succión y expansión**, La succión es una de las cualidades que presenta la estructura del terreno, la misma que se constituye como parte de su sistema, teniendo como función el de almacenar ciertas proporciones del recurso hídrico en los poros presentes en la consolidación de sus capas, este proceso se suscita debido a las fuerzas capilares. Algunos suelos pueden expandirse o contraerse debido a la funcionalidad de su estructura que se constituye de la consolidación del material sedimentario, el mismo que está propenso a ser sometido a alteración por el contenido de su porcentaje de agua. Esto es particularmente relevante en proyectos de construcción donde la expansión o contracción del suelo puede afectar las estructuras cercanas. **Hinchamiento y retracción**, Algunos suelos expansivos, como las arcillas, pueden hincharse cuando absorben agua y luego retraerse cuando se secan. Esto puede tener un impacto significativo en las infraestructuras construidas sobre estos suelos (A. Prokhorov y otros, 2020).

El comportamiento físico-mecánico de los suelos está altamente influenciado por factores como la granulometría, la composición mineral, la humedad, la temperatura y la historia de carga. La comprensión de estos aspectos es fundamental para diseñar estructuras seguras y eficientes, prever el comportamiento de los suelos en diferentes condiciones y tomar para mitigar los problemas potenciales, como asentamientos, graduales y erosión (Marçal Gandia y otros, 2020).

En los estándares especializados para la distribución y redistribución de las cantidades y/o proporciones asignadas se deberán tener en cuenta varios factores, que serán delimitantes para los resultados requeridos en el proceso de fabricación y/o elaboración de diferentes insumos; es sumamente importante garantizar que los procesos incluidos en las etapas tengan altos estándares de calidad, ya que un factor o proceso no controlado, no garantiza que el elemento que se quiera obtener o alcanzar cumpla con todos los requerimientos y estándares de eficacia. Es fundamental la precisión de los datos y la exactitud de los valores en el instante de la configuración de un sistema o estructura compleja, que demanda tener la certeza de que las cantidades o niveles de participación de las variables, son valores que están respetando el cálculo del diseño en la formulación del elemento o materia que se quiere obtener.

En la producción de diversos productos, es esencial considerar múltiples aspectos que determinarán el resultado final deseado. Mantener altos estándares de calidad a lo largo de todo el proceso es crucial, ya que cualquier elemento fuera de control podría comprometer el cumplimiento de los requisitos y la eficacia esperada. Además, la precisión y exactitud de los datos en la configuración de sistemas o estructuras complejas es fundamental, pues asegura que los niveles de participación de las variables respeten los cálculos del diseño formulado para obtener el producto final esperado.

La fibra de vidrio es un material versátil y ampliamente utilizado en la industria, pero su correcta dosificación es crucial para obtener los mejores resultados. La dosificación precisa de este material es fundamental para garantizar la calidad y el rendimiento de los productos finales, ya que una cantidad insuficiente puede comprometer la resistencia y la durabilidad, mientras que un exceso puede generar problemas de peso, acabado y procesabilidad. Por lo tanto, es esencial encontrar el equilibrio adecuado entre la cantidad de fibra de vidrio y los otros componentes, a fin de optimizar las propiedades del material y satisfacer los requisitos específicos de cada aplicación. Esto implica un proceso de ajuste y refinamiento continuo, teniendo en cuenta factores como el tipo de resina, las condiciones de procesamiento y las especificaciones del cliente. Solo a través de una dosificación precisa y un control de calidad riguroso se puede garantizar que la fibra de vidrio cumpla con los estándares más altos y brinde los beneficios deseados en cada proyecto.

### **Estabilización de suelos**

La estabilización de suelos implica la alteración controlada de las propiedades de un suelo natural para adaptarlo a un propósito específico en proyectos de ingeniería. Este proceso puede llevarse a cabo mediante una variedad de métodos que abarcan técnicas físicas, químicas, mecánicas y biológicas. La estabilización de suelos abarca una gama diversa de enfoques y procedimientos diseñados para optimizar las propiedades físicas y las inherentes a su estado mecánico de la estructura de las capas que se consolidan en el terreno, con el objetivo de optimizar su idoneidad para la construcción de infraestructuras y estructuras. Esta práctica

ingenieril se convierte en un componente esencial en la planificación de un cronograma tipificado mediante los estándares que garanticen la calidad al ejecutar los proyectos formulados en base a los criterios requeridos para la construcción, ya que permite adaptar el suelo a las exigencias específicas de cada proyecto, garantizando así la durabilidad, seguridad y eficiencia de las estructuras construidas sobre él, además puede implicar cambios en la resistencia, la compresibilidad, la permeabilidad y otros aspectos del suelo (Verma y otros, 2021). La estabilización de suelos es especialmente importante en proyectos de construcción donde el suelo existente no satisface los criterios esenciales para resistir las cargas requeridas o cumplir con los estándares de ingeniería. Algunos de los métodos de estabilización se engloban en:

La mejora física de suelos se enfoca en realzar las características mecánicas y físicas de un suelo, empleando técnicas que no implican la participación de reacciones químicas, como la inclusión de materiales como cemento o cal. En lugar de eso, se utilizan modificaciones o técnicas mecánicas para modificar las características del suelo y hacerlo más adecuado para aplicaciones de construcción (Verma y otros, 2021).

La mejora mecánica de suelos se refiere a un conjunto de técnicas diseñadas para mejorar tanto las propiedades físicas como las mecánicas de un suelo, sin la necesidad de recurrir a reacciones químicas. Este proceso implica la implementación de procedimientos y enfoques que buscan modificar la estructura y la composición del suelo de manera controlada. Los métodos empleados en la mejora mecánica del suelo se basan en una variedad de enfoques mecánicos, los cuales se utilizan para alterar las características del suelo y adaptarlo de manera más efectiva a aplicaciones de construcción específicas. Estas técnicas mecánicas pueden incluir la compactación del suelo, el uso de técnicas de consolidación, la aplicación de geotextiles y la mejora del drenaje, entre otros métodos. La mejora mecánica del suelo se presenta como una alternativa viable y efectiva para optimizar la capacidad portante, la estabilidad y la durabilidad del suelo en proyectos de construcción civil e infraestructura. (Verma y otros, 2021).

**Figura 4:** *Estabilización química con cal*





**Fuente:** *Manual de estabilización de suelo tratado con cal: estabilización y modificación con cal.*  
(National Lime Association, 2004)

La estabilización química del suelo se refiere a un procedimiento que implica la introducción controlada de agentes químicos en el suelo con el objetivo de incrementar la calidad de sus caracteres de sus sistema y de adicionar una cualidad en base a la fortaleza de sus características en un estado físico mecánico. Estos agentes químicos interactúan con los componentes del suelo, generando cambios en su estructura y comportamiento. La estabilización química se destaca como un enfoque efectivo para mejorar la capacidad de carga, la resistencia a la tracción, la permeabilidad y otras características geotécnicas del suelo. Este proceso se convierte en una herramienta valiosa en la ingeniería geotécnica y en la construcción de infraestructuras, ya que permite adaptar el suelo a las necesidades específicas del proyecto, garantizando que en su periodo de vida útil experimente una constancia en su sistema que asegure el equilibrio y la resistencia al desgaste por el accionar de agentes o solicitaciones externas a la que son sometidas los sistemas estructurales que se constituyen sobre un terreno de fundación. La selección cuidadosa de los compuestos químicos y la dosificación precisa son aspectos clave en este proceso, asegurando resultados óptimos y sostenibles a largo plazo. (Verma y otros, 2021).

**Tabla 4:** *Métodos, ventajas y desventajas de la estabilización de suelos*

Método	Descripción	Ventajas	Desventajas
Físicos			

Compactación	Aumento de la densidad del suelo mediante la aplicación de fuerzas mecánicas.	Mejora la resistencia y la estabilidad del suelo.	Puede ser costoso y requerir maquinaria pesada.
Tratamiento térmico	Calentamiento del suelo a una temperatura elevada.	Aumenta la resistencia del suelo.	Puede ser costoso y requerir maquinaria especializada.
Tratamiento con agua	Aplicación de agua al suelo para mejorar su plasticidad y facilitar su compactación.	Mejora la capacidad de drenaje del suelo.	Puede aumentar la plasticidad del suelo, lo que puede dificultar su compactación.
<b>Químicos</b>			
Cal	Reacción de la cal con los iones de sodio y magnesio del suelo, lo que aumenta la resistencia y la estabilidad del suelo.	Mejora la resistencia y la estabilidad del suelo.	Puede ser costoso y requerir maquinaria especializada.
Cemento	Reacción del cemento con los componentes del suelo, lo que crea un material similar al hormigón.	Mejora la resistencia y la estabilidad del suelo.	Puede ser costoso y requerir maquinaria especializada.
Bitumen	Reacción del bitumen con los componentes del suelo, lo que impermeabiliza el suelo.	Mejora la impermeabilidad del suelo.	Puede ser costoso y requerir maquinaria especializada.
<b>Biológicos</b>			
Hongos	Uso de hongos para descomponer la materia orgánica del suelo y mejorar su estructura.	Mejora la estructura del suelo.	Puede ser lento y requerir condiciones ambientales específicas.
Bacterias	Uso de bacterias para fijar el nitrógeno del aire en el suelo, lo que mejora su fertilidad.	Mejora la fertilidad del suelo.	Puede ser lento y requerir condiciones ambientales específicas.

**Fuente:** Manual de estabilización de suelo tratado con cal: estabilización y modificación con cal. (National Lime Association, 2004)

Es una consigna de la ingeniería en donde los estudios especializados deberán incluir de manera técnica soluciones que logren la consolidación estable de los estratos del terreno, al ser un proceso controlado que se ejecuta mediante capas es elemental tener el conocimiento idóneo de manera técnica para alcanzar estabilizar una estructura que presenta distintos problemas, que generan en su sistema una pérdida de equilibrio en varios segmentos de su área implicada y/o consolidada, ya que es un requerimiento lograr alcanzar estos estándares para que el terreno este en la capacidad de comportarse homogéneamente y sobre todo

alcance su capacidad resistente mínima requerida de diseño, por ende si estos valores no son los solicitados por la estructura que se pretende construir, no dispondrá de un comportamiento adecuado ante la acción de las solicitaciones a las que esta sometida, como son las que ejerce el propio peso de la estructura y las que ejercen de manera externa las diferentes cargas producto de medios naturales y/o artificiales. Siendo un tema complejo es necesario lograr resolver las deficiencias presentes en los estratos del terreno, suceso que se acontece debido a partículas que se han consolidado que no tienen la capacidad de acoplarse y de resistir cargas externas, y aun peor que reaccionan con otros elementos de manera descontrolada, desplazando su estructura y perdiendo su forma inicial.

La estabilización del terreno es un desafío crucial en la ingeniería, ya que cada sitio de construcción presenta características únicas que requieren un análisis minucioso y soluciones a medida. Para garantizar la integridad estructural a largo plazo, es fundamental comprender a fondo la composición y el comportamiento del suelo. Mediante técnicas especializadas, como la inyección de lechadas o la compactación dinámica, se busca mejorar las propiedades mecánicas del subsuelo, de modo que pueda soportar de manera segura las cargas impuestas por la construcción. Este proceso demanda un conocimiento profundo de la geotecnia y una planificación cuidadosa, pues cualquier fallo puede comprometer la estabilidad de la estructura y poner en riesgo la seguridad de las personas. La ingeniería geotécnica desempeña un papel fundamental en la creación de infraestructura resiliente y duradera, adaptada a las condiciones específicas de cada emplazamiento, lo que garantiza la seguridad y la sostenibilidad de los proyectos de construcción.

La estabilización de suelos es un desafío crucial en la ingeniería civil y ambiental. Una alternativa innovadora a los métodos tradicionales es la bioestabilización, que aprovecha las capacidades de ciertos microorganismos para mejorar las propiedades mecánicas y la resistencia de los suelos. Mediante la inoculación de bacterias y hongos específicos, se puede inducir la precipitación de minerales dentro de la matriz del suelo, creando una estructura más cohesiva y estable. Este enfoque no solo mejora la capacidad portante del terreno, sino que también contribuye a la sostenibilidad y reduce el impacto ambiental en comparación con

los métodos convencionales. Además, la bioestabilización puede ser especialmente útil en áreas con suelos problemáticos, como los suelos expansivos o los terrenos contaminados, donde las soluciones tradicionales pueden ser menos efectivas o más costosas. Al explorar este enfoque innovador, se abre la puerta a soluciones más ecológicas y eficientes para la estabilización de los suelos.

### **Propiedades en estado natural de los suelos**

Los suelos en su estado natural poseen una serie de propiedades que son resultado de la interacción de diversos factores geológicos, climáticos y biológicos a lo largo del tiempo. Estas propiedades influyen en la capacidad del suelo para retener líquidos o alguna respuesta mecánica ante condiciones externas (Qiao y otros, 2020). Algunas de las propiedades más importantes incluyen:

- a) **Textura:** La composición textural del suelo se relaciona con las dimensiones de las partículas que lo conforman, como arena, limo y arcilla. Este aspecto ejerce una influencia directa sobre la retención de humedad, la circulación del aire y la capacidad de drenaje del suelo, aspectos cruciales para su funcionamiento y calidad.
- b) **Estructura:** La estructura se refiere a cómo las partículas individuales se agrupan en agregados más grandes. Una buena estructura del suelo permite una mejor infiltración de agua, aireación.
- c) **Porosidad:** La porosidad guarda relación con la cantidad y dimensiones de los huecos o espacios porosos que existen entre las partículas que componen el suelo. Estos poros desempeñan un papel crucial en la habilidad del suelo para retener agua y facilitar la circulación del aire.
- d) **Permeabilidad:** La permeabilidad se define como la rapidez con la que el agua puede desplazarse dentro del suelo, y esta característica está estrechamente vinculada con la porosidad y la organización interna del suelo.
- e) **Color:** El color del suelo puede indicar su contenido de minerales y materia orgánica, así como su drenaje y condiciones de aireación.
- f) **Capacidad de intercambio catiónico (CIC):** Esta característica hace alusión a la aptitud del suelo para mantener y liberar nutrientes en forma de iones

positivos, como el calcio, el magnesio y el potasio y modificar sus propiedades.

- g) Minerales: Los minerales presentes en el suelo influyen en su composición química. Algunos minerales pueden ser beneficiosos sobre sus propiedades mecánicas, mientras que otros pueden ser perjudiciales.

Estas propiedades varían según el tipo de suelo, la región geográfica y las condiciones climáticas. La comprensión de estas características resulta esencial para la correcta administración de los proyectos de infraestructura, tanto en proyectos viales como proyectos de construcción de edificaciones (Qiao y otros, 2020).

El terreno en su estado natural producto de la formación de varios ciclos en un estado de tiempo de las actividades geológicas, tiende a conformar diferentes tipos de formas debido a la variabilidad en la consolidación de los estratos de las capas del suelo, este suceso tiende a ocurrir de manera recurrente en casi toda el área de la faz de la tierra que no ha sido alterada o ocupada por el ser humano con construcciones o obras que ya no permiten que se suscite la sedimentación de las partículas; en los lugares donde por producto de la meteorización aun se logra consolidar los estratos del terreno, se proporciona para la naturaleza un medio de propagación y crecimiento de la vida de diferentes especies, ya que siendo el principal elemento para el brote de las diferentes plantas que conforman la vida vegetal, dando paso a la generación de un nuevo ecosistema para el desarrollo de la vida animal. Las características del terreno tienden a ser variables según las partículas que intervienen en el proceso de sedimentación, dando a tener mayor participación y siendo un aspecto que clasificaría al suelo por su materia predominante, que tiende a variar entre un terreno con presencia de limos, arenas, francos, calcáreos entre otros; algunos de los cuales son perjudiciales para la edificación de las obras de ingeniería, teniendo que instaurar una serie de procesos que garantice que se está optimizando el comportamiento inherente de sus propiedades físicas, químicas y mecánicas que presentan en un estado natural, ya que si no corrige ese aspecto perjudicial las estructuras en el campo de la ingeniería presentarían fallas considerables, que pondrían en riesgo la seguridad de las personas que hacen uso y desarrollan sus actividades cotidianas en base a sus

funciones, siendo uno de los principales aspectos la construcción de obras el de proporcionar diferentes beneficios para el crecimiento de la población y el desarrollo de la sociedad en un sector, afectando positivamente su economía.

Nuestro planeta Tierra es un lienzo vivo en constante transformación, donde las fuerzas geológicas y climáticas esculpen un tapiz de ecosistemas diversos y resilientes. Desde los océanos profundos hasta las cimas de las montañas, cada rincón de este mundo alberga una belleza única, producto de la danza entre los elementos. Estos sistemas naturales, como una red intrincada, sustentan la vida en todas sus formas, desde los diminutos microorganismos hasta los imponentes gigantes del reino animal. Es en este entorno, rico en recursos y oportunidades, donde la humanidad ha encontrado el escenario perfecto para desarrollarse y prosperar. Sin embargo, es nuestra responsabilidad cuidar de este hogar compartido, mantener un delicado equilibrio entre nuestras necesidades y la preservación de la integridad de estos sistemas, para así asegurar un futuro próspero y sostenible para todas las criaturas que habitan este planeta azul.

Los suelos en su estado natural poseen una serie de propiedades fascinantes que reflejan la complejidad y la riqueza de los ecosistemas terrestres. Uno de los aspectos más destacados es la capacidad de los suelos para actuar como verdaderos "pulmones" del planeta. A través de los procesos de respiración y descomposición, los suelos intercambian gases con la atmósfera, regulando los niveles de dióxido de carbono y oxígeno, y desempeñando un papel crucial en el ciclo global del carbono. Esta función de regulación ambiental es fundamental para mantener el equilibrio de los ecosistemas y mitigar los efectos del cambio climático. Además, los suelos en estado natural albergan una diversidad microbiana y de organismos edáficos que participan en ciclos biogeoquímicos esenciales, como la fijación de nitrógeno y la descomposición de la materia orgánica. Comprender y preservar estas propiedades naturales de los suelos es clave para garantizar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y la conservación de los recursos naturales.

### **Propiedades físicas de los suelos.**

Las características físicas de los suelos engloban los atributos vinculados a la organización interna, composición, presencia de espacios porosos, y habilidad para

retener agua y permitir el paso del aire. Estas propiedades influyen en la capacidad del suelo para soportar el crecimiento de plantas, la retención y disponibilidad de agua, la aireación y otros procesos clave (Jigheh & Bagheri, 2022).

**Tabla 5:** *Propiedades físicas de los suelos y sus estudios técnicos*

Propiedad	Ensayo de laboratorio	Norma peruana	Norma internacional
Textura	Análisis granulométrico	NTP 400.050:2011	ASTM D2487-17
Estructura	Análisis de consistencia	NTP 400.051:2011	ASTM D4318-17
Porosidad	Análisis de porosidad	NTP 400.052:2011	ASTM D4253-17
Densidad aparente	Densidad aparente	NTP 400.053:2011	ASTM D2216-17
Consistencia	Límite líquido, límite plástico y límite de contracción	NTP 400.054:2011	ASTM D4318-17
Color	Determinación del color	NTP 400.055:2011	ASTM D1925-09
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	Determinación de la CIC	NTP 400.056:2011	ASTM D8828-17
pH	Determinación del pH	NTP 400.057:2011	ASTM D4329-17
Salinidad	Determinación de la salinidad	NTP 400.058:2011	ASTM D5126-17

**Fuente:** Estudio de la influencia del uso del suelo en las relaciones entre variables físico-químicas a través de análisis de redes (Martín-Sanz y otros, 2022)

El suelo es un recurso fundamental para la agricultura, ya que su estructura física y composición determinan su funcionalidad y capacidad productiva. Una matriz sólida y porosa, con una distribución equilibrada de partículas y espacios, facilita la circulación eficiente del agua y el aire, elementos esenciales para el desarrollo radicular, la actividad biológica y la resistencia a procesos degradativos como la erosión y la compactación. Mantener la integridad estructural del suelo debe ser una prioridad en las prácticas de manejo sostenible, ya que de ello depende la fertilidad a largo plazo y la productividad de los ecosistemas terrestres. En resumen, la composición y organización física del suelo son factores clave para garantizar su funcionalidad y aprovechamiento agrícola de manera sostenible.

La textura y el drenaje del terreno son elementos clave para determinar la idoneidad de un suelo para el cultivo. Un suelo con una mezcla equilibrada de arcilla, limo y arena permite una infiltración adecuada del agua, evitando tanto el encharcamiento

como la sequedad excesiva. La presencia de materia orgánica en descomposición mejora la retención de humedad y proporciona nutrientes esenciales para las plantas. Además, una estructura granular favorece la penetración de las raíces y la circulación del aire, fomentando un ambiente propicio para la actividad microbiana beneficiosa. En resumen, un suelo con una textura y estructura óptimas, junto con un nivel adecuado de materia orgánica, es fundamental para lograr una agricultura productiva y sostenible a largo plazo.

### **Propiedades Mecánicas de los suelos.**

Las propiedades mecánicas de los suelos se relacionan con su comportamiento en respuesta a fuerzas y cargas, y cómo se deforman y resisten a esas fuerzas. Estas propiedades son cruciales para la ingeniería geotécnica, la construcción de infraestructuras, la planificación urbana y otros campos (Wang y otros, 2023). Algunas propiedades mecánicas importantes de los suelos son:

- a) **Cohesión:** La cohesión es la capacidad de las partículas del suelo para mantenerse unidas debido a la atracción entre ellas. Los suelos arcillosos suelen tener mayor cohesión debido a su contenido de partículas finas. La cohesión es crucial en la estabilidad de taludes y excavaciones.
- b) **Ángulo de fricción interna:** También conocido como ángulo de rozamiento, es el ángulo máximo que puede alcanzar un suelo antes de que comience a deslizarse. Esto depende de la textura y forma de las partículas. Los suelos granulares (como la arena) tienden a tener ángulos de fricción internos mayores que los suelos cohesivos (como la arcilla).
- c) **Compresibilidad:** La compresibilidad se refiere a la capacidad del suelo para reducir su volumen en respuesta a la aplicación de cargas. Los suelos compresibles pueden experimentar asentamientos bajo cargas, lo que puede ser problemático en construcciones.
- d) **Expansividad:** Algunos suelos, especialmente los arcillosos, tienen la capacidad de expandirse cuando absorben agua y contraerse cuando secan. Esto puede causar movimientos del suelo y daños a las estructuras.
- e) **Resistencia al corte:** La resistencia al corte se refiere a la capacidad del suelo para resistir la deformación y la fluencia cuando se le aplican cargas de corte.



Esta característica es crítica para el diseño y construcción de cimientos, taludes y estructuras en general.

- f) Dilatancia: La dilatancia es el aumento de volumen y porosidad que ocurre en algunos suelos cuando se someten a cargas cortas. Puede influir en la respuesta del suelo ante los esfuerzos de corte y afectar la estabilidad.
- g) Capacidad de carga: Se refiere a la carga máxima que puede soportar el suelo sin fallar. Garantizar la estabilidad y seguridad de cimientos y estructuras es fundamental para el diseño de cimientos y estructuras.
- h) Módulo de deformación: El módulo de deformación es una medida de la rigidez del suelo, es decir, cuánto se deforma en relación con la carga aplicada. Puede variar con la humedad y la tensión aplicada.
- i) Consolidación: La consolidación es el proceso en el cual el suelo disminuye su volumen debido al aumento de cargas y la expulsión de agua entre partículas. Puede causar asentamientos en estructuras construidas sobre suelos compresibles.
- j) Permeabilidad: Aunque también se menciona en las propiedades físicas, la permeabilidad es relevante en términos mecánicos ya que afecta la capacidad del suelo para drenar y resistir la erosión en situaciones de flujo de agua.

Estas propiedades mecánicas son fundamentales para evaluar la respuesta de los suelos a las cargas y para diseñar estructuras y obras civiles que sean seguras y estables en diferentes condiciones geotécnicas (Wang y otros, 2023).

**Tabla 6:** *Propiedades físicas de los suelos y sus estudios técnicos*

Propiedad	Descripción	Ensayo de laboratorio	Norma peruana	Norma internacional
Resistencia al corte	Es la capacidad del suelo para resistir la fuerza que tiende a cortarlo.	Ensayo triaxial	NTP 400.059:2011	ASTM D2850-17
Compresibilidad	Es la capacidad del suelo para reducir su volumen bajo carga.	Ensayo de compresión	NTP 400.060:2011	ASTM D1883-17
Permeabilidad	Es la capacidad del suelo para permitir el paso del agua.	Ensayo de permeabilidad	NTP 400.061:2011	ASTM D2434-17

Tenacidad	Es la capacidad del suelo para resistir la deformación plástica.	Ensayo de compresión	NTP 400.060:2011	ASTM D1883-17
-----------	--	----------------------	------------------	---------------

**Fuente:** Estudio de la influencia del uso del suelo en las relaciones entre variables físico-químicas a través de análisis de redes (*Martín-Sanz y otros, 2022*)

## Estudios de laboratorio para ver las propiedades de los suelos

### Clasificación de suelos

Los estratos del terreno, presenta su capacidad de ser entorno, materia prima, objeto de estudio en ingeniería geotécnica u medio de cultivo en agricultura, y en la industria cerámica, entre otras, se destaca por su alto grado de complejidad debido a la interacción de fases sólida, líquida y gaseosa de diferente naturaleza, lo que provoca difícil en su comportamiento. Durante los años, científicos, ingenieros y técnicos de distintas disciplinas han empleado diversos sistemas de clasificación con dos propósitos principales para abordar dichas dificultades. (Liu, 1970)

- como medio sistemático para estudiar el suelo de forma más eficaz;
- como un lenguaje común, simple y conciso que permite a los profesionales comprender las características generales y el probable comportamiento/propiedades del suelo sin la necesidad de largas explicaciones e investigaciones en profundidad.

Una definición sucinta y apropiada podría ser la proporcionada por Prakash y Sridharan (2012), que afirma que "una clasificación de combustible es un método sistemático para clasificar objetos de combustible en varios grupos y subgrupos en función de su probable comportamiento de ingeniería, pero sin una descripción detallada.

Una clasificación correcta puede ser fundamental desde el punto de vista de la ingeniería. Por ejemplo, una clasificación inadecuada de un suelo limoso como si

fuera una arcilla plástica podría generar sobrecostos asociados a la estabilización o descarte de ciertos suelos para su uso en obras civil-geotécnicas al considerar incorrectamente que el suelo no cumple con las especificaciones materiales necesarias.

Los ensayos de clasificación de suelos son un proceso fundamental en ingeniería geotécnica para determinar las características y propiedades de un suelo específico. La clasificación del suelo ayuda a comprender su comportamiento mecánico y su idoneidad para diferentes usos, como cimentaciones, construcción de carreteras, diseño estructural, etc. Sistema de clasificación de suelos. (USCS, por sus siglas en inglés) (Moreno Maroto y otros, 2021). Los pasos generales para llevar a cabo un ensayo de clasificación de suelos:

- i. Recolección de muestras: Obtenga muestras representativas del suelo en el área de interés. Estas muestras pueden obtenerse mediante sondeos, excavaciones o perforaciones.
- ii. Determinación de la textura: Realice el ensayo de granulometría para determinar la proporción de partículas de diferentes tamaños en el suelo (arena, limo y arcilla). Esto es esencial para clasificar el suelo según su textura.
- iii. Prueba de límite de Atterberg: realizado mediante el experimento que mide los límites denominado comercialmente límite de Atterberg, incluido la delimitación líquida y la delimitación del estado plástico. Estas pruebas ayudan a determinar las propiedades cohesivas y plásticas del suelo.
- iv. Pruebas de consistencia: Utilizando los valores resultantes de los límites de Atterberg, calcule el índice de plasticidad (IP) y determine la consistencia del suelo, que puede ser arcilloso, limoso o arenoso.
- v. Clasificación del suelo: Utilice los resultados de las pruebas anteriores para clasificar el suelo utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS). El sistema utiliza símbolos y letras para describir la textura, la consistencia y otras propiedades del suelo.
- vi. Evaluación de propiedades adicionales: Además de los pasos anteriores, también puedes evaluar otras propiedades del suelo, como la densidad aparente, la porosidad, la permeabilidad y la compresibilidad. Estas

propiedades brindarán una imagen más completa de las características del suelo.

- vii. Interpretación y uso de la clasificación: La clasificación resultante te proporcionará información sobre las características del suelo y su comportamiento mecánico. Esto ayudará a tomar decisiones de ingeniería y construcción, como el diseño de los cimientos, la estabilidad de la pendiente y la selección de materiales apropiados.

Es importante recordar que el ensayo de clasificación de suelos es un proceso que requiere conocimiento técnico y experiencia. Además, en algunos casos, se pueden requerir pruebas adicionales para obtener una clasificación más precisa y completa del suelo (Moreno Maroto y otros, 2021).

Los estudios o experimentos realizados de diferentes materias para consolidar o evidenciar las propiedades inherentes o innatas de los estratos del terreno contenidas en un estado natural, permiten corroborar y obtener los valores necesarios para el diseño, pero es elemental que en el proceso de desarrollo del ensayo se apliquen estándares elevados de control de la calidad de cada etapa, ya que si no se garantiza el control de cada actividad realizada o planificada, los datos resultantes de la experimentación se deberán considerar con un error relativo aparente, siendo un factor perjudicial para el diseño exacto o aproximado para un comportamiento adecuado y con la seguridad de que el desempeño de la estructura tendrá la capacidad de soportar y trabajar ante el efecto de las solicitaciones o cargas que tiendan a someter a la estructura, entonces si los valores no contienen estos parámetros no se tendrá la efectividad de realizar un diseño fiable para una estructura que tendrá que soportar cargas propias y esfuerzos producto de la acción de eventos naturales y artificiales, es por este motivo que es elemental que en los laboratorios se cumplan y se exijan los elevados estándares de calidad, ya que es un principal factor que da pie a grandes obras en la ingeniería, que tendrán una repercusión considerable para la sociedad.

Los estudios y experimentos realizados en diferentes materias tienen como objetivo consolidar y evidenciar las propiedades inherentes o innatas de los estratos del terreno en su estado natural. Estos datos son fundamentales para el diseño de

estructuras, ya que permiten corroborar y obtener los valores necesarios. Sin embargo, es crucial que durante el proceso de desarrollo de estos ensayos se apliquen estándares elevados de control de calidad en cada etapa. Si no se garantiza el control de cada actividad realizada o planificada, los datos resultantes de la experimentación se deberán considerar con un error relativo aparente, lo cual sería un factor perjudicial para el diseño exacto o aproximado de una estructura. Esto es crucial, ya que el desempeño de la estructura debe tener la capacidad de soportar y trabajar ante el efecto de las solicitaciones o cargas a las que será sometida. Por lo tanto, es elemental que en los laboratorios se cumplan y se exijan los elevados estándares de calidad, ya que este es un principal factor que da pie a grandes obras en la ingeniería, con una repercusión considerable para la sociedad.

Los análisis y pruebas efectuados en diversas disciplinas tienen como propósito afianzar y evidenciar las características inherentes o innatas de las capas del suelo en su estado natural. Estos datos son indispensables para el diseño de construcciones, ya que permiten corroborar y obtener los valores necesarios. Sin embargo, es crucial que durante el proceso de desarrollo de estos ensayos se apliquen estándares elevados de control de calidad en cada etapa. Si no se garantiza el control de cada actividad realizada o planificada, los datos resultantes de la experimentación se deberán considerar con un error relativo aparente, lo cual sería un factor perjudicial para el diseño exacto o aproximado de una construcción. Esto es crucial, ya que el desempeño de la construcción debe tener la capacidad de soportar y trabajar ante el efecto de las solicitaciones o cargas a las que será sometida. Por lo tanto, es elemental que en los laboratorios se cumplan y se exijan los elevados estándares de calidad, ya que este es un principal factor que da pie a grandes obras en la ingeniería, con una repercusión considerable para la sociedad.

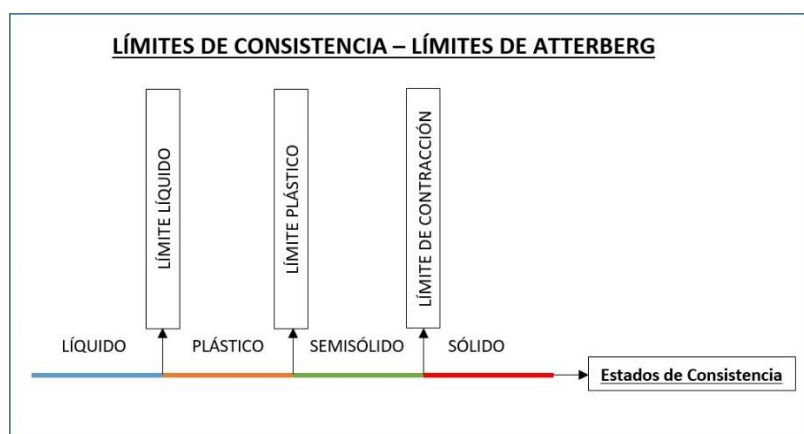
La observación directa y la experiencia práctica de los expertos en campo son fundamentales para comprender la dinámica y el comportamiento de los suelos en su entorno natural, complementando los análisis de laboratorio. Los profesionales con conocimiento del terreno pueden detectar sutiles indicios y patrones que no siempre se reflejan en los datos numéricos, como la interacción entre la vegetación y el sustrato, los efectos de la topografía y la exposición, o las variaciones microclimáticas. Esta valiosa perspectiva, combinada con los hallazgos

cuantitativos del laboratorio, permite trazar un retrato más completo y matizado de las características y procesos edáficos, enriqueciendo así la toma de decisiones sobre el manejo y la conservación de este recurso esencial para la vida en el planeta.

### Plasticidad de suelos: límites de Atterberg

Los límites son tres puntos cruciales que marcan el contenido de humedad en un suelo y se emplean para describir su comportamiento plástico y su capacidad de resistencia al agua. Estos límites, establecidos mediante ensayos de laboratorio, son esenciales para clasificar y comprender las propiedades de los suelos, particularmente aquellos con un alto contenido de arcilla (O’Kelly y otros, 2023).

Figura 5: Límites de consistencia según los estados del suelo



Fuente: Determinación automática de los límites de Atterberg con machine learning (Rosas y otros, 2023)

En los estratos del terreno se suscitan diferentes comportamientos que dan pie a indicar, como el terreno va a reaccionar ante la acción de diferentes sollicitaciones que se le incluyen o son parte de un diseño para una estructura proyectada, una de esas propiedades es la que permite que se efectuó un cambio de forma pero sin alcanzar su alteración total, quiere decir que permite en un nivel elástico volver a su estado original, impidiendo la destrucción de su estructura por la acción de las cargas a las que será sometido de manera artificial, teniendo en cuenta que en la ingeniería o en el rubro de la construcción se busca la idoneidad de estructuras o sistemas consolidados de alta capacidad resistente ante la acción de cargas de

gravedad, siendo un principal problema el de no encontrar un estrato que presente la cualidad de transmitir las cargas, pero teniendo en cuenta como un principal aspecto el de generar una reacción mayor al peso soportado, ya que si este suceso no se logra alcanzar el desplazamiento de las capas por exceder su capacidad, sería una falla inevitable IN SITU que haría que la estructura en su totalidad, quede inhabilitada para su funcionamiento. Por esta razón es elemental garantizar que tipo de estructura y que magnitud de características plásticas tiene el área o zona de ejecución, si los valores incluidos en el diseño no son los reales o se aproximan a la realidad, el defecto atribuido al proceso constructivo se daría por un mal diseño en el cálculo, siendo esta mala praxis un suceso que se ha acontecido en diferentes estructuras, dando a conocer la importancia de los ensayos o experimentos que se desarrollan por una entidad calificada, ya que es el principio de toda construcción y los valores determinantes de un diseño estructural en el que se considera y se pretende garantizar o asegurar una obra que brinde las características esenciales, sobre todo la de resguardar la vida humana de las personas que van a desarrollar sus funciones cotidianas, ya que si no logramos alcanzar un objetivo primordial, estaríamos exponiendo a un riesgo latente la integridad de la sociedad en la que se instauro esa edificación.

En el terreno, los diferentes estratos presentan comportamientos que permiten predecir cómo reaccionará ante las sollicitaciones de una estructura proyectada. Una de estas propiedades es la elasticidad, que permite que el terreno sufra cambios de forma sin llegar a su alteración total, volviendo a su estado original y evitando la destrucción de su estructura por las cargas a las que será sometido. En la ingeniería y la construcción, se busca la idoneidad de estructuras y sistemas consolidados con alta capacidad resistente a las cargas de gravedad. Sin embargo, el principal problema es encontrar un estrato que transmita adecuadamente estas cargas, generando una reacción mayor al peso soportado, ya que, de lo contrario, el desplazamiento de las capas por exceder su capacidad provocaría una falla inevitable que inhabilitaría la estructura. Por esta razón, es fundamental garantizar las características plásticas del área de ejecución y que los valores incluidos en el diseño se aproximen a la realidad, pues un mal diseño en el cálculo puede dar lugar a defectos en el proceso constructivo. Los ensayos y experimentos desarrollados

por entidades calificadas son el principio de toda construcción, ya que permiten determinar los valores que aseguren una obra con las características esenciales, sobre todo la de resguardar la vida humana de quienes la utilizarán.

La construcción de una estructura sólida y segura es un desafío que requiere un profundo entendimiento de las propiedades del terreno y los materiales utilizados. Cada capa del suelo posee características únicas que influyen en la manera en que la estructura responderá a las cargas aplicadas. Es crucial evaluar cuidadosamente estos factores para garantizar la estabilidad y durabilidad de la construcción. Solo a través de un diseño meticuloso y la realización de pruebas exhaustivas por parte de expertos calificados, se puede asegurar que la estructura cumpla con los más altos estándares de seguridad y rendimiento. Esto no solo protege la integridad de la edificación, sino también la seguridad de quienes la habitan o utilizan, lo cual debe ser siempre la prioridad principal en cualquier proyecto de construcción

La estabilidad del terreno es un factor fundamental en la construcción, ya que determina la capacidad del suelo para soportar estructuras sin sufrir deformaciones excesivas. A diferencia de la plasticidad, la estabilidad del suelo se refiere a su resistencia a los cambios de forma y volumen bajo la aplicación de cargas. Un suelo estable mantendrá su estructura y propiedades a lo largo del tiempo, evitando asentamientos diferenciales que puedan dañar las edificaciones. La evaluación de la estabilidad del suelo es crucial en la etapa de diseño, ya que permite seleccionar los cimientos y técnicas de construcción más adecuados para cada proyecto. Además, el monitoreo continuo de la estabilidad durante la ejecución de las obras es esencial para detectar y corregir a tiempo cualquier problema que pueda surgir. En resumen, la estabilidad del terreno es un aspecto clave para garantizar la seguridad y durabilidad de las construcciones, y su análisis debe ser una prioridad en todo proyecto de ingeniería civil.

Los suelos resilientes son la clave para enfrentar los desafíos ambientales. Su capacidad de adaptarse y recuperarse después de perturbaciones, conocida como elasticidad, depende de factores como el contenido de materia orgánica, la diversidad de la vida en el suelo y la estabilidad de sus agregados. Estos elementos permiten a los suelos absorber y disipar impactos sin perder su estructura.



Comprender y promover la elasticidad de los suelos es esencial para desarrollar sistemas agrícolas sostenibles y resilientes a largo plazo, capaces de mantener sus funciones ecosistémicas incluso ante eventos extremos o prácticas de manejo inadecuadas. La resiliencia de los ecosistemas terrestres está íntimamente ligada a la capacidad de los suelos para responder a los desafíos ambientales sin sufrir daños irreversibles.

Los tres límites de Atterberg son:

### **Límite Líquido (LL):**

El límite líquido se define como el contenido de agua al cual el suelo cambia de un estado plástico a un estado líquido y adquiere una consistencia fluida. El límite se calcula mediante la prueba del cono de Casa Grande, en la que el suelo se dispone en forma de cono y se modela en una bandeja. El límite líquido se determina determinando el nivel de humedad en el que un dispositivo de corte estándar produce en el suelo una depresión de aproximadamente 12 mm de longitud después de 25 golpes sobre una plataforma de impacto. (O'Kelly y otros, 2023).

El parámetro que indica el punto crítico donde el terreno pierde sus propiedades y pasa de un estado a otro por la acción o saturación del recurso hídrico, este proceso es debido a que la estructura de algunos suelos presentan una porosidad o vacíos, que al momento de añadir un porcentaje (%) de humedecimiento, esta es retenida en los espacios y empieza a alterar su estructura; es un elemento principal el de determinar hasta que punto el humedecimiento de su sistema es óptimo o beneficioso para llegar a un estado de consolidación o mantener una consistencia superior a la que tenía en estado natural, buscando lograr controlar este proceso para alcanzar una etapa en donde sus propiedades mecánicas serían óptimas y sobre todo se lograría lo que la ingeniería pretende encontrar en su estructura, que es un sistema estable y con una capacidad resistente que logre garantizar el soporte constante de la acción de diferentes sollicitaciones, que algunos de los puntos serán máximas, sometiendo a sus estratos naturales o consolidados de manera artificial (por medio de un proceso controlado), a describir un comportamiento idóneo resistente, acontecimiento variables que también dan lugar a asentamientos no controlados los que superan los permitidos según la Normativa

Vigente y sobre todo según el diseño de la estructura construida en la zona de influencia; otro suceso que tiene a lugar es la licuefacción de los terrenos que depende en gran medida de la gradación con la que se consolidó su estructura, ya que si no se presentó una buena distribución de sus partículas, en el momento en el que se produzca un evento telúrico que de lugar al reacomodo de las partes de su materia, se presentaran asentamientos diferenciales perjudiciales que ocasionaran una falla parcial o completa en la construcción, siendo probable el riesgo de lamentables pérdidas humanas e incontables pérdidas económicas, panorama que genera un retraso en el crecimiento de la sociedad.

El punto crítico donde el terreno pierde sus propiedades y pasa de un estado a otro se debe a la saturación del recurso hídrico. Este proceso ocurre cuando la estructura del suelo presenta porosidad o vacíos que, al añadirse un porcentaje de humedad, se retienen en los espacios y alteran la estructura. Determinar el punto óptimo de humedad es fundamental para lograr la consolidación y mantener una consistencia superior a la natural, buscando controlar este proceso y alcanzar propiedades mecánicas ideales. Esto permitiría obtener un sistema estable y con capacidad resistente, capaz de soportar diferentes sollicitaciones sin asentamientos no controlados que superen los permitidos. Otro fenómeno es la licuefacción de los terrenos, que depende de la gradación de la consolidación de su estructura. Si no hay una buena distribución de las partículas, un evento telúrico puede provocar asentamientos diferenciales perjudiciales, con el riesgo de pérdidas humanas y económicas, lo que genera un retraso en el crecimiento de la sociedad.

La comprensión del comportamiento de los suelos ante la presencia del agua es fundamental para la ingeniería y la construcción, ya que cada tipo de suelo posee características únicas que determinan su respuesta ante la humedad. Algunos suelos presentan una estructura porosa con espacios vacíos que, al entrar en contacto con el agua, pueden sufrir alteraciones significativas en su composición y propiedades. Cuando el porcentaje de humedad en estos suelos alcanza un nivel crítico, se produce un fenómeno conocido como "saturación", donde los espacios vacíos se llenan de agua, modificando la estructura del suelo y comprometiendo su estabilidad. Este proceso es de gran relevancia para la ingeniería, ya que el objetivo principal es lograr un sistema estable y con una capacidad resistente que pueda

soportar las diferentes solicitaciones a las que será sometido. La determinación del punto crítico de saturación es, por lo tanto, un aspecto clave en el diseño y construcción de estructuras, ya que si este punto no se identifica correctamente, pueden producirse asentamientos no controlados que superen los límites permitidos por la normativa vigente, ocasionando daños graves a las construcciones e incluso poniendo en riesgo la seguridad de las personas. Otro fenómeno relacionado con la saturación de los suelos es la licuefacción, que ocurre cuando la estructura del suelo se desintegra debido a la redistribución de sus partículas, generalmente como consecuencia de un evento sísmico, lo que puede derivar en fallas parciales o incluso completas de las construcciones. La importancia de comprender y controlar estos procesos radica en la necesidad de garantizar la estabilidad y seguridad de las estructuras construidas, ya que cuando el punto crítico de saturación no se determina correctamente o la consolidación del suelo no es la adecuada, se corre el riesgo de enfrentar consecuencias desastrosas, como pérdidas humanas y económicas incalculables, lo que puede generar un retraso en el crecimiento y desarrollo de la sociedad.

La mecánica de suelos se centra en el estudio de la delicada transición entre los estados sólido y líquido de los materiales, un fenómeno crucial para la estabilidad de las construcciones. Cuando un suelo se satura con agua, llega a un punto crítico en el que pierde su estructura y se convierte en una masa fluida, casi indistinguible del agua que lo rodea. Este límite, conocido como límite líquido, marca el punto en el que la cohesión del suelo se desvanece, determinando su comportamiento y estabilidad en aplicaciones de ingeniería. Comprender este concepto es fundamental para diseñar cimentaciones, taludes y estructuras capaces de soportar las fuerzas de la naturaleza, manteniendo la seguridad y la integridad de las construcciones incluso en condiciones de saturación extrema.

### **Límite Plástico (LP):**

El límite plástico se refiere al punto en el que las proporciones del recurso hídrico de la estructura del terreno se llega a una magnitud que es tal que éste deja de ser completamente plástico y comienza a adquirir una consistencia semisólida. Este concepto es crucial en la ingeniería geotécnica porque determina las propiedades

y el comportamiento del suelo bajo diversas condiciones de humedad. Al alcanzar el límite plástico, el suelo ya no puede deformarse fácilmente y comienza a perder su maleabilidad, indicando una transición importante en sus características físicas, lo que permite modelarlo, pero no puede formar líneas finas sin romperse. Se determina mediante la prueba del rodillo de Casa Grande, en la que se hace rodar una pequeña porción de suelo para formar una línea de 3 mm de diámetro. El límite plástico se determina determinando el nivel de humedad a partir del cual un hilo hecho de tierra comienza a romperse al intentar enrollarlo. (O'Kelly y otros, 2023).

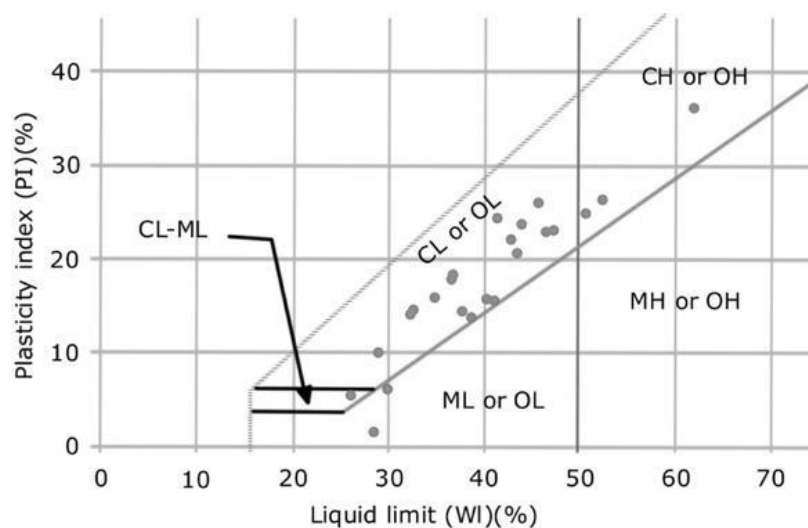
La propiedad plástica inherente en un terreno compuesto por diferentes estratos es una herramienta esencial en el estudio de los caracteres geotécnicos de la materia, ya que permite a los ingenieros evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, lo que les posibilita tomar decisiones informadas en el diseño y la construcción de diversas estructuras. Este índice se calcula como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico de un suelo determinado, proporcionando información valiosa sobre la capacidad de los suelos para deformarse de manera permanente sin romperse. Los suelos con un índice de plasticidad bajo, como las arenas y las gravas, tienden a ser más rígidos y menos deformables, mientras que los suelos con un índice de plasticidad alto, como las arcillas, son más plásticos y susceptibles a cambios de volumen y deformaciones. Además de su uso en la caracterización y clasificación de los suelos, el índice de plasticidad también tiene aplicaciones en otros campos, como la agricultura y la geología, donde se utiliza para evaluar la aptitud de los suelos para el cultivo y estudiar la formación y evolución de los suelos a lo largo del tiempo. Por otro lado, la textura del suelo es un factor crucial que determina su capacidad de retención de agua y nutrientes, así como su susceptibilidad a la erosión. Los suelos con una textura equilibrada, que combina partículas de diferentes tamaños, tienden a ser más fértiles y productivos, ya que pueden almacenar agua y nutrientes de manera eficiente, mientras que los suelos con una textura extrema, ya sea muy arenosa o muy arcillosa, presentan desafíos para el cultivo y el manejo. La evaluación de la textura del suelo es, por lo tanto, una herramienta fundamental para los agricultores y los expertos en gestión de recursos naturales, quienes pueden utilizar esta información para adoptar prácticas de manejo adecuadas y mejorar la salud y la productividad de los suelos.

## Índice de Plasticidad (IP):

El cálculo del índice de plasticidad implica la resta del límite plástico al límite líquido. Este índice proporciona una indicación de la capacidad del suelo para transitar entre sus estados plástico y líquido. Un índice de plasticidad elevado indica que el suelo posee una mayor capacidad de deformación y plasticidad. (O'Kelly y otros, 2023).

El límite de Atterberg juega un papel importante en la descripción de la plasticidad y consistencia de las arcillas y su comportamiento ante cambios de humedad. Además, se utilizan la clasificación de los mismos (USCS) para caracterizar y clasificar suelos en función de sus propiedades específicas (O'Kelly y otros, 2023).

Figura 6: Gráfico de plasticidad (Casagrande, 1932).



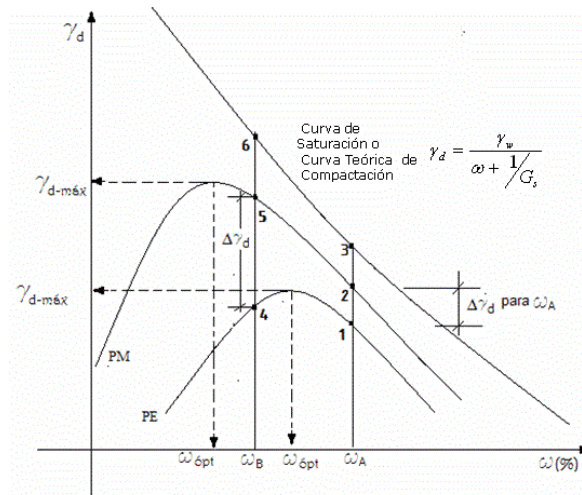
**Fuente:** Determinación automática de los límites de Atterberg con machine learning (Rosas y otros, 2023)

## Proctor modificado

Es un procedimiento utilizado en ingeniería geotécnica para determinar la humedad que se puede establecer como óptima y la así mismo la densidad máxima de suelos compactados bajo condiciones controladas de laboratorio. Este ensayo es esencial para evaluar la compactación de suelos en proyectos de construcción como carreteras, presas, terraplenes y cimientos. La variante del ensayo de Proctor estándar, conocida como ensayo de Proctor modificado, se distingue por la

aplicación de una mayor energía de compactación. Mientras que el Proctor estándar utiliza una energía de compactación más baja, el Proctor modificado emplea una energía mayor para simular las condiciones más realistas que se encuentran en situaciones de construcción (Vitales y otros, 2022).

**Figura 7:** Curvas de compactación Proctor estándar y Proctor modificado



**Fuente:** Efecto de la aplicación de cáñamo en las propiedades de resistencia y resistividad de una arcilla (Cáceres Cárdenas y otros, 2022)

Los pasos básicos del ensayo de Proctor modificados son los siguientes:

- i. Preparación de la muestra: Se procede a obtener una muestra representativa del suelo en la ubicación de interés. Posteriormente, esta muestra se tamiza y se somete a un proceso de secado con el objetivo de obtener una muestra homogénea y exenta de agregados de gran tamaño.
- ii. Determinación del contenido de humedad inicial: Se realiza la pesada de una muestra de suelo y se lleva a cabo la determinación de su contenido de humedad inicial.
- iii. Preparación de muestras compactadas: Se dividen las muestras secas en varias porciones y se mezclan con diferentes contenidos de humedad. Estas muestras se compactan en capas en un molde cilíndrico utilizando un martillo mecánico.
- iv. Compactación: Se aplica un número específico de golpes a cada capa del suelo en el molde utilizando un martillo mecánico normalizado. La cantidad

de golpes y la energía de compactación son más altas en el Proctor modificado en comparación con el Proctor estándar.

- v. Medición de la propiedad que genera que se relacionen el valor volumétrico y la unidad de contenido de materia, que permite calcular un carácter típico del comportamiento de su material, a su vez se tiene que identificar que capacidad contiene del valor húmedo: Una vez finalizada la compactación, se extrae la muestra compactada del molde y se procede a calcular su peso y nivel de humedad. Este proceso se repite para cada uno de los niveles de humedad empleados.
- vi. Curva de compactación: Se genera una representación gráfica llamada curva de compactación que ilustra la relación entre la densidad en estado seco y el nivel de humedad. A través de esta curva, se determina la densidad máxima y el nivel de humedad óptimo, ubicados en el punto donde se alcanza la máxima compacidad.

El ensayo de Proctor modificado se emplea para identificar la consistencia máxima ( $D_{m\acute{a}x}$ ) y el nivel de humedad más adecuado que un suelo puede lograr cuando se compacta bajo condiciones particulares. Esto es esencial para garantizar una base sólida y estable en proyectos de construcción y para lograr la eficiencia en el uso de materiales (Vitales y otros, 2022).

La compactación del suelo es fundamental en la construcción de infraestructura, ya que asegura la estabilidad y resistencia de los cimientos y carreteras. El ensayo de Proctor, una técnica ampliamente utilizada, determina la densidad máxima y el contenido óptimo de humedad de los suelos. Sin embargo, a medida que los proyectos se vuelven más complejos, surge la necesidad de adaptar este método a las condiciones específicas de cada sitio. En este contexto, la innovación ha dado lugar al Proctor modificado, una técnica mejorada que ha demostrado ser más eficiente y precisa en la evaluación de las propiedades de los suelos, permitiendo construir estructuras más seguras y duraderas. Aunque el Proctor modificado plantea desafíos, como la necesidad de capacitar adecuadamente al personal y considerar aspectos de sostenibilidad, la investigación continua en el campo de la mecánica de suelos ha dado lugar a nuevas innovaciones que mejoran aún más la eficiencia y precisión de este método. En resumen, el Proctor modificado se ha

convertido en una práctica ampliamente aceptada y utilizada en la industria de la construcción, gracias a su capacidad para adaptarse a las necesidades específicas de cada proyecto y garantizar la calidad y seguridad de las obras.

### **California Bearing Ratio (CBR)**

El Índice de Soporte de California (CBR) es una evaluación que analiza la capacidad resistente de los estratos del terreno a la penetración de una sonda bajo una carga estática. Este ensayo del CBR se emplea ampliamente en la ingeniería civil y su objetivo principal es evaluar la capacidad de soporte del suelo subyacente. Este índice es fundamental en la planeación y construcción de tramos pavimentados, carreteras y otras estructuras que deben soportar cargas significativas. Su aplicación proporciona información crucial para garantizar la seguridad y durabilidad de las infraestructuras construidas sobre el suelo analizado. (Ozdemir, 2016).

La prueba de CBR implica la aplicación de carga a un pistón circular sobre la superficie del suelo a velocidades y profundidades específicas, seguido por la medición de la resistencia que el suelo ofrece a dicha penetración. El Índice de Soporte de California (CBR) es una medida de la resistencia del suelo que se obtiene comparando la fuerza requerida para lograr una penetración específica en el suelo con la fuerza necesaria para alcanzar la misma penetración en un material de referencia, comúnmente una roca triturada compactada. Este índice proporciona información sobre la capacidad del suelo para soportar cargas y se utiliza ampliamente en la construcción de carreteras, aeropuertos y otras estructuras de ingeniería civil. (Ozdemir, 2016).

Los pasos básicos del ensayo de CBR son los siguientes:

- **Preparación de la muestra:** Primero, se recolecta una muestra representativa del suelo en el sitio de interés, asegurando que esta muestra refleje fielmente las características del terreno en esa ubicación específica. Luego, la muestra se pasa por un tamiz para eliminar partículas no deseadas y obtener una granulometría uniforme. Una vez tamizada, la muestra se acondiciona cuidadosamente para preparar el suelo para el ensayo, garantizando que

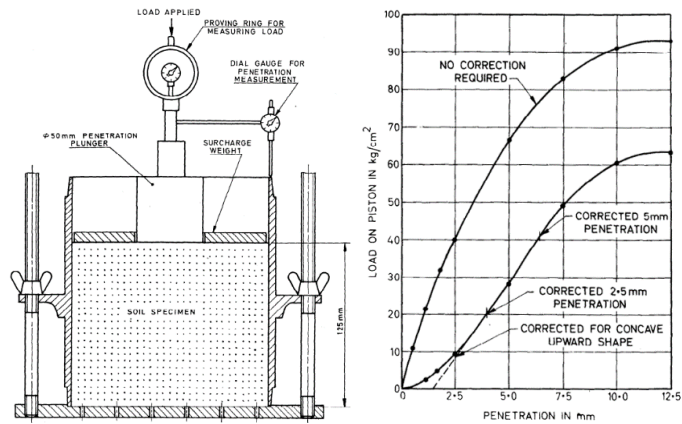


esté en las condiciones óptimas para obtener resultados precisos y relevantes durante el análisis.

- **Compactación:** El proceso de compactación del suelo implica colocar el material en un molde cilíndrico y aplicar una cantidad determinada de golpes por capa, lo que permite que el suelo se asiente y se vuelva más denso. Este método ayuda a garantizar la estabilidad y la resistencia del material, lo que es crucial en diversas aplicaciones de construcción y geotecnia. La compactación simula las condiciones de campo y garantiza que la muestra tenga una densidad similar a la del terreno.
- **Penetración:** Se aplica una carga en forma de un pistón o vástago en la superficie de la muestra compactada. La penetración se mide en incrementos específicos, y se registra la carga requerida para lograr cada penetración.
- **Cálculos:** El valor del CBR se obtiene al dividir la fuerza necesaria para producir una determinada penetración en el material de referencia (roca triturada compactada) entre la fuerza requerida para lograr esa misma penetración en el suelo bajo evaluación, y luego multiplicando el cociente resultante por 100.

El resultado final es un valor de CBR expresado como un porcentaje. Un suelo con un alto valor de CBR (Índice de Capacidad de Soporte) denota una mayor resistencia y capacidad de soportar cargas, lo que lo hace más adecuado para aplicaciones de construcción y cimentación. Por el contrario, un suelo con un CBR bajo posee una capacidad de soporte más limitada, lo que implica que tendrá un desempeño inferior cuando se someta a esfuerzos y presiones. La determinación del CBR es fundamental para evaluar la idoneidad de un suelo para diversos proyectos de ingeniería y construcción, permitiendo optimizar el diseño y garantizar la estabilidad de las estructuras.

**Figura 8:** Configuración para la prueba CBR, curvas de penetración de carga de corrección



**Fuente:** Cálculo de la prueba de relación de rodamientos de california

El ensayo de CBR es esencial para el diseño y la construcción de pavimentos y carreteras, ya que proporciona información valiosa sobre cómo el suelo subyacente responderá a las cargas aplicadas. También es importante para evaluar la estabilidad y la seguridad de la estructura (Ozdemir, 2016).

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo de investigación**

Este estudio se enfocó en un enfoque de investigación aplicada, cuyo objetivo principal es resolver problemas prácticos y aplicar conocimientos teóricos en situaciones de la vida real. A diferencia de la investigación básica, que se centra en ampliar el entendimiento científico de un tema, la investigación aplicada se concentra en utilizar ese conocimiento para abordar desafíos específicos en el mundo real. En lugar de generar nuevos conocimientos de manera abstracta, este tipo de investigación se orienta directamente hacia la resolución de problemas concretos, aprovechando los hallazgos y teorías existentes para generar soluciones prácticas y tangibles. (Arias, 2017).

##### **Enfoque de investigación**

La metodología de investigación seleccionada se basó en un enfoque cuantitativo, el cual constituye un método científico que se fundamenta en la recopilación y evaluación de datos numéricos y específicos con el propósito de abordar preguntas de investigación y verificar hipótesis. Este método implica el uso de herramientas estadísticas y matemáticas para recabar, medir y analizar información de manera objetiva y sistemática. El objetivo principal del enfoque cuantitativo reside en la descripción y comprensión de fenómenos mediante la medición y el análisis numérico (Arias González, 2021).

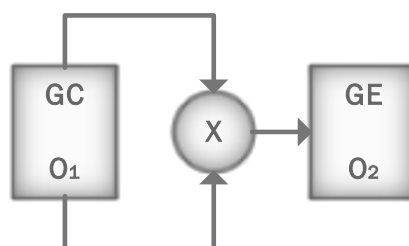
##### **Diseño de la investigación**

El equipo de investigación optó por un enfoque experimental meticuloso, con el objetivo de examinar las relaciones causales entre diversas variables. En este tipo de diseño, los investigadores manipulan de manera deliberada una o más variables independientes, con el fin de analizar su impacto en una variable dependiente específica. Además, se ejerce un control preciso sobre otras variables que podrían influir en los resultados, con el propósito de

establecer vínculos de causa y efecto de manera confiable. Durante todo el proceso, se gestionan cuidadosamente las posibles fuentes de error y sesgos, con el fin de garantizar la validez y fiabilidad de los hallazgos. (Baena Paz, 2017).

El diseño de la investigación está representado de acuerdo al siguiente esquema:

**Figura 9:** Esquema del diseño de investigación



GC: Grupo de control

GE: Grupo Experimental

O1: Mediciones observadas para el grupo de control

O2: Mediciones observadas para el grupo experimental

X: Variable independiente

**Tabla 7:** Diseño de la investigación

Estudio	Diseño de la investigación		
Límites de consistencia	GE-1	X1 (MS+1%FV)	O1
	GE-2	X2 (MS+2%FV)	O2
	GE-3	X3 (MS+5%FV)	O3
Proctor modificado	GE-4	X4 (MS+1%FV)	O4
	GE-5	X5 (MS+2%FV)	O5
	GE-6	X6 (MS+5%FV)	O6
California Bearing Ratio CBR	GE-7	X7 (MS+1%FV)	O7
	GE-8	X8 (MS+2%FV)	O8
	GE-9	X9 (MS+5%FV)	O9
Límites de consistencia	GC-1	SN	O10

Proctor modificado	GC-2	SN	O11
Californian Bearing Ratio CBR	GC-3	SN	O12

---

### **Nivel de la investigación**

Se determinó que el nivel de investigación es explicativo, considerando que pretendemos conocer la causa principal del problema. El modelo explicativo responde a una investigación causal o explicativo causal, cuyo objetivo es adquirir una comprensión de las conexiones causales que existen entre las variables. Al identificar las causas que generan efectos, se busca explicar cómo ocurren determinados fenómenos (Bernal Torres, 2010).

Según el autor (Fidias G. Arias (2012), define: La investigación explicativa es la encargada de buscar respuestas a los hechos que establecen las relaciones causa-efecto. Este estudio se enfoca en la determinación de las causas y efectos, mediante la prueba de hipótesis, los resultados obtenidos y conclusiones constituyen un nivel más profundo de conocimientos.

### **3.2. Variables y operacionalización**

Variable independiente: fibra de vidrio

Variable dependiente: propiedades físico mecánicas del suelo

### **3.3. Población, muestra y muestreo unidades de análisis**

#### **Población de investigación**

La población es el grupo de elementos o personas que presenten características de algún tema de interés, que un investigador desea estudiar. La población varía en dimensiones de tamaño que generalmente está relacionada con los propósitos e interrogantes que la investigación se ha formulado. De la población existente de investigación, se extrae una muestra representativa para desarrollar el estudio, dado que analizar a toda la población podría ser innecesario o poco práctico para los propósitos de esta investigación, se ha determinado que un enfoque más eficiente y viable sería

centrarse en una muestra representativa de la población en estudio. Este enfoque permitirá obtener información relevante y confiable sin tener que abarcar la totalidad de la población, lo cual podría resultar en un uso ineficiente de recursos y tiempo. Al seleccionar cuidadosamente una muestra adecuada, se podrá generar conclusiones válidas y extrapolables al conjunto de la población, optimizando así el proceso de investigación. (Fidias G, 2012).

En este análisis actual, la población considerada enmarco todos los segmentos que conforman la vía conocida como la avenida El Paraíso, ubicada en el distrito de San Antonio Moquegua.

### **Muestra de estudio**

Una muestra de investigación es una porción seleccionada de la población que se estudia, la cual se utiliza para realizar una investigación o estudio en particular. Esta muestra representa a la población general y permite obtener información relevante y confiable sin tener que examinar a toda la población. La elección de la muestra es crucial para garantizar la validez y representatividad de los resultados del estudio. En muchos casos, es inviable o poco práctico estudiar a todos los individuos o elementos en una población completa, por lo que se opta por tomar una fracción de la misma lo suficientemente representativa para la obtención de resultados confiables. La selección cuidadosa de una muestra es esencial para que los resultados del estudio sean confiables y aplicables a la población en su conjunto (Fidias G, 2012).

En relación al análisis en cuestión, la muestra se compuso de tres excavaciones (3 calicatas), de estudio situadas en la Avenida El Paraíso de Moquegua.

### **Muestreo**

El tipo de muestreo usado en el estudio fue el muestreo no probabilístico, es una técnica de selección de muestra en la que los elementos o individuos no se eligen al azar y no todos tienen una oportunidad conocida y no nula de ser

seleccionados para constituir un segmento de las unidades de análisis. Al implementar las unidades de análisis dentro de una estadística no probabilística se utilizan diferentes métodos para seleccionar a los participantes en función de ciertos criterios. Aunque el muestreo no probabilístico puede ser menos representativo y estar más sujeto a sesgos que el muestreo probabilístico, en algunos casos puede ser más conveniente debido a limitaciones de tiempo, recursos o acceso en la investigación (Gerrero & Dávila, 2014).

El Muestreo aplicado fue por conveniencia ya que se seleccionaron los elementos más accesibles o convenientes para el investigador.

### **Unidades de análisis**

Es el elemento individual que mide o analiza en un estudio de investigación, es una unidad básica sobre la cual se recopilan datos y se realizan inferencias, (Hernández Sampieri y otros, 2014)

Es importante para la investigación determinar la unidad de análisis, porque nos permite definir el objeto de estudio para poder proporcionar una base sólida al proceso de investigación para recolectar y desarrollar datos a fin de responder la problemática del problema (Hernández Sampieri y otros, 2014).

- Clasificación de suelos SUCS
- Plasticidad
- Densidad máxima seca
- Contenido óptimo de Humedad
- Capacidad de soporte CBR

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnicas de recolección de datos**

Los métodos de obtención de datos se refieren a las diversas estrategias o procedimientos empleados para adquirir la información requerida en el contexto de una investigación científica. Estas metodologías pueden

clasificarse en cualitativas o cuantitativas, en función del tipo de datos que se busca recabar. Las técnicas cualitativas se utilizan para recopilar datos descriptivos, como opiniones, actitudes, creencias, etc. Estas técnicas se basan en la observación, la entrevista y el análisis de documentos. Las técnicas cuantitativas se utilizan para recopilar datos numéricos, como medidas, frecuencias, etc. Estas técnicas se basan en la encuesta, el experimento y el análisis estadístico (M. Gómez, 2006).

Las técnicas aplicadas en la investigación fueron la observación, Se baso en el registro de las acciones y comportamientos de las personas u objetos de estudio. La observación fue directa porque implica la participación del investigador en el entorno de estudio. Y la técnica de proceso experimental ya que la recolección de datos dependerá de la manipulación de una variable para observar sus efectos en otra variable. Los experimentos se emplean con el propósito de establecer nexos causales entre variables, en este caso, se enfocan en comprender cómo la fibra de vidrio influye en las características físicas y mecánicas de los suelos.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos utilizados para la recopilación de datos son herramientas específicas empleadas con el propósito de obtener información de los participantes en una investigación. Estos dispositivos se diseñan con la intención de obtener datos relevantes y precisos que permitan abordar las preguntas de investigación y cumplir con los objetivos del estudio. La selección del instrumento apropiado se basa en el tipo de datos que se busca obtener y en la población bajo estudio. Son usados para la selección de datos, buscan obtener datos relevantes precisos que permitan abordar las preguntas desarrolladas en la investigación a fin de cumplir los objetivos definidos.

Para elegir usar el instrumento apropiado debemos basarnos en qué tipo de datos buscamos obtener y en el tipo de población que vamos a analizar.

En el curso de la investigación, se emplearon fichas de observación como instrumentos, las cuales son herramientas utilizadas en investigaciones



cualitativas con el propósito de recolectar y registrar datos sobre eventos, comportamientos, interacciones u otros aspectos observados en un entorno específico. En este caso, estas fichas se presentaron en forma de formatos de laboratorio de mecánica de suelos para llevar a cabo los estudios experimentales (Ñaupas Paitán y otros, 2018).

**Tabla 8:** *Muestras de estudio*

<b>Estudio</b>	<b>Instrumento (ensayo de laboratorio)</b>
• Clasificación de suelos	• NTP 339.132:1998
• Granulometría	• NTP 339.128:1998
• Límites de consistencia	• NTP 339.129:1998
• Proctor modificado	• NTP 339.141:1999
• Capacidad de soporte (CBR)	• NTP 339.144:1999

Además, es posible definir estos instrumentos como formas específicas de recolectar datos.

### 3.5. Procedimientos

A continuación, se presenta el procedimiento técnico que se realizó para analizar los cambios en las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante reforzado con fibra de vidrio en la Av. “El paraíso”, distrito San Antonio, departamento de Moquegua en el año 2023:

- i. Selección de la ubicación: Elegir un tramo específico de la Avenida El Paraíso en el Distrito de San Antonio, Moquegua, donde se realizará el estudio. La elección debe basarse en la relevancia y representatividad de la ubicación seleccionada.
- ii. “Pruebas físico-mecánicas”: Se procede a realizar ensayo en laboratorio para determinar las propiedades físico-mecánicas a las muestras de suelo con la presencia de fibra de vidrio, los ensayos a realizar comprenden los de corte, permeabilidad, compresión, densidad y contenido de agua.
- iii. “Análisis de resultados”: Luego de obtener datos de los ensayos desarrollados en el ítem v., procedemos a elaborar una base de datos

para poder comparar resultados entre las muestras que contienen la fibra de vidrio con las que no la contienen. Procedemos a evaluar las mejoras en sus propiedades ya sea en la resistencia, capacidad de carga, deformación y otros parámetros pertinentes.

- iv. “Interpretación de resultados”: Se analizan los posibles efectos de mejoras en la muestra de suelo de subrasante con el incremento de fibra de vidrio en sus propiedades físico mecánicas.
- v. Muestreo de suelos: Realizar un muestreo de suelos en la subrasante en el área seleccionada. Se pueden utilizar técnicas de muestreo aleatorio para recopilar muestras representativas de suelos.
- vi. Preparación de muestras: Preparar las muestras de suelo recolectadas en el laboratorio, realizando procesos como secado, tamizado y eliminación de materiales no deseados.
- vii. Preparación de las mezclas con fibra de vidrio: Preparar las mezclas de suelo con la adición de fibra de vidrio. Definir las proporciones y técnicas de mezclado adecuadas para lograr una distribución uniforme de las fibras.
- viii. Realización de pruebas físico-mecánicas: Conducir una serie de ensayos en el laboratorio para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas de suelo, tanto con como sin la presencia de fibra de vidrio. Estos ensayos pueden abarcar pruebas de compresión, corte, permeabilidad, densidad y contenido de agua.
- ix. Análisis de resultados: Examinar los datos obtenidos de las pruebas con el fin de comparar las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas de suelo que contienen fibra de vidrio frente a las que no la contienen. Evaluar las mejoras en la resistencia, capacidad de carga, deformación y otros parámetros pertinentes.
- x. Interpretación de resultados: Analizar los resultados de las pruebas realizadas y determinar cómo la incorporación de fibra de vidrio en la capa de subrasante modifica sus características y comportamiento es fundamental para evaluar el impacto de este material en la estructura del pavimento. Estudiar a fondo las propiedades del suelo reforzado con fibra de vidrio, como su resistencia, estabilidad y durabilidad, permitirá

comprender mejor cómo este aditivo mejora la capacidad portante de la subrasante y su desempeño a largo plazo bajo las cargas del tráfico. Además, comparar los resultados obtenidos con y sin la adición de fibra de vidrio ayudará a cuantificar los beneficios de este material en términos de reducción de espesores de capas superiores, mejora de la vida útil del pavimento y optimización de los costos de construcción.

El procedimiento es solo un esbozo general del procedimiento técnico y que los detalles específicos pueden variar según las prácticas de investigación y los recursos disponibles.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Se refiere a un conjunto de estrategias y procedimientos empleados para examinar, comprender e inferir resultados a partir de la información recolectada en una investigación. La selección del enfoque de análisis depende de diversos factores, como el tipo de información disponible, las metas del estudio y la metodología empleada. Dependiendo de si los datos son cuantitativos o cualitativos, si el objetivo es descriptivo o explicativo, y si se utiliza un método inductivo o deductivo, se elegirá la técnica de análisis más apropiada. Por ejemplo, si se recopilan datos numéricos con el fin de probar una hipótesis, se aplicarán métodos estadísticos. En cambio, si se recogen entrevistas para explorar un fenómeno, se usarán técnicas de análisis cualitativo. La elección del enfoque adecuado es crucial para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados de la investigación. (Ñaupas Paitán y otros, 2018). En esta investigación, el proceso de análisis de datos se segmenta en dos fases distintas:

Análisis descriptivo: las estadísticas descriptivas, como la media, la mediana, la desviación estándar y los gráficos, se utilizan para resumir y presentar los datos de manera sucinta. Para realizar esta tarea se utilizará el software Microsoft Excel.

Análisis inferencial: La aplicación de técnicas estadísticas para hacer inferencias y generalizaciones sobre una población más grande a partir de una muestra. Esto incluye pruebas de hipótesis, análisis de varianza, regresión y evaluación. El procesamiento de estos datos se llevará a cabo utilizando el software IBM SPSS Statistics V.27 para el análisis de pruebas de normalidad y pruebas de hipótesis.

### **3.7. Aspectos éticos**

Es fundamental indicar que proyecto investigación es esencial para garantizar que la investigación se realice de manera responsable, garantizando el respeto por los derechos y el bienestar de los participantes, manteniendo al mismo tiempo la integridad científica. Este principio ético encontró una aplicación particular en el trabajo titulado “Estudio sobre cambios en el comportamiento físico y mecánico del suelo de subrasante reforzado con fibras de vidrio en la Avenida El Paraíso del Distrito de San Antonio” Moquegua, 2023, algunos aspectos éticos a considerar son:

- Integridad científica: Los datos serán recopilados y analizados de manera honesta y precisa. No se manipularán ni alterarán los resultados para respaldar ciertas conclusiones. Cualquier conflicto de intereses debe ser revelado.
- Divulgación y transparencia: Es importante ser transparente en cuanto a los métodos, procedimientos y resultados del estudio. Los investigadores deben compartir sus hallazgos de manera honesta, incluso si los resultados no son lo que se esperaba.
- Honestidad en la representación: la investigación es honesta al describir el alcance y los objetivos del estudio. No se exageran o distorsionan la importancia de los resultados.
- Agradecimientos y reconocimiento: los materiales o contribuciones de otras fuentes como referencias y citas bibliográficas son reconocidas con el crédito adecuado y se reconoce cualquier colaboración y aporte en el estudio.

Los aspectos éticos en esta tesis incluyen el respeto por los participantes, la integridad científica, la privacidad, la transparencia y la equidad. Es esencial que los investigadores sigan los principios éticos en todas las etapas del estudio para garantizar la validez y la responsabilidad de la investigación.

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la zona de estudio

#### Ubicación política

#### Ubicación política

Moquegua es una región del sur de Perú, y su capital es la ciudad de Moquegua. A continuación, proporciono la ubicación política de Moquegua:

Región: Moquegua

Capital: Moquegua

País: Perú

La región de Moquegua se encuentra al sur del país y limita con la región de Tacna al sur, con la región de Puno al este, con Chile al suroeste y con el océano Pacífico al oeste. La ciudad de Moquegua es la capital de la región y se ubica en el valle del río Moquegua, en la vertiente occidental de los Andes.



Figura 10: Ubicación Política en el país



Figura 11: Provincias de la región Moquegua

Desde un enfoque ingenieril en términos de una perspectiva técnica, el clima de la región de Moquegua en Perú puede tener un impacto significativo en los proyectos de construcción e infraestructura. A continuación, se proporciona una descripción general desde esa perspectiva:

- **Temperaturas:** Moquegua, al estar ubicada en una región de altitudes variables, experimenta temperaturas que pueden variar según la altitud y la temporada. Es esencial considerar las fluctuaciones de temperatura al diseñar estructuras para garantizar su resistencia y durabilidad frente a condiciones extremas.
- **Precipitación:** La cantidad de precipitación puede afectar directamente a proyectos de construcción, especialmente en términos de drenaje y estabilidad del suelo. Las lluvias intensas pueden aumentar el riesgo de erosión y deslizamientos de tierra, lo que debe tenerse en cuenta en el diseño y la planificación de obras civiles.
- **Sismicidad:** Perú es una región sísmica, y Moquegua no es una excepción. Es imperativo que los proyectos de ingeniería civil consideren los estándares sísmicos y tomen medidas de diseño para resistir posibles terremotos. La sismicidad puede influir en la elección de materiales, métodos de construcción y normativas de seguridad.
- **Vientos:** De acuerdo a la zona específica de nuestro país, los vientos se consideran un elemento fundamental para el proceso de la ejecución del diseño de una estructura, especialmente en sectores expuestos, en ocasiones los vientos pueden afectar la estabilidad de las estructuras de tal manera que sea necesario recurrir a consideraciones adicionales en la ingeniería de proyectos.
- **Cambio climático:** Dada la importancia del cambio climático, es fundamental considerar posibles variaciones en las condiciones climáticas a largo plazo. Los ingenieros civiles deben anticipar y adaptar sus diseños para hacer frente a posibles cambios en el clima y sus efectos en la infraestructura.
- **En resumen,** la ingeniería civil en la región de Moquegua debe abordar diversos desafíos climáticos para garantizar la seguridad, durabilidad y sostenibilidad de las estructuras y proyectos de construcción en esta área. La evaluación detallada de las condiciones climáticas locales es esencial para el éxito de cualquier proyecto de ingeniería en la región.

## Propiedades del suelo en estado natural

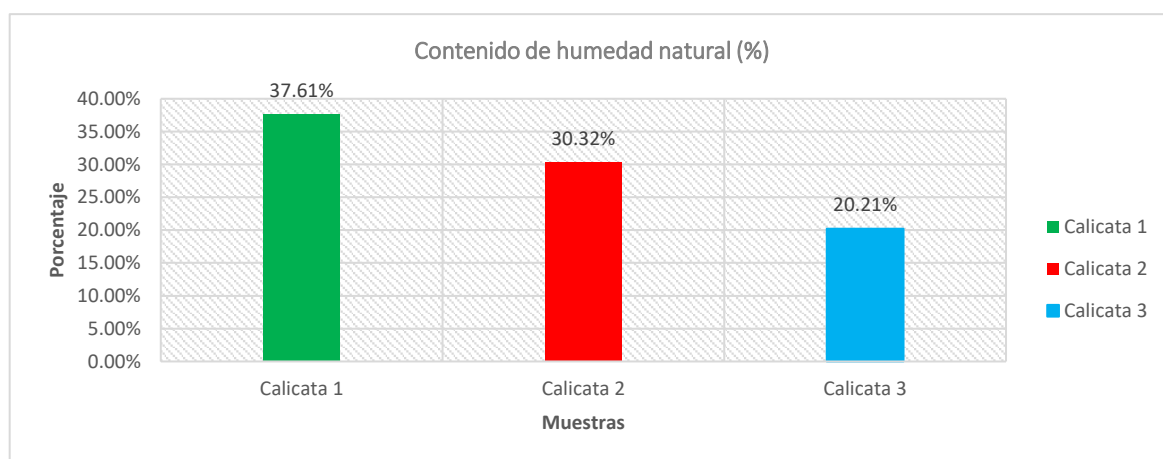
**Objetivo específico 1: Determinar el comportamiento físico mecánico de los suelos de la subrasante en estado natural de la Avenida El paraíso en el distrito de san Antonio Moquegua.**

### Contenido de Humedad natural de los suelos

**Tabla 9:** *Contenidos de Humedad natural de la subrasante*

Muestras	Contenido de humedad natural (%)
Calicata 1	37.61%
Calicata 2	30.32%
Calicata 3	20.21%

**Figura 12:** *Contenidos de Humedad natural de la subrasante*



La tabla presentada evidencia el contenido de humedad natural del suelo que se refiere a la cantidad de agua presente en el material, expresada como un porcentaje de su peso seco. Los resultados de las pruebas realizadas en tres excavaciones del terraplén de la Avenida El Paraíso en San Antonio muestran que el contenido de humedad natural del suelo en esa zona es considerablemente elevado. Determinar con precisión el contenido de humedad es crucial para evaluar la calidad y procesamiento de diversos materiales, como suelos, en la construcción y otras industrias. Existen métodos estandarizados, como el secado en horno, para medir este parámetro de manera confiable y reproducible. La capacidad del contenido de humedad en su estado natural del área de excavación 1 es del



37,61%, que es la humedad más alta. La humedad natural en el área de excavación No. 2 es del 30,32% y la humedad se encuentra en un nivel medio. Finalmente, la Excavación 3 tuvo una humedad natural de 20.21%, registrando el nivel de humedad más bajo.

Estos resultados indican que el firme de la Avenida El Paraíso es suelo arcilloso o limoso. Los suelos con una mayor proporción de arcilla y limo poseen la habilidad de almacenar más agua en comparación con otros tipos de suelo, debido a su estructura compacta y a la presencia de partículas finas que crean una red de poros capaces de retener el líquido vital. Esto significa que pueden almacenar grandes cantidades de agua, lo que puede resultar beneficioso para el crecimiento de las plantas o la estabilidad estructural.

Sin embargo, un alto contenido de humedad también puede tener algunos efectos negativos. Por ejemplo, un suelo demasiado húmedo puede ser susceptible a la erosión y al deslizamiento. Además, un suelo demasiado húmedo puede dificultar la construcción de estructuras.

En el caso de la Avenida El Paraíso, es importante considerar los efectos del contenido de humedad natural de la subrasante al momento de planificar las obras de construcción. Por ejemplo, si se va a construir una estructura pesada, es posible que sea necesario drenar el suelo para reducir el capacidad de humedad.

### **Peso específico de los suelos en estado natural**

**Tabla 10:** *Peso específico de los suelos en estado natural*

<b>Muestras</b>	<b>Peso específico (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
Calicata 1	2.71
Calicata 2	2.69
Calicata 3	2.36

**Figura 13:** *Peso específico de los suelos en estado natural*



La tabla exhibe los datos obtenidos del ensayo de densidad natural realizado en tres excavaciones de la subrasante situada en la avenida el paraíso en el distrito de San Antonio. Para calcular la densidad natural en necesario conocer la relación del peso de suelo al natural y el volumen que ocupa en  $\text{gr/cm}^3$ .

Al evaluar los datos obtenidos con respecto al ensayo de densidad natural de la subrasante en la avenida el paraíso es relativamente elevada, se detalla a continuación:

- Excavación 1: Se obtuvo una densidad natural de  $2.71 \text{ gr/cm}^3$
- Excavación 2: Se obtuvo una densidad natural de  $2.69 \text{ gr/cm}^3$
- Excavación 3: Se obtuvo una densidad natural de  $2.36 \text{ gr/cm}^3$

Podemos hacer hincapié que la primera excavación 1 presenta la mayor densidad, mientras que la excavación 2 manifiesta una densidad moderada, por otro lado, la excavación 3 registra menor densidad. Estos resultados sugieren que la subrasante de la Avenida El Paraíso es un suelo denso. Los suelos densos tienen una alta concentración de sólidos, lo que significa que tienen una baja porosidad. Esto significa que son capaces de soportar grandes cargas. Sin embargo, un peso específico natural alto también puede tener algunos efectos negativos. Por ejemplo, un suelo demasiado denso puede ser difícil de excavar o de compactar. Además, un suelo demasiado denso puede dificultar el crecimiento de las plantas. En el caso de la Avenida El Paraíso, es importante considerar los efectos del peso específico

natural de la subrasante al momento de planificar las obras de construcción. Por ejemplo, si se va a construir una estructura pesada, es importante asegurarse de que la subrasante tenga un peso específico natural suficiente para soportar la carga.

## Clasificación de suelos

**Tabla 11:** *Clasificación de los suelos en estado natural*

<b>Muestras</b>	<b>Clasificación SUCS</b>	<b>Clasificación AASHTO</b>
Calicata 1	MH	A - 7 - 5
Calicata 2	CH	A - 7 - 5
Calicata 3	CH	A - 7 - 6

La tabla exhibe los resultados obtenidos de los ensayos de clasificación de suelos realizados en tres excavaciones de la subrasante situada en la Avenida El Paraíso, en el distrito de San Antonio. Los suelos pueden ser clasificados según sus características físicas y químicas, lo que permite entender mejor su composición y potencial de uso. Este proceso de clasificación implica el análisis de diversos factores, como la textura, la estructura, el pH, la presencia de nutrientes y la capacidad de retención de agua, entre otros. Al conocer estas propiedades, los expertos en suelos pueden determinar su aptitud para la agricultura, la construcción o la conservación, y así tomar decisiones informadas sobre su manejo y utilización.

En términos generales la tabla nos muestra que la subrasante de la avenida el paraíso es un suelo arcilloso o limos. En las calicatas 1y 2 se obtiene una clasificación SUCS de MH, es decir “Suelo arcilloso”, en otro contexto la calicata 3 tiene la clasificación SUCS de CH, dándonos a entender que se refiere a “Arcilla orgánica”. Por otro lado, en la clasificación AASHTO se utiliza para describir propiedades de los suelos. Las calicatas 1 y 2 tienen una clasificación AASHTO de A-7-5, que significa “suelo arcilloso o limoso bien drenado”, en cuanto a la calicata 3 tiene una clasificación AASHTO de A-7-6, que significa “Suelo arcilloso o limoso mal drenado”.

Estos resultados sugieren que la subrasante de la Avenida El Paraíso es un suelo relativamente impermeable. Los suelos arcillosos y limosos tienen una alta

capacidad de retención de agua. Los suelos con una alta capacidad de retención de agua pueden ser extremadamente beneficiosos, ya que permiten a las plantas acceder a una fuente constante de humedad para su crecimiento y desarrollo. Además, esta propiedad del suelo también puede contribuir a la estabilidad estructural de construcciones y edificaciones, al evitar problemas como la erosión o el hundimiento del terreno. En resumen, la habilidad de ciertos suelos para almacenar grandes volúmenes de agua representa una ventaja significativa tanto para la agricultura como para la ingeniería civil.

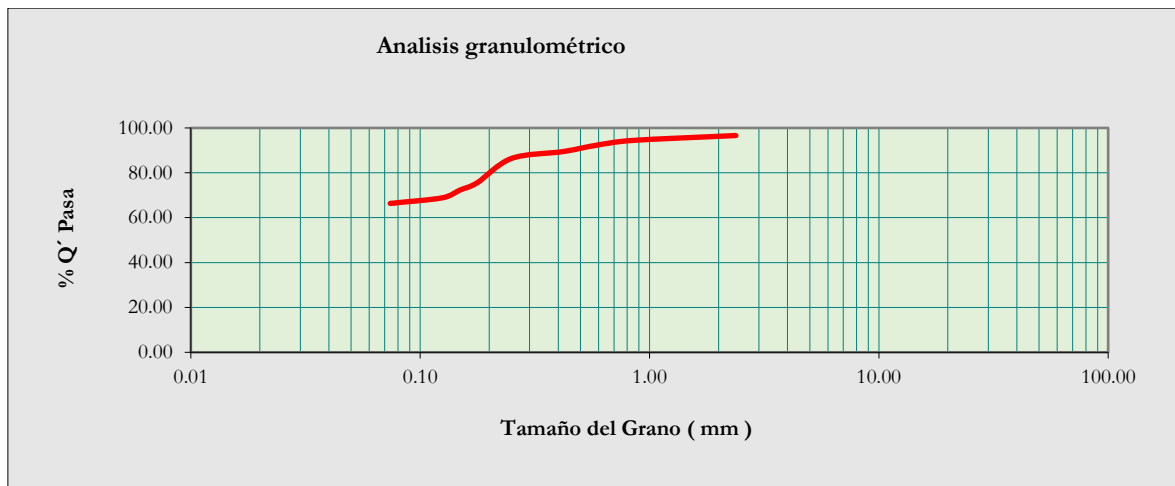
Sin embargo, un alto contenido de humedad también puede tener algunos efectos negativos. Por ejemplo, un suelo demasiado húmedo puede ser susceptible a la erosión y al deslizamiento. Además, un suelo demasiado húmedo puede dificultar la construcción de estructuras. En el caso de la Avenida El Paraíso, es importante considerar los efectos de la clasificación de suelos al momento de planificar las obras de construcción. Por ejemplo, si se va a construir una estructura pesada, es posible que sea necesario drenar el suelo para mejorar su permeabilidad.

### **Análisis granulométrico calicata 1**

**Tabla 12:** *Granulometría de la calicata 1*

Tamiz	Abertura ( mm )	Retenido		% Q' Pasa
		( gr. )	( % )	
8	2.380	7.76	3.37	96.63
20	0.840	5.08	2.21	94.42
30	0.590	4.79	2.08	92.33
40	0.420	6.58	2.86	89.47
60	0.250	7.09	3.08	86.39
80	0.177	25.01	10.87	75.52
100	0.149	7.38	3.21	72.31
120	0.125	7.91	3.44	68.87
200	0.074	5.80	2.52	66.35
<b>Cazoleta</b>		152.60	66.35	
<b>Total, Retenido :</b>		230.00	100.00	

**Figura 14:** Curva granulométrica calicata 1



Con respecto a los resultados del análisis granulométrico. La tabla nos presenta los resultados de la muestra de suelo tomada en la excavación 1 en la subrasante de la avenida el paraíso, en el distrito de san Antonio. Para realizar este análisis, es fundamental determinar la distribución adecuada de los diferentes tamaños de partículas presentes en el suelo. Esto implica identificar y cuantificar la proporción de partículas de distintos tamaños que conforman la composición del suelo en estudio. Este conocimiento detallado de la distribución granulométrica del suelo es esencial para comprender sus propiedades físicas y químicas, lo cual a su vez permite tomar decisiones informadas sobre su uso y manejo apropiado. Según los datos que se presentan en la tabla, podemos determinar que la muestra contiene partículas de diferentes tamaños. Dentro de los datos más relevantes podemos obtener el tamaño de las partículas más grande que corresponde a un diámetro de 2.38mm, mientras que el diámetro de las partículas más pequeñas posee un diámetro de 0.074 mm.

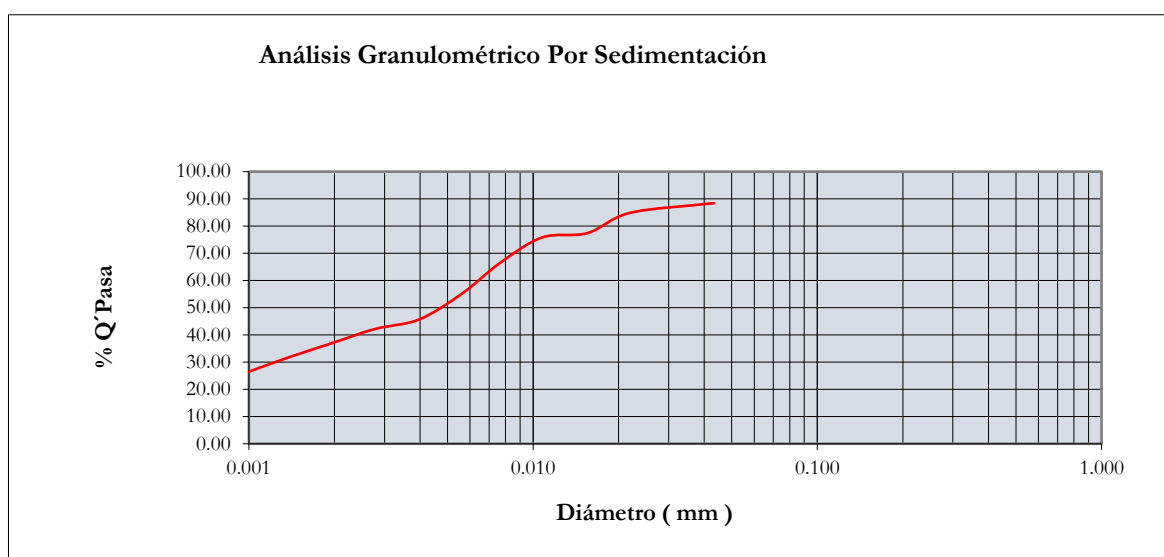
El análisis granulométrico se puede representar gráficamente mediante una curva granulométrica. La curva granulométrica es una representación gráfica que muestra la distribución del tamaño de las partículas que conforman el suelo, desde las más gruesas hasta las más finas, y muestra que el suelo está compuesto principalmente por partículas finas, con un porcentaje de partículas gruesas (>2 mm) de solo el 3.37%. Los suelos finos tienen una alta capacidad de retención de agua y una baja permeabilidad. Esto significa que son capaces de almacenar grandes cantidades de agua, pero también son difíciles de drenar.

## Análisis granulométrico calicata 2

Tabla 13: Granulometría de la calicata 2

L	K	Diámetro ( mm )	% Q´ Pasa
14.30	0.0115	0.043	88.421
14.66	0.0081	0.022	84.876
15.38	0.0079	0.016	77.393
15.56	0.0077	0.011	75.817
16.46	0.0075	0.008	66.365
17.54	0.0073	0.006	55.140
18.44	0.0072	0.004	45.687
18.80	0.0070	0.003	42.143
19.34	0.0068	0.002	36.826
19.88	0.0067	0.001	31.509
20.24	0.0065	0.001	25.618

**Figura 15:** Curva granulométrica calicata 2



La tabla presenta los resultados del análisis granulométrico realizado en una muestra de suelo proveniente de la excavación 2 de la subrasante ubicada en la Avenida El Paraíso, en el distrito de San Antonio. Con los datos obtenidos del análisis granulométrico de la muestra de suelo proveniente de la excavación 2 de la subrasante ubicada en la avenida el paraíso, en el distrito de San Antonio, podemos evidenciar que, según los resultados, dentro de los datos más relevantes podemos obtener el tamaño de las partículas más grande que corresponde a un diámetro de 0.043mm, mientras que el diámetro de las partículas más pequeñas posee un diámetro de 0.001 mm.

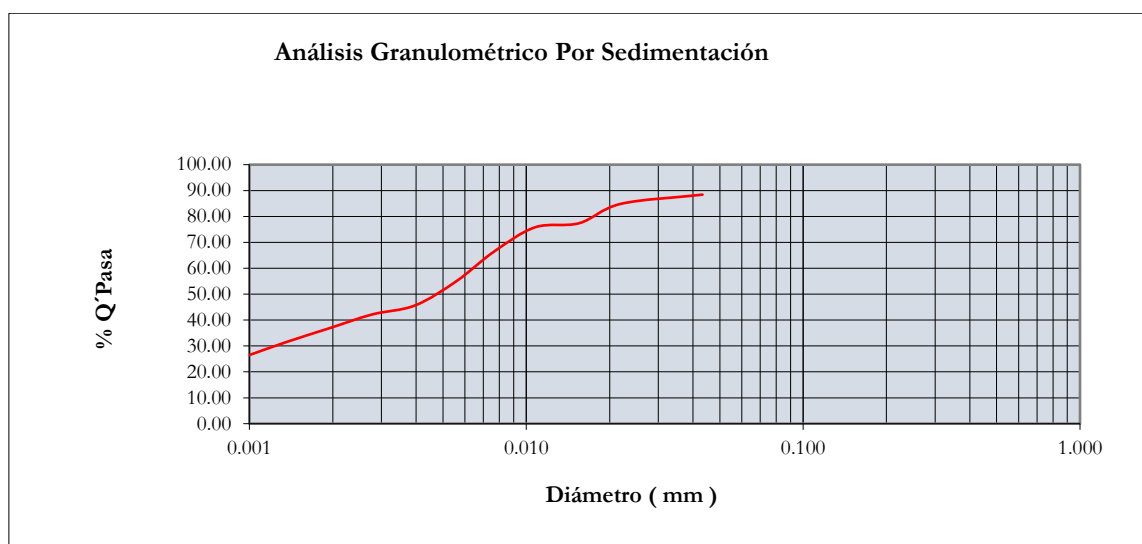
El análisis granulométrico se puede representar gráficamente mediante una curva granulométrica. El análisis granulométrico del suelo es una herramienta fundamental para comprender la composición y las propiedades físicas de un suelo, muestra que el suelo está compuesto principalmente por partículas finas, con un porcentaje de partículas gruesas (>2 mm) de solo el 1.58%. Los suelos finos tienen una alta capacidad de retención de agua y una baja permeabilidad. Esto significa que son capaces de almacenar grandes cantidades de agua, pero también son difíciles de drenar.

### **Análisis granulométrico calicata 3**

**Tabla 14:** Granulometría de la calicata 3

L	K	Diámetro ( mm )	% Q´ Pasa
14.30	0.0115	0.043	88.421
14.66	0.0081	0.022	84.876
15.38	0.0079	0.016	77.393
15.56	0.0077	0.011	75.817
16.46	0.0075	0.008	66.365
17.54	0.0073	0.006	55.140
18.44	0.0072	0.004	45.687
18.80	0.0070	0.003	42.143
19.34	0.0068	0.002	36.826
19.88	0.0067	0.001	31.509
20.24	0.0065	0.001	25.618

**Figura 16:** Curva granulométrica calicata 3



La tabla presenta los resultados obtenidos del análisis granulométrico efectuado en una muestra de suelo procedente de la excavación 3 de la subrasante ubicada en la Avenida El Paraíso, en el distrito de San Antonio. El análisis granulométrico constituye una prueba empleada para evaluar la repartición de las dimensiones de las partículas presentes en un terreno.

La tabla evidencia que la muestra de suelo exhibe partículas de variados tamaños, destacándose aquellas con un diámetro de 0.043 mm como las más grandes, mientras que las más pequeñas presentan un diámetro de 0.001 mm. El análisis granulométrico puede ser representado gráficamente a través de una curva granulométrica. La curva granulométrica correspondiente a la muestra de suelo



revela que está mayormente compuesta por partículas finas, siendo el porcentaje de partículas gruesas (>2 mm) solo del 1.58%.

Los suelos finos presentan una notable capacidad de retención de agua y una baja permeabilidad, lo que indica su habilidad para retener grandes volúmenes de agua, pero al mismo tiempo, dificulta su drenaje. En lo suscitado en la unidad de análisis del terreno obtenido de la extracción de la apertura del terreno para la exploración codificado como C 03, la alta proporción de partículas finas sugiere que se trata de un suelo con características arcillosas o limosas. Este tipo de suelo puede resultar adecuado para la construcción de estructuras livianas, pero podría plantear desafíos en la edificación de estructuras más pesadas.

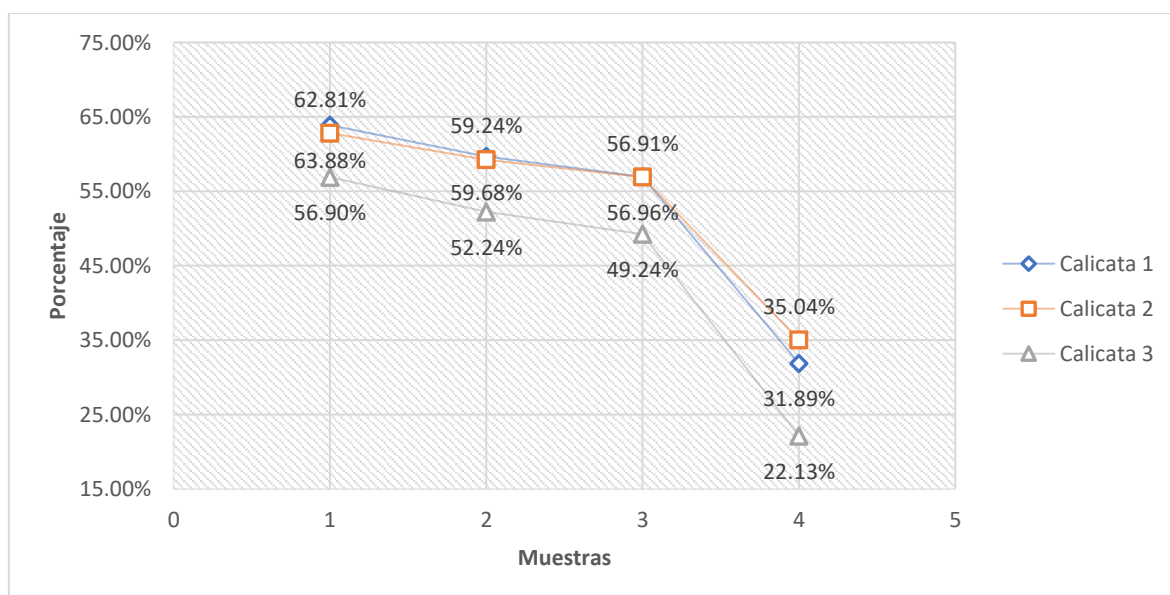
**Objetivo específico 2: Identificar las propiedades físicas de la subrasante con la adición controlada de fibra de vidrio en la Avenida El Paraíso del distrito de San Antonio Moquegua.**

### Limite liquido

**Tabla 15:** Variación del límite liquido

Dosificación	Limite Liquido		
	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3
<b>Suelo Natural</b>	63.88%	62.81%	56.90%
<b>MS+1%FV</b>	59.68%	59.24%	52.24%
<b>MS+2%FV</b>	56.96%	56.91%	49.24%
<b>MS+5%FV</b>	31.89%	35.04%	22.13%

**Figura 17:** Variación del límite liquido



La tabla y grafico exhiben y presentan los valores resultantes que se extrajeron de la ejecución de ensayos de limite líquido, que se realizaron en las unidades de análisis que son obtenidas de la subrasante de la avenida el paraíso, en el distrito de san Antonio, Moquegua, tanto con la adicción controlada de fibra de vidrio.

A continuación de detalla datos relevantes obtenidos en el ensayo de limite liquido de las calicatas:

- Calicata 1: limite líquido de 63.88%

- Calicata 2: limite líquido de 62.81%
- Calicata 3: limite líquido de 56.90%

Con estos valores obtenidos podemos catalogarlo el suelo como suelo plástico, al ser propenso a deformarse fácilmente cuando se encuentra en estado húmedo.

La incorporación de la fibra de vidrio en el suelo conlleva a la disminución del límite líquido del mismo, este fenómeno se atribuye a que la fibra de vidrio desempeña un papel importante como agente de refuerzo, de tal forma que fortalece la resistencia del suelo ante la deformación.

Al mismo momento que se aumenta la proporción de filamentos de vidrio, se puede analizar que puede relacionarse con la reducción en el límite líquido de los estratos del terreno. Por ejemplo:

En la C 01, al incrementarse 1% de fibra de vidrio se reduce a un 59.68% el límite líquido, mientras al aumentar el porcentaje de fibra de vidrio a 5% el límite líquido puede reducirse a un 31.89%.

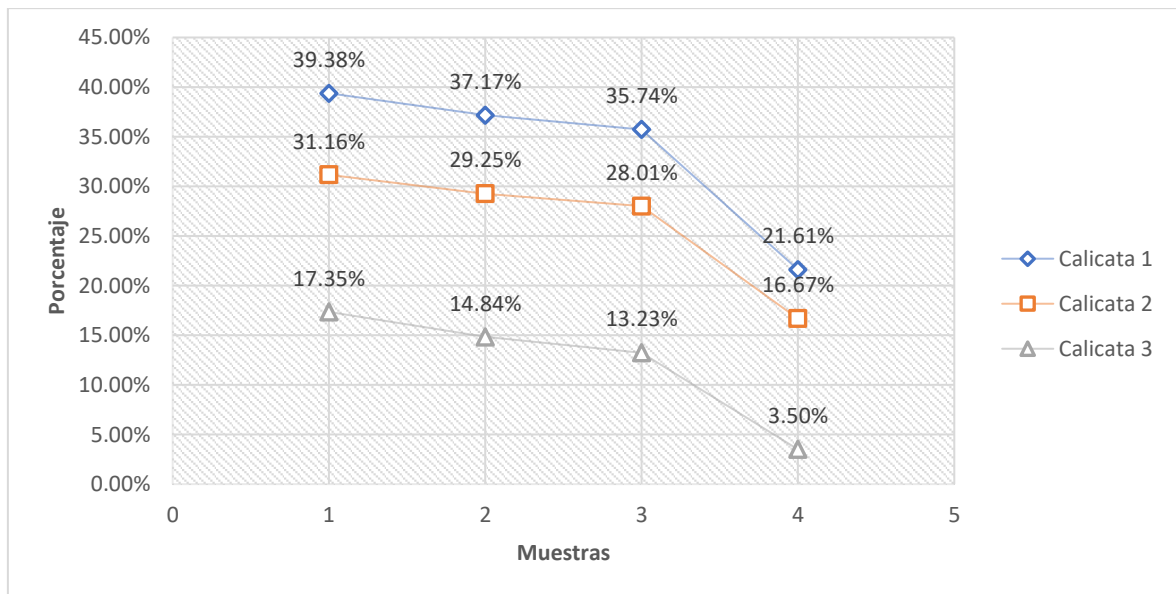
De acuerdo a los resultados se determina que el incremento de fibra de vidrio puede ser un material que pueda formar parte de una estrategia eficaz de tal forma que se pueda mejorar la estabilidad de la subrasante, ya que al disminuir el límite líquido del suelo con el incremento de este elemento (fibra de vidrio), disminuye la susceptibilidad del suelo a la deformación, lo que puede mitigar los riesgos asociados con asentamiento y deslizamientos en suelos.

### Limite plástico

**Tabla 16:** Variación del límite plástico

Dosificación	Limite Plástico		
	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3
<b>Suelo Natural</b>	39.38%	31.16%	17.35%
<b>MS+1%FV</b>	37.17%	29.25%	14.84%
<b>MS+2%FV</b>	35.74%	28.01%	13.23%
<b>MS+5%FV</b>	21.61%	16.67%	3.50%

**Figura 18:** Variación del límite plástico



Con respecto a los resultados obtenidos del ensayo de límite plástico, la tabla nos proporciona datos, relacionados con el incremento de fibra de vidrio y con la muestra de suelo al natural. El límite plástico define como el contenido de agua en el suelo, al ser superado, provoca que el suelo pierda plasticidad y adopte una naturaleza cercana a la de un sólido, la relación directa entre la magnitud de límite plástico, de acuerdo a los datos presentados en la tabla, el suelo presenta una mayor plasticidad.

En relación a las calicatas 1, 2 y 3, se observa que el suelo natural presenta límites plásticos de 39.38%, 31.16% y 17.35%, respectivamente, evidenciando su carácter plástico al ser susceptible a deformaciones cuando está húmedo. La introducción de fibra de vidrio en el suelo conlleva una disminución en su límite plástico. Esta reducción se atribuye al papel de refuerzo desempeñado por la fibra de vidrio, fortaleciendo el suelo y haciéndolo más resistente a deformaciones. En la medida que se realiza el aumento de la proporción de los filamentos de vidrio añadida, se observa una correspondiente disminución en el límite plástico del suelo. En la calicata 1, por ejemplo, la adición de un 1% de fibra de vidrio reduce el límite plástico a 37.17%, y con un 5% de fibra de vidrio, se reduce a 21.61%.

Los hallazgos indican que la inclusión de fibra de vidrio podría constituir un método eficaz para fortalecer la estabilidad de la subrasante. Al disminuir el límite plástico

del suelo, la fibra de vidrio reduce su susceptibilidad a deformaciones, lo que potencialmente mitiga los riesgos asociados con asentamientos y deslizamientos.

Los resultados derivados de los ensayos de límite plástico, nos indican que la presencia de fibra de vidrio ejerce un impacto notable en la plasticidad del suelo. La presencia de este elemento contribuye a la disminución del límite plástico del suelo, sumando más resistencia a deformaciones.

Al realizar la comparación de ensayos en límite líquido y plástico, los datos nos proporcionan que la introducción de fibra de vidrio genera efectos análogos en ambas propiedades del suelo, generalizando, podemos decir que los efectos del incremento de fibra de vidrio producen disminución en el estado límite líquido y plástico del suelo.

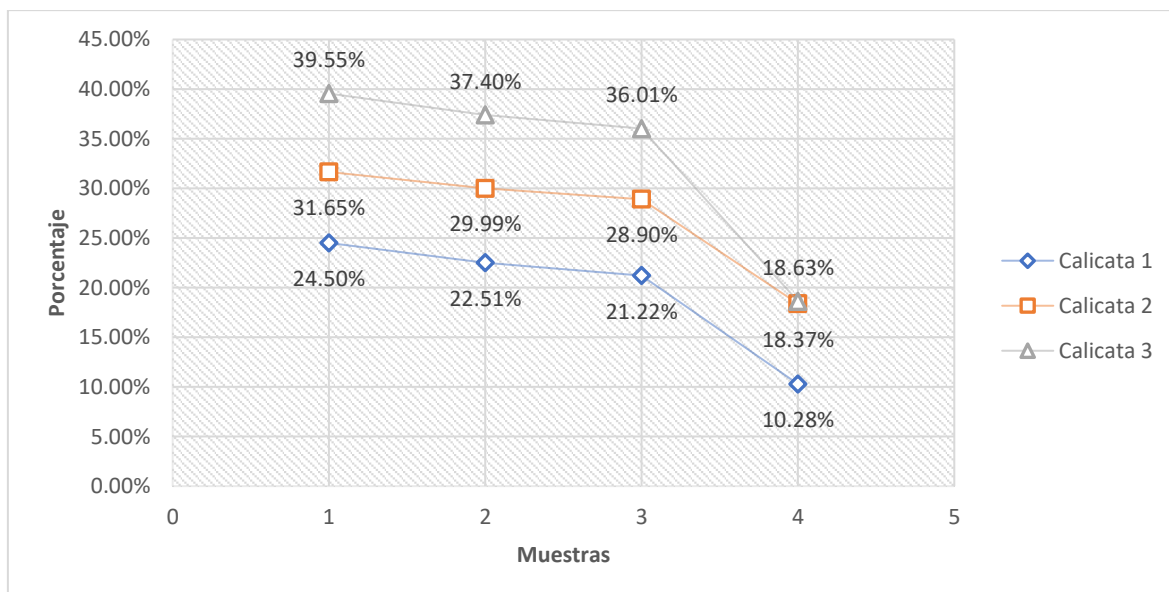
Estos cambios desarrollados líneas arribas, son por el papel importante que ha desempeñado la fibra de vidrio como agente de refuerzo en el suelo, este elemento combinado con las partículas del suelo, le suma resistencia frente a deformaciones que pueda sufrir el suelo. La reducción de los límites líquidos y plásticos del suelo ofrece diversos beneficios, entre ellos está el mejoramiento en la estabilidad de la subrasante, la reducción del riesgo que trae como consecuencia los asentamientos y deslizamientos, así como el fortalecimiento de la capacidad de carga del suelo.

### Índice de plasticidad

**Tabla 17:** Variación del índice de plasticidad

Dosificación	Índice de Plasticidad		
	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3
<b>Suelo Natural</b>	24.50%	31.65%	39.55%
<b>MS+1%FV</b>	22.51%	29.99%	37.40%
<b>MS+2%FV</b>	21.22%	28.90%	36.01%
<b>MS+5%FV</b>	10.28%	18.37%	18.63%

**Figura 19:** Variación del índice de plasticidad



Resultados de Ensayos de Índice de Plasticidad en Muestras de Subrasante: La tabla proporciona los valores resultantes recopilados de la ejecución de ensayos de índice de plasticidad ejecutados en muestras de subrasante de la Avenida El Paraíso, en el distrito de San Antonio, Moquegua, con y sin la adición controlada de fibra de vidrio. El índice de plasticidad, definido como la discrepancia entre el límite líquido y el límite plástico, refleja la plasticidad del suelo, siendo un índice más elevado indicativo de un suelo más plástico.

Para las calicatas 1, 2 y 3, los suelos naturales presentan índices de plasticidad de 24.50%, 31.65% y 39.55%, respectivamente. Estos valores sugieren que el suelo natural es de naturaleza plástica, es decir, susceptible a deformarse fácilmente en presencia de humedad. La inclusión de fibra de vidrio en los estratos del terreno provoca una alteración de su sistema que reduce la propiedad denominada como índice de plasticidad. La adición de fibra de vidrio al suelo mejora significativamente su resistencia a la deformación. Este material actúa como un refuerzo que aumenta la capacidad del terreno para soportar esfuerzos sin sufrir cambios en su estructura. De esta manera, la fibra de vidrio desempeña un papel clave en la estabilización del suelo, haciéndolo más resistente a los efectos de las cargas y las tensiones a las que pueda verse sometido.

Efecto de la Dosificación de Fibra de Vidrio en el parámetro de humedecimiento en el que el terreno logra la consistencia plástica (IP): Conforme se incrementa la

cantidad de fibra de vidrio añadida al suelo, se observa una disminución concomitante en el índice de plasticidad del suelo. Por ejemplo, en la calicata 1, el parámetro del contenido de humedad del terreno alcanza su propiedad plástica (IP) se disminuye a 22.51% al incorporar un 1% de fibra de vidrio, y aún más, a 10.28% con una adición del 5% de fibra de vidrio. Estos hallazgos indican que la adición de fibra de vidrio puede representar una estrategia efectiva para potenciar la estabilidad de la subrasante. Al disminuir el parámetro de humedecimiento del terreno para alcanzar su propiedad plástica (IP), la fibra de vidrio contribuye a minimizar la susceptibilidad del suelo a deformaciones, lo que podría mitigar el riesgo de asentamientos y deslizamientos.

Consecuencia de realizar la Añadidura de Fibra de Vidrio en Características del Suelo: En resumen, los valores resultantes al ejecutar los ensayos del lapso de humedecimiento del terreno para alcanzar su propiedad plástica (IP) indican que la incorporación de filamentos de cristal tiene una repercusión de manera contundente debido al proceso inherente en la alteración de su sistema compuesto por los estratos del terreno y la propiedad plástica de su estructura. La fibra de vidrio logra reducir el lapso de humedecimiento del terreno para alcanzar su propiedad plástica (IP), confiriéndole elevada resistencia a la deformación. Al comparar los valores resultantes al ejecutar los diferentes ensayos conferidos para determinar el comportamiento donde el terreno pasa de una forma plástico a un estado líquido (LL, LP e IP), se evidencia que la adición de fibra de vidrio afecta de manera similar a todas estas propiedades. La incorporación de fibra de vidrio en el suelo tiene un efecto notable en sus propiedades físicas. Específicamente, la presencia de este material sintético tiende a reducir significativamente el límite líquido, el límite plástico y el índice de plasticidad del suelo. Estos cambios en las características del suelo pueden ser de gran relevancia en diversas aplicaciones de ingeniería y construcción, donde la comprensión y el control de estas propiedades son fundamentales para garantizar la estabilidad y el desempeño adecuado de las estructuras.

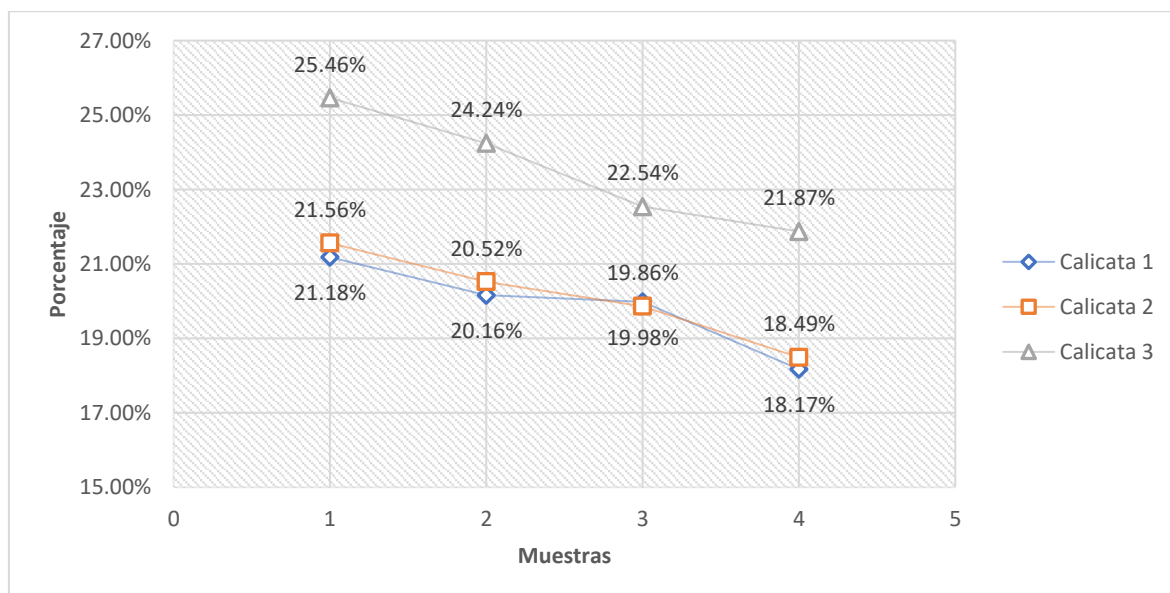
**Objetivo específico 3: Identificar las propiedades mecánicas de la subrasante con la adición controlada de fibra de vidrio en la Avenida El Paraíso del distrito de San Antonio Moquegua.**

### Contenido óptimo de humedad

**Tabla 18:** Variación del Contenido óptimo de humedad

Contenido Optimo de Humedad			
Dosificación	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3
<b>Suelo Natural</b>	21.18%	21.56%	25.46%
<b>MS+1%FV</b>	20.16%	20.52%	24.24%
<b>MS+2%FV</b>	19.98%	19.86%	22.54%
<b>MS+5%FV</b>	18.17%	18.49%	21.87%

**Figura 20:** Variación del Contenido óptimo de humedad



Resultados de la Prueba de Contenido Óptimo de Humedad: La siguiente tabla presenta los valores resultantes que se alcanzaron al realizar diferentes procesos que se encuentran contenidos en la prueba de Contenido Óptimo de Humedad en unidades de investigación de la calzada de la calle denominada El Paraíso que es parte de una de las avenidas contenidas en el distrito de Moquegua San Antonio, tanto las que contienen fibra de vidrio controlado como las que no contienen fibra de vidrio Control. La magnitud contenida del % de humedecimiento óptimo se establece de manera precisa en la estructura del terreno como el proceso que implica la añadidura del recurso hídrico en los poros o sistema compuesto por los



estrato o capas del terreno que proporcionan la máxima densidad seca. La densidad seca, a su vez, hace mención a la conexión entre la fuerza producto de la gravedad que genera un efecto en la materia de la estructura del suelo en estado seco y su volumen en condiciones secas.

El análisis de las calicatas 1, 2 y 3 revela que el suelo natural presenta un contenido de humedad ideal, con porcentajes que oscilan entre el 21.18% y el 25.46%, lo que sugiere que se trata de un suelo con una baja densidad y compactación.

Efecto de agregar fibra de vidrio sobre el compuesto que contiene un % de humedecimiento óptimo: Controlar la proporción de fibra de vidrio en los estratos del terreno puede resultar en una disminución del contenido de humedad óptimo. Este fenómeno se atribuye al refuerzo que proporciona los filamentos de cristal, haciendo que el suelo sea más resistente a la compactación. A medida que aumentó la concentración de filamentos que componen el cristal, se evidenció una reducción incidente concomitante en el contenido óptimo de humedad del suelo. Por ejemplo, el uso de fibra de vidrio en el suelo ha demostrado tener un impacto significativo en su contenido de humedad óptimo. En un estudio realizado en el Pozo 1, se encontró que la adición de solo un 1% de fibra de vidrio redujo el contenido de humedad óptimo del suelo a 20,16%. Cuando se aumentó la cantidad de fibra de vidrio al 5%, el contenido de humedad óptimo se redujo aún más, llegando a 18,17%. Estos resultados sugieren que la incorporación de fibra de vidrio en el suelo puede ser una estrategia efectiva para optimizar su contenido de humedad, lo que podría tener implicaciones importantes en diversas aplicaciones, como la construcción, la agricultura y la gestión de recursos hídricos.

La añadidura de fibras de vidrio al terreno puede mejorar significativamente su capacidad de compactación, según los valores resultantes de remotos procesos que incluye la investigación. Al minimizar el contenido óptimo del % de humedecimiento, los filamentos de cristal facilitan las etapas de consolidación, lo que a su vez aumenta la capacidad de carga del suelo. Esta técnica innovadora, que ha demostrado ser eficiente y efectiva, puede ser de gran utilidad en diversos proyectos de construcción y obras civiles, donde la compactación adecuada del suelo es fundamental para garantizar la estabilidad y durabilidad de las estructuras.

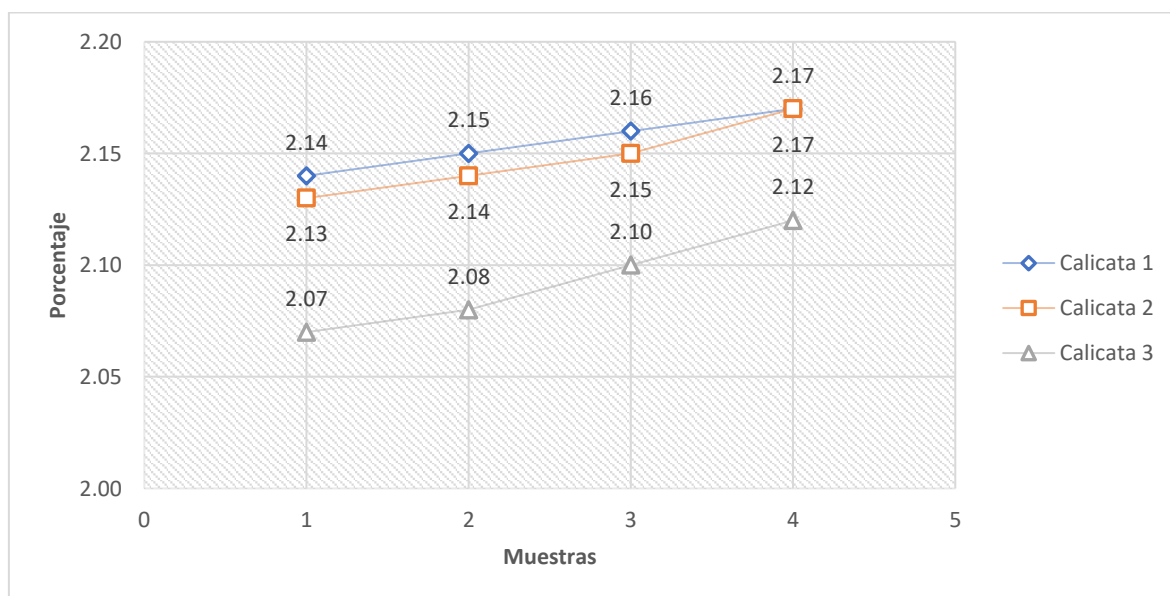
La incorporación de fibra de vidrio tiene un impacto significativo en la mejora de la compactación del suelo, haciendo que el proceso sea más eficiente y efectivo, lo que puede traducirse en ahorros de tiempo y recursos para los proyectos de construcción.

### Densidad máxima seca

**Tabla 19:** Variación de la Densidad máxima seca

Densidad Máxima seca			
Dosificación	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3
Suelo Natural	2.14	2.13	2.07
MS+1%FV	2.15	2.14	2.08
MS+2%FV	2.16	2.15	2.10
MS+5%FV	2.17	2.17	2.12

**Figura 21:** Variación de la Densidad máxima seca



Efecto de agregar fibras de vidrio sobre la compactibilidad del suelo: Los valores resultantes del proyecto de análisis de investigación hacen de conocimiento que agregar fibras de vidrio pretende comportarse como un método eficaz para garantizar una mejora de las capacidades de compactación del suelo. Al reducir el contenido la capacidad del humedecimiento en un nivel insuperable, la fibra de vidrio facilita la compactación del suelo, incrementando de manera progresiva el contenido de la capacidad de resistente del terreno natural. Los estudios recientes han demostrado que la incorporación de fibra de vidrio al suelo tiene un impacto

significativo en su capacidad de compactación. Según los hallazgos de las pruebas de contenido de humedad óptimo, este material mejora considerablemente el proceso de compactación, facilitando y optimizando dicho procedimiento. Estos resultados sugieren que la adición de fibra de vidrio puede ser una estrategia efectiva para mejorar la compactación del suelo en diversas aplicaciones, como la construcción de infraestructura o la preparación de terrenos. Esta innovadora solución podría tener importantes implicaciones en la eficiencia y la calidad de los trabajos de compactación del suelo.

En las calicatas de muestreo 1, 2 y 3 se observarán valores máximos de densidad seca del suelo natural de 2,14, 2,13 y 2,07 g/cm<sup>3</sup> respectivamente. Estos datos indican que los suelos naturales son menos densos. La incorporación de fibra de vidrio al suelo aumenta la densidad seca máxima. Este fenómeno se atribuye a la capacidad de la fibra de vidrio de actuar como agente reforzante, fortaleciendo el suelo y haciendo más resistente a la acción de cargas distribuidas para consolidar el terreno en su estructura de las capas.

Consecuencia de la fibra de vidrio sobre la capacidad límite superior de la densidad que alcanzaría los estratos del terreno cuando se le aplican cargas con el fin de consolidarse teniendo en cuenta el % de humedecimiento insuperable: A medida que incrementa la capacidad de filamentos de cristal en el terreno, se aprecia un acrecentamiento en la densidad seca máxima del mismo. Este suceso se suscita debido a que la fibra de cristal actúa como un agente de refuerzo, optimizando los esfuerzos ejercidos en el terreno para conseguir la consolidación y la estabilidad de los estratos del terreno. A mayor concentración de esta materia, mayor será la densidad seca máxima alcanzada, lo que se traduce en un terreno más espeso y con la capacidad resistente. Tomando como ejemplo el Pozo No. 1, después de agregar 1% de fibra de vidrio, la capacidad del terreno de alcanzar su nivel máximo de consolidación al añadir el recurso hídrico de manera óptima suceso que aumenta a 2,15 g/cm<sup>3</sup>, y después de agregar 5% de fibra de vidrio, la capacidad del terreno de alcanzar su nivel máximo de consolidación al añadir el recurso hídrico de manera óptima proceso que aumenta a 2,17 g/cm<sup>3</sup>. Estos hallazgos sugieren que la añadidura de fibras de vidrio puede ser una estrategia eficaz para mejorar la compactación del suelo. El aumento de la capacidad del terreno de alcanzar su

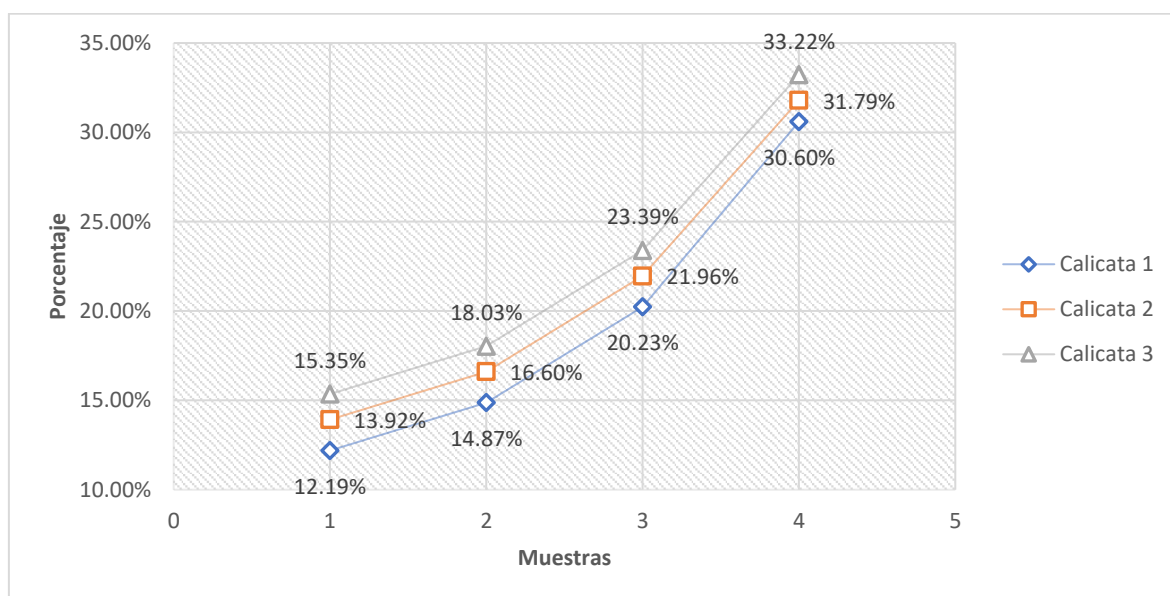
nivel máximo de consolidación al añadir el recurso hídrico de manera óptima suceso que se atribuye a la capacidad de las fibras de vidrio para actuar como refuerzo. Esta propiedad fortalece el suelo y lo hace más resistente a la deformación, incrementando la propiedad portante del terreno ante distintos niveles de solicitaciones del terreno.

### California Bearing Ratio (CBR) DMS-100%

Tabla 20: Variación del CBR a DMS-100%

California Bearing Ratio (CBR) DMS-100%			
Dosificación	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3
Suelo Natural	12.19%	13.92%	15.35%
MS+1%FV	14.87%	16.60%	18.03%
MS+2%FV	20.23%	21.96%	23.39%
MS+5%FV	30.60%	31.79%	33.22%

Figura 22: Variación del CBR a DMS-100%



Efecto de la Fibra de Vidrio en el California Bearing Ratio (CBR): Los valores resultantes de la ejecución respetando un proceso metódico de los ensayos de CBR, considerando el un valor porcentual del cien por ciento que se da en la capacidad del terreno de alcanzar su nivel máximo de consolidación al añadir el recurso hídrico de manera óptima en un estado seco (DMS), muestran que la añadidura controlada de filamentos de cristal presenta efecto positivo en la

resistencia al esfuerzo cortante del suelo de la subrasante de la Avenida El Paraíso en el distrito de San Antonio, Moquegua.

En las calicatas 1, 2 y 3, se observa que el suelo natural presenta valores de CBR de 12.19%, 13.92% y 15.35%, respectivamente, indicando una baja capacidad de carga. La inclusión de filamentos de cristal en el suelo resulta en un aumento del CBR. Este incremento se atribuye a la capacidad de la fibra de vidrio para actuar como un aspecto encargado aumento la resistencia o reforzar, fortaleciendo el suelo y mejorando su capacidad resistente al esfuerzo cortante.

**Incidencia de la Dosificación de Filamentos de Cristal en el California Bearing Ratio (CBR):** Se observa un aumento progresivo en el California Bearing Ratio (CBR) del suelo en la medida en que se aumenta la distribución de filamentos de vidrio. Por ejemplo, en la calicata 1, el CBR del suelo experimenta un incremento a 14.87% con la añadidura del uno por ciento de filamentos de cristal y alcanza un valor de 30.60% con la añadidura del 5% de fibra de vidrio. Estas revelaciones indican que la inserción controlada de fibra de vidrio tiende a ser una estrategia eficiente para mejorar la resistencia a las sollicitaciones del terreno que es una de sus capacidades resaltantes. Al aumentar el CBR, la fibra de vidrio confiere al terreno una elevada capacidad resistente ante la deformabilidad, potencialmente incrementando así su capacidad de carga.

**Impacto de los Filamentos de Cristal en la Calidad de Carga del Terreno a través de Ensayos de CBR:** Se evidencia de manera destacada que la inclusión de fibra de vidrio tiene una influencia notable en la capacidad de carga del estratos del terreno, según los valores resultantes logrados en la ejecución de los ensayos de California Bearing Ratio (CBR). La fibra de vidrio genera un aumento en el CBR del suelo, otorgándole mayor resistencia a la deformación.

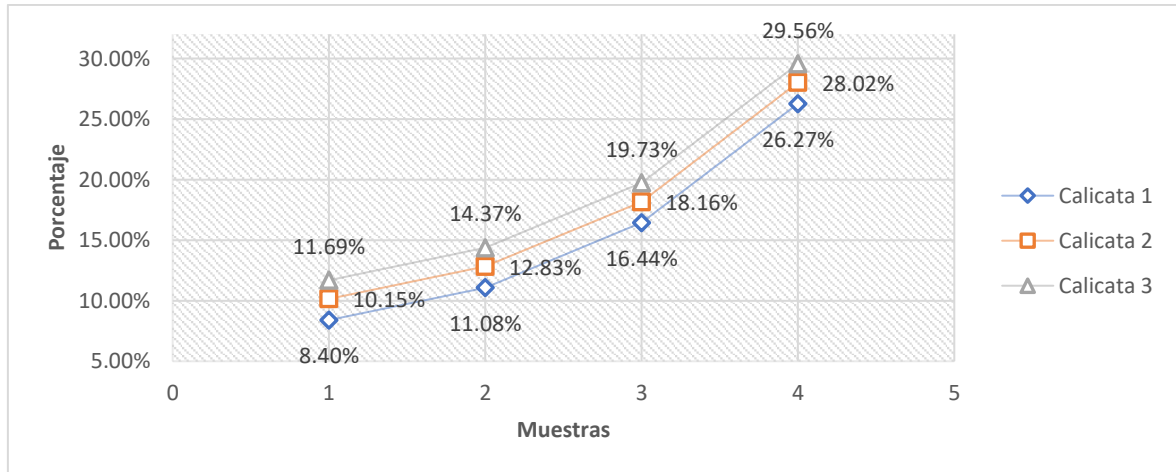
### **California Bearing Ratio (CBR) DMS-95%**

**Tabla 21:** Variación del CBR a DMS-95%

<b>California Bearing Ratio (CBR) DMS-95%</b>			
<b>Dosificación</b>	<b>Calicata 1</b>	<b>Calicata 2</b>	<b>Calicata 3</b>
<b>Suelo Natural</b>	8.40%	10.15%	11.69%
<b>MS+1%FV</b>	11.08%	12.83%	14.37%

<b>MS+2%FV</b>	16.44%	18.16%	19.73%
<b>MS+5%FV</b>	26.27%	28.02%	29.56%

**Figura 23:** Variación del CBR a DMS-95%



Resultados de Ensayos de California Bearing Ratio (CBR) para una Densidad Máxima Seca (DMS) del 95%: La información presentada en la tabla refleja los valores resultantes de lo alcanzado al ejecutar los ensayos de CBR ejecutados en muestras de subrasante de la Avenida El Paraíso, en el distrito de San Antonio, Moquegua. Estos ensayos se llevaron a cabo considerando una DMS del 95%, tanto con cómo sin la incorporación controlada de fibra de vidrio.

El CBR, un ensayo de penetración, se utiliza para evaluar la capacidad resistente a la acción del esfuerzo debido al efecto de la cortante de un terreno compactado. Los resultados de las calicatas 1, 2 y 3 muestran que el suelo natural tiene un CBR de 8.40%, 10.15% y 11.69%, respectivamente. Estos valores sugieren que el suelo natural posee una capacidad de carga muy baja.

Impacto de la Adición de Fibra de Vidrio en el California Bearing Ratio (CBR) del Suelo: La incorporación controlada de fibra de vidrio al suelo presenta un aumento en el CBR, ya que los filamentos de cristal actúan como un agente con el fin de ejercer el refuerzo, fortaleciendo la resistencia del suelo al esfuerzo cortante. Al mismo tiempo que se aumenta la distribución de los filamentos de cristal, se evidencia un incremento correspondiente en el CBR del suelo. Por ejemplo, en la calicata 1, el CBR del suelo se eleva a 11.08% con la añadidura del uno por ciento

de filamentos de cristal, y alcanza el 26.27% con la inserción del 5% de fibra de vidrio.

Estos resultados indican que la inserción de fibra de vidrio constituiría una estrategia eficiente para mejorar la cualidad de soporte de los estratos del terreno. Al elevar el CBR, la fibra de vidrio contribuye a hacer el suelo más resistente a la deformación, proporcionando un aumento potencial en la capacidad de carga del terreno. En resumen, los experimentos de CBR destacan el impacto significativo de la añadidura de filamentos de cristal en la capacidad de carga del suelo, fortaleciendo su capacidad resistente a los esfuerzos generados por la cortante.

Optimización de la Dosificación de Fibra de Vidrio para Mejorar el CBR: Se observa que una dosificación mínima de fibra de vidrio del 1% es necesaria para lograr un aumento significativo en el CBR. A medida que se incrementa la dosificación de fibra de vidrio, se observa un aumento proporcional en el efecto de mejora del CBR.

Comparación de los Resultados entre los Ensayos de CBR DMS-100% y CBR DMS-95%: Los resultados obtenidos de los ensayos de CBR DMS-100% y CBR DMS-95% indican que la incorporación de fibra de vidrio tiene un impacto similar en ambas propiedades. En términos generales, se aprecia un aumento en el CBR del suelo con la adición de fibra de vidrio, tanto en DMS-100% como en DMS-95%. La distinción entre los valores de CBR DMS-100% y CBR DMS-95% radica en que el primero se evalúa en el suelo compactado a su máxima densidad seca, mientras que el segundo se mide en el suelo compactado al 95% de su máxima densidad seca.

Los resultados de las pruebas indican que incorporar fibra de vidrio podría ser un método efectivo para incrementar la capacidad de carga del suelo, incluso en densidades inferiores a la máxima densidad seca.

## Prueba de hipótesis

### Prueba de normalidad Shapiro-Wilks propiedades físicas

La prueba de Shapiro-Wilk es un análisis estadístico empleado para examinar la normalidad de un conjunto de datos.

### Nivel de significancia

Confianza 95%

Significancia (alfa) 5%

**Hipótesis específica 1:** Existe una variación significativa de las propiedades físicas de la subrasante con la adición controlada de fibra de vidrio en la Av. El Paraíso del distrito de San Antonio Moquegua.

Formulación de hipótesis estadística:

H<sub>0</sub>: Las variables propiedades físicas del suelo siguen una distribución normal.

H<sub>a</sub>: Las variables propiedades físicas del suelo no siguen una distribución normal.

### Regla de decisión

Si  $p < 0.05$  rechazamos la H<sub>0</sub> y aceptamos la H<sub>a</sub>.

Si  $p \geq 0.05$  aceptamos la H<sub>0</sub> y rechazamos la H<sub>a</sub>.

**Tabla 22:** Prueba de normalidad de las propiedades Físicas

Prueba de normalidad	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Suelo natural Limite Liquido	,933	3	,502
Suelo Estabilizado MS+5%FV (Limite Liquido)	,923	3	,464
Suelo natural Limite Plástico	,979	3	,722
Suelo Estabilizado MS+5%FV (Limite Plástico)	,936	3	,510
Suelo natural Índice de plasticidad	,999	3	,945
Suelo Estabilizado MS+5%FV (Índice de Plasticidad)	,773	3	,052

Fuente: Análisis de datos SPSS statistics v28



La tabla exhibe los resultados derivados de la aplicación de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk a los datos relacionados con el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, tanto en el suelo en su estado natural como en el suelo estabilizado mediante la incorporación de fibra de vidrio. El valor p obtenido de dicha prueba proporciona una evaluación de la probabilidad de que los datos estén asociados a una distribución normal. La presencia de un valor p menor a 0,05 indica la improbabilidad de que los datos tengan su origen en una distribución normal.

Respecto a la información recopilada sobre los valores de límite líquido y límite plástico, tanto en el suelo natural como en el suelo estabilizado con filamentos cerámicos basados en dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) extremadamente finos, se observa que los valores p exceden el umbral de 0,05. Esta observación sugiere que los datos se ajustan a una distribución normal. Similarmente, en relación a los datos correspondientes al índice de plasticidad del suelo estabilizado con fibra de vidrio, el valor p también exhibe una magnitud superior a 0,05, lo cual indica que los datos han sido derivados de una distribución normal.

Los resultados obtenidos permiten mantener la suposición inicial, es decir, no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Por el contrario, la hipótesis alternativa, que proponía una diferencia o cambio, no encuentra sustento en los datos analizados y, por lo tanto, es descartada. La prueba de normalidad señala que los datos relacionados con el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, tanto en el terreno natural como en el suelo estabilizado con fibra de vidrio, son apropiados para el análisis mediante técnicas estadísticas que asumen una distribución normal, específicamente, métodos paramétricos. Ante esta situación, se opta por emplear la prueba t para muestras independientes.

### **Prueba de normalidad Shapiro-Wilks propiedades Mecánicas**

El ensayo de Shapiro-Wilk constituye una herramienta estadística empleada para verificar la normalidad en un conjunto de datos.

#### **Nivel de significancia**

Confianza 95%

Significancia (alfa) 5%

**Hipótesis específica 1:** Existe una variación significativa de las cualidades mecánicas del apoyo incondicional de la estructura en la carretera con la cual va a resistir los diferentes puntos de cargas verticales y deformaciones, con la añadidura regulada de filamentos de cristal en la Av. El Paraíso del distrito de San Antonio Moquegua.

Formulación de hipótesis estadística:

H<sub>0</sub>: Las variables propiedades mecánicas del suelo siguen una distribución normal.

H<sub>a</sub>: Las variables propiedades mecánicas del suelo no siguen una distribución normal.

### Regla de decisión

Si  $p < 0.05$  rechazamos la H<sub>0</sub> y aceptamos la H<sub>a</sub>.

Si  $p \geq 0.05$  aceptamos la H<sub>0</sub> y rechazamos la H<sub>a</sub>.

**Tabla 23:** Prueba de normalidad de las propiedades Mecánicas

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Suelo natural contenido óptimo de humedad	,816	3	,153
Suelo Estabilizado MS+5%FV (contenido óptimo de humedad)	,814	3	,149
Suelo natural Densidad máxima seca	,855	3	,253
Suelo Estabilizado MS+5%FV (Densidad máxima seca)	,750	3	,400
Suelo natural CBR a 100%DMS	,997	3	,895
Suelo Estabilizado MS+5%FV (CBR a 100%DMS)	,997	3	,899
Suelo natural CBR a 95%DMS	,999	3	,930
Suelo Estabilizado MS+5%FV (CBR a 95%DMS)	,999	3	,930

Fuente: Análisis de datos SPSS statistics v28

Los hallazgos de la evaluación de normalidad indican que el contenido de humedad óptimo, tanto para el suelo en su estado natural como para el suelo reforzado con fibra de vidrio, sigue una distribución de probabilidad normal. El valor p asociado al porcentaje de humedad para el cual un suelo sometido a una energía de

compactación determinada presenta su máxima densidad supera el umbral de 0,05, lo que respalda la aceptación de la hipótesis nula, indicando que los datos exhiben una distribución normal.

Asimismo, la prueba de normalidad revela que la mayor densidad que puede alcanzar un suelo al ser compactado a la humedad óptima con fibra de vidrio también sigue una distribución normal. El valor p asociado a la densidad máxima seca es mayor que 0,05, respaldando la decisión de mantener la hipótesis nula, la cual plantea que los datos siguen una distribución normal.

Los hallazgos relativos a los valores de Índice de Soporte de California (CBR) obtenidos tanto al 100% como al 95% de la densidad máxima seca, tanto para el suelo en su estado natural como para el suelo reforzado con fibra de vidrio, indican que los datos siguen una distribución normal según los resultados de la evaluación de normalidad realizada. Los valores p calculados para ambas variables, es decir, el CBR al 100% de la densidad máxima seca y el CBR al 95% de la densidad máxima seca, son superiores al nivel de significancia establecido en 0,05. Esto indica que no se cuenta con evidencia estadística suficiente para descartar o refutar la hipótesis nula, la cual plantea que los datos siguen una distribución normal. En consecuencia, se concluye que los datos del CBR a 100% de la DMS y el CBR a 95% de la DMS se ajustan a una distribución acampanada.

En términos generales, los hallazgos del análisis para determinar si los datos siguen una distribución normal indican que las propiedades mecánicas de los suelos, tanto en su estado natural como estabilizados con fibra de vidrio, siguen una distribución normal. El valor p calculado es superior al nivel de significancia establecido previamente en 0,05. Esto sugiere que no se cuenta con evidencia estadística suficiente para descartar o refutar la hipótesis nula, la cual plantea que los datos siguen una distribución normal. Con base en los resultados obtenidos, se decide mantener la hipótesis nula y descartar la hipótesis alternativa. Estos resultados respaldan el uso de técnicas estadísticas paramétricas, como la prueba t para muestras no relacionadas, en el análisis de las características mecánicas de los suelos evaluados.

## Prueba de hipótesis

### Prueba de hipótesis comparación de medias “t” para las propiedades físicas del suelo

#### Planteamiento de hipótesis

Ho:  $\mu_1 = \mu_2$  las medias son iguales, no existe una diferencia significativa entre las propiedades físicas del suelo en estado natural y las propiedades mejoradas con fibra de vidrio.

Ha:  $\mu_1 \neq \mu_2$  los valores promedio presentan discrepancias, hay una diferencia notable entre las características físicas del suelo .en su condición original, sin modificaciones, y las propiedades físicas mejoradas del suelo que ha sido estabilizado mediante la incorporación de fibra de vidrio.

#### Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$  (Alfa)

#### Prueba estadística

Prueba t para muestras relacionadas

#### Criterio de decisión

Si  $p \geq 0.05$ , aceptamos la Ho y rechazamos la Ha

Si  $p < 0.05$ , rechazamos la Ho y aceptamos la Ha

#### Resultado de la aplicación de prueba t

Tabla 24: Prueba de hipótesis “t” para muestras emparejadas propiedades físicas

Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
95% de intervalo de confianza de la diferencia				
Inferior	Superior			

Par	Suelo natural Limite Liquido				
1	Suelo Estabilizado MS+5%FV (Limite Liquido)	20,07547	44,99786	11,234 2	,008
Par	Suelo natural Limite Plástico				
2	Suelo Estabilizado MS+5%FV (Limite Plástico)	10,14598	20,59402	12,659 2	,006
Par	Suelo natural Índice de plasticidad				
3	Suelo Estabilizado MS+5%FV (Índice de Plasticidad)	5,79059	26,48941	6,710 2	,021

Fuente: Análisis de datos SPSS statistics v28

La tabla presenta los hallazgos de la prueba estadística t para muestras emparejadas, aplicada a las características físicas del terreno, tanto en su estado original como en su versión reforzada con fibra de vidrio. Esta evaluación comparativa se utiliza para determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de dos muestras emparejadas, específicamente en cuanto al contenido de humedad de límite líquido, el contenido de humedad de límite plástico y la amplitud del rango plástico, también conocida como índice de plasticidad, del suelo en su estado natural y del suelo que ha sido estabilizado mediante la incorporación de fibra de vidrio.

Los hallazgos de la prueba estadística t revelan una diferencia notable entre los valores promedio del porcentaje con que un suelo cambia de la consistencia líquida a la plástica, así como el porcentaje de contenido de humedad con que un suelo cambia de la consistencia plástica a la semisólida, el porcentaje del peso en seco de la muestra de suelo natural y el suelo estabilizado con fibra de vidrio. En lo que respecta al límite líquido, la diferencia media es del 20,07547%, con un intervalo de confianza del 95% entre 11,234% y 44,99786%. El resultado estadístico obtenido muestra un valor p de 0,008, el cual es menor al nivel de significancia establecido de 0,05. Esto sugiere que es poco probable que la diferencia observada entre las medias sea simplemente cero, si en realidad no existiera una diferencia real entre las medias de las dos poblaciones o muestras comparadas.

Con relación al límite plástico, la diferencia media es del 10,14598%, con un intervalo de confianza del 95% entre 12,659% y 20,59402%. El valor p obtenido es de 0,006, el cual es inferior al nivel de significancia de 0,05. Esto sugiere que es

muy poco probable que la diferencia observada entre las medias sea cero si en realidad no existiera una diferencia real entre las medias de las dos poblaciones o muestras. En cuanto al índice de plasticidad, la diferencia media es del 5,79059%, con un intervalo de confianza del 95% entre 6,710% y 26,48941%. El valor p es 0,021, menor que 0,05, indicando que es improbable que la diferencia media sea cero si en realidad no existiera discrepancia entre los valores comunes de las dos muestras.

Los hallazgos de la prueba de hipótesis t destacan que la introducción de fibra de vidrio al suelo natural tiene un efecto significativo en las características físicas del terreno. Específicamente, la incorporación de fibra de vidrio al suelo aumenta el límite de fluidez, punto de transición plástico-sólido y rango de plasticidad del terreno, atribuido a la acción de refuerzo de los filamentos cerámicos basados en dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) extremadamente finos que potencia la resistividad del suelo ante la deformación.

### **Prueba de hipótesis comparación de medias “t” para las propiedades mecánicas del suelo**

#### **Planteamiento de hipótesis**

Ho:  $\mu_1 = \mu_2$  los valores promedio son semejantes, no se observa una disparidad notable entre las propiedades mecánicas del terreno en condiciones normales y las cualidades potenciadas con filamentos cerámicos basados en dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) extremadamente finos.

La hipótesis alternativa Ha:  $\mu_1 \neq \mu_2$  plantea que los valores promedios son diferentes, existe una discrepancia considerable entre las propiedades mecánicas del terreno en condiciones normales y las propiedades mejoradas con filamentos de cristal.

#### **Nivel de significancia**

$\alpha = 0.05$  (Alfa)

#### **Prueba estadística**

Prueba t para muestras relacionadas

## Criterio de decisión

Si  $p \geq 0.05$ , aceptamos la  $H_0$  y rechazamos la  $H_a$

Si  $p < 0.05$ , rechazamos la  $H_0$  y aceptamos la  $H_a$

## Resultado de la aplicación de prueba t

**Tabla 25:** Prueba de hipótesis “t” para muestras emparejadas propiedades mecánicas

		Diferencias emparejadas				
		95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Inferior	Superior			
Par 1	Suelo natural contenido óptimo de humedad Suelo Estabilizado MS+5%FV (contenido óptimo de humedad)	2,43100	4,01567	17,504	2	,003
Par 2	Suelo natural Densidad máxima seca Suelo Estabilizado MS+5%FV (Densidad máxima seca)	-,06484	-,01516	-6,928	2	,020
Par 3	Suelo natural CBR a 100%DMS Suelo Estabilizado MS+5%FV (CBR a 100%DMS)	-18,82448	-17,27552	-100,278	2	,000

Fuente: Análisis de datos SPSS statistics v28

La tabla presenta los descubrimientos del análisis estadístico de hipótesis t para muestras relacionadas aplicada a las características mecánicas del terreno, ya sea en su estado original como reforzado con filamentos de cristal. En este contexto, la prueba de hipótesis t se emplea para evaluar si existe una disparidad considerable entre los valores promedio de humedad de compactación óptima, densidad máxima seca y CBR a 100% de DMS del terreno inalterado y del terreno estabilizado con filamentos de cristal.

Los hallazgos del análisis de hipótesis t para muestras relacionadas revelan que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los valores promedio del contenido óptimo de humedad, densidad máxima seca y CBR a 100% de DMS del terreno inalterado y del terreno mejorado con filamentos cerámicos basados en dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) extremadamente finos. En cuanto al contenido óptimo de humedad, la diferencia media es del 2,43100%, con un intervalo de confianza del

95% entre 1,750% y 4,01567%. El valor p de la prueba es de 0,003, menor que 0,05, sugiriendo que es improbable que la diferencia media sea nula si no existe una variación entre el valor promedio de las dos muestras.

En relación a la densidad máxima seca, la diferencia media es de  $-0,06484 \text{ g/cm}^3$ , con un intervalo de confianza del 95% entre  $-0,01516 \text{ g/cm}^3$  y  $-0,01516 \text{ g/cm}^3$ . El valor p de la prueba es de 0,020, menor que 0,05, indicando que es improbable que la diferencia media sea cero si no hay una diferencia real entre los valores medios de las dos series de datos. En referencia al CBR a 100% de DMS, la diferencia media es de  $-18,82448\%$ , con un intervalo de confianza del 95% entre  $-17,27552\%$  y  $-100,278\%$ . El valor p de la prueba es 0,000, el cual es menor que el nivel de significancia de 0,05. Esto indica que es muy improbable que la diferencia de medias sea cero si en realidad no existe una diferencia entre las medias de las dos grupos.

Estos hallazgos indican que la incorporación de filamentos de cristal al terreno natural tiene un efecto importante y positivo en las propiedades mecánicas del terreno. Específicamente, la adición de filamentos de cristal al suelo disminuye el porcentaje óptimo de humedad y la densidad que puede alcanzar un suelo al ser compactado a la humedad óptima del terreno, pero incrementa de manera significativa el CBR a 100% de DMS. Este fenómeno se explica por la acción de refuerzo de los filamentos de cristal, que aumentan la capacidad portante del terreno ante la deformación.



## V. DISCUSIÓN

La mejora correlacional y significativa identificada en la tesis, al añadir fibra de vidrio con dosificaciones controladas a las superficies terminadas de la carretera a nivel de movimiento de tierras en la Avenida El Paraíso, ubicada en el sector de San Antonio, provincia de Moquegua, presenta resultados beneficiosos tanto en las características físicas como en las propiedades de esfuerzo-deformación del terreno. La reducción en el estado donde el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido, junto con un índice de plasticidad más óptimo, sugiere una mayor estabilidad y manejabilidad del terreno. Además, el incremento en la resistencia al esfuerzo cortante del suelo evidencia un mejoramiento en las propiedades mecánicas, lo que puede tener implicaciones positivas en la construcción y mantenimiento de pavimentos.

Al contrastar estos resultados con el artículo de Rabab'ah et al. (2021), se observan similitudes en los beneficios asociados con la adición de fibras de vidrio a la subrasante. Ambos estudios muestran que la introducción de fibras de vidrio contribuye a incrementar la capacidad portante del suelo, medida a través de parámetros como UCS, ITS y CBR. Además, la reducción en los índices de expansión del suelo sugiere una mayor estabilidad y capacidad de carga.

La variabilidad en los resultados podría atribuirse a factores específicos de cada ubicación, como las condiciones del suelo local, el clima, y las variaciones en las metodologías de estudio. En tu investigación, los beneficios observados podrían explicarse por las características particulares del suelo en la Avenida El Paraíso, mientras que el estudio de Rabab'ah et al. se basa en sus propias condiciones de prueba. Cabe destacar que los estudios realizados avalan el planteamiento de que la fibra de vidrio puede ser una alternativa eficaz para fortalecer la capa de subrasante en la construcción de pavimentos. La reducción en el espesor necesario para el pavimento, como se indica en el artículo de Rabab'ah et al., podría tener implicaciones económicas y medioambientales positivas.

En resumen, aunque los resultados específicos pueden variar según las condiciones locales, ambas investigaciones confirman la capacidad de los

filamentos de vidrio para potenciar las propiedades físicas y aspectos mecánicos cuando se utilizan como material de refuerzo de la subrasante, lo que tiene aplicaciones beneficiosas en la construcción de pavimentos.

El suelo en su condición original en la Avenida El Paraíso, ubicada en el Distrito San Antonio, provincia de Moquegua, no satisface los requisitos normativos debido a su elevada plasticidad, alto límite líquido y bajo valor de CBR. Estos resultados sugieren que el suelo es arcilloso con características deficientes, con propiedades que lo hacen menos adecuado para soportar cargas y cumplir con los estándares requeridos para la construcción de pavimentos. Al comparar estos hallazgos con la investigación de Soberon Monja (2022), que se centra en la mejora de subbases destinadas a pavimentación mediante la adición de vidrio triturado, se pueden observar similitudes y diferencias. Ambos estudios buscan mejorar las propiedades del suelo, pero utilizan enfoques diferentes.

En la tesis, la incorporación de insumos de filamentos de vidrio se orienta a reafirmar y reforzar los materiales a los que se incorpora, en este caso se centra en mejorar sus cualidades mecánicas de la subrasante y, especialmente la capacidad de soporte (CBR). Por otro lado, en la investigación de Soberon Monja, se emplea vidrio triturado para mejorar tanto las características físicas como las propiedades mecánicas del suelo arcilloso. Ambos estudios coinciden en que la adición de materiales (ya sea fibra de vidrio o vidrio triturado) conlleva mejoras en las propiedades del suelo, como se evidencia en los resultados del CBR. Sin embargo, es importante señalar que el enfoque de Soberon Monja utiliza diferentes proporciones de vidrio triturado y evalúa diferentes tamaños de partículas para determinar la mezcla óptima.

Además, la investigación de Soberon Monja destaca la viabilidad económica de la estabilización con vidrio en comparación con el uso de cemento Portland o cal viva. Este hallazgo puede ser relevante en términos de costos y sostenibilidad, proporcionando una alternativa más rentable para perfeccionar las características del suelo.

Ambos estudios apuntan hacia el mejoramiento de las características de suelos que aumenta sus propiedades mecánicas a través de enfoques y materiales diferentes.

La investigación de Soberon Monja complementa el trabajo al proporcionar información sobre proporciones óptimas de vidrio triturado y destacar aspectos económicos que podrían ser considerados en futuros proyectos de construcción de pavimentos.

La investigación destaca una mejora significativa en las propiedades físicas de la subrasante ubicada en la Avenida Paraíso en el Distrito de San Antonio, Moquegua, mediante el incremento regulado de insumos de filamento de vidrio. El análisis estadístico muestra diferencias significativas entre las propiedades de los suelos en estado natural y aquellos manipulados con un 5% de fibra de vidrio. Específicamente, se logró optimizar el límite líquido del suelo, reduciéndolo de 63.88% a 31.89%, 35.04%, 22.13% en las calicatas estudiadas con un incremento sustancial del 5% del insumo de filamentos de vidrio.

Contrastando estos resultados con la investigación de Sabri et al. (2022), que se enfoca en el uso de micropilotes de fibra de vidrio orientados verticalmente como elementos de refuerzo del suelo, se observan diferencias en los métodos y objetivos de estudio. Mientras que la investigación se centra en la mejora de la subrasante a nivel superficial mediante la adición de fibra de vidrio, Sabri et al. buscan reforzar el suelo en profundidad utilizando elementos prefabricados de filamentos de vidrio.

En tu estudio, la inclusión de fibra de vidrio produce un avance notable en los atributos físicos superficiales del terreno, especialmente en el límite líquido. Por otro lado, Sabri et al. se centran en el comportamiento del suelo arenoso blando reforzado en profundidad, observando un aumento en las propiedades de deformación a diferentes presiones aplicadas.

Es importante destacar que ambos estudios muestran la eficacia de la fibra de vidrio como agente de mejora del suelo, pero en contextos y aplicaciones diferentes. Mientras que la investigación se concentra en la mejora superficial para pavimentación, Sabri et al. exploran la mejora del suelo en profundidad utilizando micropilotes de fibra de vidrio.

En resumen, aunque los métodos y objetivos difieren entre ambos estudios, la investigación de Sabri et al. respalda la idea de que la fibra de vidrio puede mejorar

las propiedades del suelo. Cada estudio proporciona información valiosa sobre la aplicación de la fibra de vidrio en contextos específicos de ingeniería geotécnica y pavimentación, contribuyendo al conocimiento general sobre el uso de este material en la mejora del suelo.

La conclusión de la investigación resalta la mejora significativa en las cualidades mecánicas de la subrasante localizada en la Avenida El Paraíso en el Distrito de San Antonio, Moquegua, al agregar controladamente fibra de vidrio al suelo natural. Los análisis estadísticos revelan diferencias notables entre las cualidades físicas del terreno en su condición original y aquellas de las muestras tratadas con un 5% de material de filamentos de vidrio, encontrándose que este aditivo disminuye el porcentaje ideal de humedad, incrementa el peso específico seco máximo y mejora significativamente el valor de CBR del suelo.

Contrastando estos resultados con el estudio realizado por Kehinde A. et al. (2020), que investigó el efecto de la fibra de vidrio sobre las propiedades del suelo laterítico en Nigeria, se pueden observar similitudes y diferencias. Ambos estudios respaldan la idea de que la fibra de vidrio puede mejorar las propiedades mecánicas del suelo, pero en contextos y suelos diferentes. En la investigación, la fibra de vidrio demostró reducir la cantidad de humedad, aumentar la densidad máxima seca y mejorar el CBR en suelos arcillosos de la Avenida El Paraíso. Estos resultados sugieren que la fibra de vidrio puede disminuir la cantidad de humedad en la estabilización y mejora de las características mecánicas superficiales del terreno.

En el estudio de Kehinde A. et al., se utilizó suelo laterítico, y la adición de fibra de vidrio también resultó en mejoras en la densidad seca máxima y el CBR. Se destacan resultados similares en términos de aumento de la capacidad de carga y resistencia del suelo mediante la adición de fibra de vidrio.

Una diferencia clave entre ambos estudios es la cantidad de fibra de vidrio utilizada. En la investigación, se utilizó un 5% de fibra de vidrio, mientras que Kehinde A. et al. encontraron que las fibras de vidrio tuvieron un efecto óptimo en el suelo entre 0.2% y 0.4%. Esto sugiere que la cantidad óptima de fibra de vidrio puede variar según el tipo de suelo y el objetivo de mejora.

Finalmente, tanto la investigación como la de Kehinde A. et al. respaldan la idea de que el insumo de fibra de vidrio puede mejorar las características mecánicas del suelo. Sin embargo, es crucial considerar las diferencias en los suelos y las cantidades de fibra de vidrio utilizadas al interpretar y aplicar los resultados en contextos específicos de ingeniería geotécnica y pavimentación.

## VI. CONCLUSIONES

- 1) La adición de fibra de vidrio en dosificaciones controladas produjo una mejora significativa y correlacionada en las propiedades de los suelos de la subrasante de la Avenida El Paraíso en el distrito de San Antonio, Moquegua. Se pudo reducir optimiza las propiedades físicas, reduciendo el límite líquido y el límite plástico del suelo y logrando un índice de plasticidad más óptimo. Además, las propiedades mecánicas mejoraron, logrando incrementar la capacidad de resistencia al corte del suelo.
- 2) Los valores finales obtenidos permiten concluir que el suelo en su condición original, sin ningún tipo de intervención, no satisface los estándares técnicos y de calidad establecidos en la normativa aplicable para su uso en determinadas aplicaciones o proyectos de ingeniería. ya que el límite líquido es superior al límite permitido ( $63.88\% > 25\%$ ). Además, el índice de plasticidad es superior al límite permitido ( $24.50\% > 6\%$ ). Estos resultados indican que el suelo en estado natural es un suelo arcilloso de baja calidad, que se caracteriza por su alta plasticidad. El valor del CBR también estuvo por debajo del límite permitido ( $8.40\% < 30\%$ ), esto implica que el suelo presenta una resistencia o capacidad de soporte insuficiente, por debajo del valor mínimo aceptable según la normativa, lo cual limita su aptitud para soportar las cargas y esfuerzos requeridos en la aplicación prevista.
- 3) Los estudios realizados lograron una mejora sustancial en las propiedades físicas del suelo de la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras en la avenida El Paraíso, ubicada en el distrito de San

Antonio, Moquegua; el valor de “p” ( $0.021 < 0.05$ ) y el análisis comparativo de medias “t” de 6.71 confirma que la diferencia entre las propiedades de los suelos en estado natural y la muestra manipulada con el 5% de fibra de vidrio es significativa. Se optimizó el límite líquido del suelo en estado natural de 63.88%, 62.81%, 56.90% en las calicatas estudiadas, a 31.89%, 35.04%, 22.13% para las muestras MS+5%FV, suelo con el 5% de fibra de vidrio.

- 4) El valor de “p” ( $0.020 < 0.05$ ), y la prueba de medias “t” (-100.278) denotan que la incorporación controlada del insumo fibra de vidrio al suelo natural potencia su comportamiento mecánico. La adición de fibra de vidrio disminuye el porcentaje ideal de humedad y eleva la densidad máxima seca, a su vez mejora el California Bearing Ratio del suelo; de un valor original de 12.19%, 13.92%, 15.35% en las calicatas 1, 2 y 3 respectivamente, se logró mejorar a 30.60%, 31.79%, 33.22% respectivamente con el incremento de 5% de filamento de vidrio.

## VII. RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda realizar estudios adicionales para afinar las proporciones específicas del insumo de fibra de vidrio que tengan una mejor adaptabilidad a las condiciones locales, garantizando así un balance óptimo que permitirá maximizar los beneficios de la adición del componente en mención, optimizando tanto las características físicas como mecánicas del suelo de manera integral. Esto es fundamental para lograr un desempeño y estabilidad adecuados en los proyectos de ingeniería civil y pavimentación, ya que se logrará un mejoramiento integral de las cualidades del suelo. Estos estudios adicionales pueden contribuir a una implementación más precisa y eficiente de la técnica en futuros proyectos de construcción en la inclusión de fibra de vidrio en la subrasante como una estrategia efectiva para optimizar las características del suelo.
- 2) Se recomienda realizar estudios geotécnicos detallados en cualquier proyecto de construcción futuro en la zona. Estos estudios pueden incluir análisis adicionales del límite de fluidez, grado de plasticidad y California Bearing Ratio del suelo, proporcionando información más precisa y

actualizada para guiar el diseño y la construcción. Además, se aconseja planificar intervenciones específicas para mejorar las propiedades del suelo. La aplicación de técnicas de estabilización del suelo, como la adición de materiales mejoradores o la implementación de métodos de compactación controlada, puede ser esencial para garantizar una base sólida y segura para futuras construcciones.

- 3) Se recomienda considerar la aplicación práctica de la técnica de adición de fibra de vidrio en proyectos de construcción y pavimentación reales en la zona. La confirmación de mejoras significativas en las propiedades físicas del suelo, respaldada por análisis estadísticos sólidos, sugiere que esta estrategia puede ser valiosa para la optimización de suelos en condiciones similares. Se sugiere llevar a cabo estudios adicionales para refinar la dosificación específica de fibra de vidrio que mejor se adapte a las condiciones locales. Esto permitirá una aplicación más precisa y eficiente de la técnica, optimizando aún más las cualidades físicas del suelo.

De acuerdo a los resultados concluyentes, la adición controlada de un 5% de filamentos cerámicos basados en dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) al suelo, genera mejoras significativas en sus características en un estado mecánico. Específicamente, se observa una reducción de la cantidad de humedad, un incremento en la densidad seca más alta y una mejora del California Bearing Ratio, lo que sugiere que esta técnica puede ser una estrategia efectiva para optimizar suelos en condiciones similares. Por lo tanto, se recomienda considerar la integración de esta técnica en proyectos reales de ingeniería civil y pavimentación, ya que su aplicación puede proporcionar beneficios notables en términos de estabilidad y resistencia del suelo, contribuyendo así a un diseño y construcción más robustos en futuros proyectos.

## REFERENCIAS

- A. Prokhorov, M. Zhelnin, A. Kostina, & O. Plekhov. (2020). Experimental investigation of physical and mechanical properties of processes accompanied with phase transition in water-saturated soil. *Procedia Structural Integrity, Volume 28*, 1579-1589. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.prostr.2020.10.130>
- Arias Gonzáles, J. L. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación*. Arequipa: Enfoques Consulting EIRL. <https://cutt.ly/FKuDZZW>
- Arias, F. (2017). *Metodología de la investigación. Serie integral por competencias (3ra Ed.)*. México: Grupo Editorial Patria. [https://doi.org/http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](https://doi.org/http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)
- Atteaa Al-hassany, M., Al-Dulaimy, A., Al-Sammarraie, A., & Abed Fares, A. (2020). Effect of fiberglass form on the tensile and bending characteristic of epoxy composite material. *AIMS Materials Science, Volumen 7(5)*, 583–595. <https://doi.org/doi:10.3934/matersci.2020.5.583>
- Avdeeva, A., Shlykova, I., Perez, M., Antonova, M., & Belyaeva, S. (2016). Chemical properties of reinforcing fiberglass in aggressive media. *MATEC Web de Conferencias, Volumen 56(9)*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1051/mateconf/20165301004>
- Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la Investigación*. Cd. de México: Grupo Editorial Patria®.
- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Bogotá D.C., Colombia: Pearson Educación de Colombia Ltda. <https://doi.org/https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/EI-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Cáceres Cárdenas, L. A., Eslava Moreno, K. I., & Álvarez Vega, E. R. (2022). Efecto de la aplicación de cáñamo en las propiedades de resistencia y resistividad de una arcilla. *Revista Logos Ciencia & Tecnología, Vol 14(3)*, 8-23. <https://doi.org/https://doi.org/10.22335/rict.v14i3.1650>



- Fidias G, A. (2012). *El poryecto de investigación Introducción a la metodología científica*. Caracas, Venezuela: EDITORIAL EPISTEME, C.A.  
[https://www.researchgate.net/publication/301894369\\_EL\\_PROYECTO\\_DE\\_INVESTIGACION\\_6a\\_EDICION](https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION)
- Gao, L., Luo, Y., Kang, Y., Gao, M., & Abdulhafidh, O. (2021). Experimental Study on Physical Mechanical Properties and Microstructure of Diatomite Soil in Zhejiang Province, China. *Applied Sciences*, Vol 12(387).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app12010387>
- Gerrero Dávila, G., & Gerrero Dávila, M. C. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Heitor, A., Parkinson, J., & Kotzur, T. (2021). The Role of Soil Stabilisation in Mitigating the Impact of Climate Change in Transport Infrastructure with Reference to Wetting Processes. *Applied Sciences*, 11(10).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app11031080>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A.  
[https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n\\_Sampieri.pdf](https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf)
- Jain, G., Sonkar, T., Kumar, N., Kumar, N., & Pant, R. (2019). A Study of Fiberglass Material with Different Compositions. *International Conference on Advances in Engineering Science Management & Technology (ICAESMT)*.  
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3385381>
- Jigheh, H., & Bagheri, M. (2022). Compressibility and cracking properties of soft soils treated with a polymeric stabiliser. *ICE Virtual Library*, 15(1).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1680/jgrim.20.00072>
- Kehinde A., S., Igbokwe I., E., Okon J., E., & Koku-Ojumu B., E. (2020). Geotechnical Properties of Lateritic Soil Stabilized with Glass Fiber. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, Volumen 09(9). <https://www.ijert.org/geotechnical-properties-of-lateritic-soil-stabilized-with-glass-fiber>
- Kogan, J., & Bondorevsky, D. (2016). La infraestructura en el desarrollo de América Latina. *Economía y Desarrollo*, 168-186.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0252-85842016000100012](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-85842016000100012)

- Linares Chavez, R. R., Aguilar Rojas, M. E., & Rojas De La Puente, E. E. (2020). *Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido*. Amazonas - Perú: Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v3i2.612>
- Lindh , P., & Lemenkova, P. (2023). Geotechnical Properties of Soil Stabilized with Blended Binders for Sustainable Road Base Applications. *Construction Materiales*, 11(1), 110–126. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/constrmater3010008>
- M. Gómez, M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Córdoba - Argentina: Editorial Brujas.
- Marçal Gandia, R., Rezende de Souza, G., Levate Macedo, L., Coímbra de Paula, W., Damiany Portela, J., & Carlos Gomes, F. (2020). Physical and mechanical behavior in soil matrix materials due to residues addition and burning temperature. *Society and Development*, V. 9(11). <https://doi.org/https://doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10308>
- Martín-Sanz, J., Valverde Asenjo, I., Ana de Santiago, M., Quintana Nieto, J., González Huecas, C., & López Lafuente, A. (2022). Estudio de la influencia del uso del suelo en las relaciones entre variables físico-químicas a través de análisis de redes. *Revista de Ciências Agrárias*, 45(4), 180-183. <https://doi.org/https://doi.org/10.19084/rca.28376>
- Moreno Maroto, J., Azcárate, J., & O'Kelly, B. (2021). Review and critical examination of fine-grained soil classification systems based on plasticity. *Applied Clay Science*, Volume 200(11). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105955>
- National Lime Association. (2004). *Manual de estabilización de suelo tratado con cal: estabilización y modificación con cal*. Publicación de la Nacional Lime Association. [https://www.lime.org/documents/publications/free\\_downloads/construct-manual-spanish2004.pdf](https://www.lime.org/documents/publications/free_downloads/construct-manual-spanish2004.pdf)

- Noel Cornelio, E. (2022). *Estabilización de suelo utilizando polvo de vidrio reciclado en jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, Barranca*. Universidad Nacional de Barranca. <https://hdl.handle.net/20.500.12935/127>
- Noriega Armas, Y. V., Vives Arroyo, J. A., & Muñoz Pérez, S. P. (2022). Uso de estabilizadores de suelo: una revisión del impacto al corte y asentamiento. *Avances Investigación En Ingeniería*, 30-45. <https://doi.org/https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.6856>
- Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M., Palacios Vilela, J., & Romero Delgado, H. (2018). *Metodología de la investigación de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis 5a.Edición*. Lima, Perú: Ediciones de la U Conocimiento a su alcance. [https://edicionesdelau.com/wp-content/uploads/2018/09/Anexos-Metodologia\\_Ñaupas\\_5aEd.pdf](https://edicionesdelau.com/wp-content/uploads/2018/09/Anexos-Metodologia_Naupas_5aEd.pdf)
- O'Kelly, B., Azcárate, J., & Moreno Maroto, J. (2023). A Comprehensive Review of Soil Remolding Toughness Determination and Its Use in the Classification of Fine-Grained Soils. *Applied Sciences, Voluumen* 13(9). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app13095711>
- Ossa H., A., Cano M., F., Arango M., J., & Montoya, C. (2007). Comparative study of the mechanical properties of glass and keratin fibers. *Scientia et Technica Año XIII*, 36(1).
- Ozdemir, M. (2016). Improvement in Bearing Capacity of a Soft Soil by Addition of Fly Ash. *Procedia Engineering, Volume* 143(3), 498–505. <https://doi.org/doi:10.1016/j.proeng.2016.06.063>
- Qiao, F., Bo, J., Qi, W., Wang, L., Chang, C., Zhang, Z., & Wang, J. (2020). Study on the dynamic characteristics of soft soil. *RSC Advances, Vol* 10(8), 4630–4639. <https://doi.org/doi:10.1039/c9ra05700e>
- Quispe Salazar, D. M., & Cosio Guillén, V. N. (2022). *Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de un suelo arcilloso empleando vidrio reciclado en polvo para su uso como subrasante en la vía fundo Molleray, San Sebastián-Cusco*. Universidad Andina de Cuzco. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/5439>
- Rabab'ah, S., Al Hattamleh, O., Aldeeky, H., & Abu Alfoul, B. (2021). Effect of glass fiber on the properties of expansive soil and its utilization as subgrade

- reinforcement in pavement applications. *Case Studies in Construction Materials*, 14(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00485>
- Rosas, D. A., Burgos, D., Branch, J. W., & Corbi, A. (2023). Automatic determination of the Atterberg limits with machine learning. *DYNA*, vol. 89(224), 34-42. <https://doi.org/https://doi.org/10.15446/dyna.v89n224.102619>
- Sabri Sabri, M., Ivanovich Vatin, N., Nurmukhametov, R., Budimirovich Ponomarev, A., & Mikhailovich Galushko, M. (2022). Vertical Fiberglass Micropiles as Soil-Reinforcing Elements. *Materials*, 15(7). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ma15072592>
- Singh, D., Kumar, V., & Tiwari, R. (2023). Assessment of Effect of Glass Fiber on the Geotechnical Properties of Black Cotton Soil. *National Conference on Structural and Geotechnical Engineering*. <https://doi.org/doi:10.1088/1757-899X/1273/1/012019>
- Soberon Monja, B. B. (2022). *Estabilización de suelos arcillosos usando vidrio reciclado molido para su uso como subrasante mejorada en pavimentos urbanos en la urb. Ciudad del Chofer, Chiclayo 2019*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/5368>
- Verma, H., Ray, A., Rai, R., Gupta, T., & Mehta, N. (2021). Ground improvement using chemical methods: A review. *Heliyon*, Volume 7(7). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07678>
- Vitales, V., Amaludin, A., Ho, Y., & Amaludin, N. (2022). Soil plasticity and standard proctor compaction characteristics of stabilized Kota Kinabalu clay using biomass silica (SH-85). *Material and Energy Engineering for Sustainable Advancement*, Vol 38(25). <https://doi.org/doi:10.1088/1757-899X/1217/1/012006>
- Wang, A., Dong, W., Zhan, Q., & Zhou, J. (2023). Study on Long Term Property of Soft Soil Solidified with Industrial Waste Residue and Regenerated Fine Aggregate. *Materials*, Vol 16(6). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ma16062447>
- Wei, J., Mao, X., Xu, W., Xi, C., Yan, S., Sun, T., . . . Chi, F. (2022). Experimental Research on the Effect of Fiberglass on the Performance of Epoxy Asphalt Concrete. *Sustainability*, Volumen 14(22). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su142214724>

- Yuan, B., Li, Z., Chen, Y., Ni, H., Zhao, Z., Chen, W., & Zhao, J. (2022). Mechanical and microstructural properties of recycling granite residual soil reinforced with glass fiber and liquid-modified polyvinyl alcohol polymer. *Chemosphere*, *Volume* 286(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131652>
- Zuluaga, D., Sabogal, D., Buenaventura, C., & Slebi, C. (2021). Physical and mechanical behavior of fine soil according to the content of multispecies diatoms. *International Conference on Physical Problems of Engineering (1st ICPPE)*. <https://doi.org/doi:10.1088/1742-6596/2118/1/012011>

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de Operacionalización de variables

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
<b>Variable independiente: Fibra de Vidrio</b>	La fibra de vidrio es un material compuesto ampliamente utilizado que consiste en finas fibras de vidrio entrelazadas para formar una estructura resistente y duradera. Estas fibras están hechas de vidrio fundido que se estiran en filamentos muy delgados, similares a hilos, y luego se agrupan en haces para formar tejidos o láminas. La fibra de vidrio se utiliza en una variedad de aplicaciones debido a su combinación de propiedades mecánicas, térmicas y químicas.	La estabilización de suelos con fibra de vidrio es un proceso en el que se agregan fibras de vidrio al suelo con el objetivo de mejorar sus propiedades mecánicas y de estabilidad. Las fibras de vidrio se mezclan con el suelo para proporcionar refuerzo y aumentar su resistencia a la tracción, la compresión y la erosión. Este enfoque es especialmente útil en situaciones donde se necesita mejorar la capacidad de carga del suelo y prevenir problemas de asentamiento.	Dosificaciones	MS+1%FV  MS+2%FV  MS+5%FV	Razón
<b>Variable dependiente: Comportamiento físico mecánico de los suelos</b>	El comportamiento físico-mecánico de los suelos se refiere a cómo responden los suelos a las cargas, deformaciones y condiciones ambientales. Esta comprensión es esencial en la ingeniería geotécnica para diseñar estructuras como cimentaciones, carreteras, presas y edificios de manera segura y efectiva.	En el presente estudio se plantea el mejoramiento de las propiedades del suelo a través de la adición de fibra de vidrio, es un proceso que implica modificar las propiedades de un suelo natural para mejorar su resistencia, durabilidad y otras características geotécnicas. Esto se hace mediante la incorporación de aditivos o técnicas de construcción con el objetivo de hacer que el suelo sea más adecuado para soportar cargas, reducir la erosión y minimizar problemas de asentamiento.	Propiedades estado natural	Clasificación de suelos (SUCS) Granulometría (mm) Límites de consistencia (%) Proctor modificado CBR	Razón
			Propiedades físicas	Clasificación de suelos (SUCS) Granulometría (mm) Límites de consistencia (%)	Razón
			Propiedades mecánicas	Proctor modificado (gr/cm <sup>3</sup> , %) Capacidad de soporte (CBR %)	Razón

## Anexo 2: Matriz de consistencia

**Título:** “Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso Distrito San Antonio Moquegua 2023”

**Autora:** Yulisa Nely Pilco Ninaraqui

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología				
<b>Problema general:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variable independiente:</b> Fibra de Vidrio	Dosificaciones	MS+1%FV	Fichas de observación  Especificaciones técnicas	<b>Tipo de investigación:</b> Aplicada  <b>Enfoque de la investigación:</b> Cuantitativo  <b>Diseño de la investigación:</b> Cuasi-experimental				
¿Cuál es la variación del Comportamiento físico mecánico de los suelos de la subrasante reforzados con fibra de vidrio de la avenida El paraíso en el distrito de San Antonio Moquegua 2023?	Identificar la variación del Comportamiento físico mecánico de los suelos de la subrasante reforzados con fibra de vidrio de la Av. El paraíso en el distrito de San Antonio Moquegua 2023	Existe una variación significativa del Comportamiento físico mecánico de los suelos de la subrasante reforzados con fibra de vidrio de la Av. El paraíso en el distrito de San Antonio Moquegua 2023			MS+2%FV						
					MS+5%FV						
<b>Problemas específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	<b>Variable dependiente:</b> Comportamiento físico mecánico de los suelos	Propiedades estado natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación de suelos (SUCS)</li> <li>• Granulometría (mm)</li> <li>• Límites de consistencia (%)</li> <li>• Proctor modificado</li> <li>• CBR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NTP 339.132:1998</li> <li>• NTP 339.128:1998</li> <li>• NTP 339.129:1998</li> </ul>	<b>Nivel de la investigación:</b> Explicativa  <b>Población:</b> Avenida el paraíso				
¿Cuáles son las propiedades físico mecánicas de los suelos de la subrasante en estado natural de la avenida El paraíso en el distrito de san Antonio Moquegua?	Determinar el comportamiento físico mecánico de los suelos de la subrasante en estado natural de la Av. El paraíso en el distrito de san Antonio Moquegua.	Las propiedades físico mecánicas de los suelos de la subrasante en estado natural cumplen con los requerimientos normativos en la Av. El paraíso en el distrito de san Antonio Moquegua.									
¿Cuáles son las propiedades físicas de la subrasante con la adición controlada de fibra de vidrio en la avenida El Paraíso del distrito de San Antonio Moquegua?	Identificar las propiedades físicas de la subrasante con la adición controlada de fibra de vidrio en la Av. El Paraíso del distrito de San Antonio Moquegua.	Existe una variación significativa de las propiedades físicas de la subrasante con la adición controlada de fibra de vidrio en la Av. El Paraíso del distrito de San Antonio Moquegua.						Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación de suelos (SUCS)</li> <li>• Granulometría (mm)</li> <li>• Límites de consistencia (%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NTP 339.132:1998</li> <li>• NTP 339.128:1998</li> <li>• NTP 339.129:1998</li> </ul>	<b>Muestra:</b> 3 calicatas en Av. El paraíso
¿Cuáles son las propiedades mecánicas de la subrasante con la adición controlada de fibra de vidrio en la avenida El Paraíso del distrito de San Antonio Moquegua?	Identificar las propiedades mecánicas de la subrasante con la adición controlada de fibra de vidrio en la Av. El Paraíso del distrito de San Antonio Moquegua.	Existe una variación significativa de las propiedades mecánicas de la subrasante con la adición controlada de fibra de vidrio en la Av. El Paraíso del distrito de San Antonio Moquegua.						Propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proctor modificado (gr/cm<sup>3</sup>, %)</li> <li>• Capacidad de soporte (CBR %)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NTP 339.141:1999</li> <li>• NTP 339.144:1999</li> </ul>	

Nota: MS: Muestra de Suelo; FV: Fibra de Vidrio

### Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos

## INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS



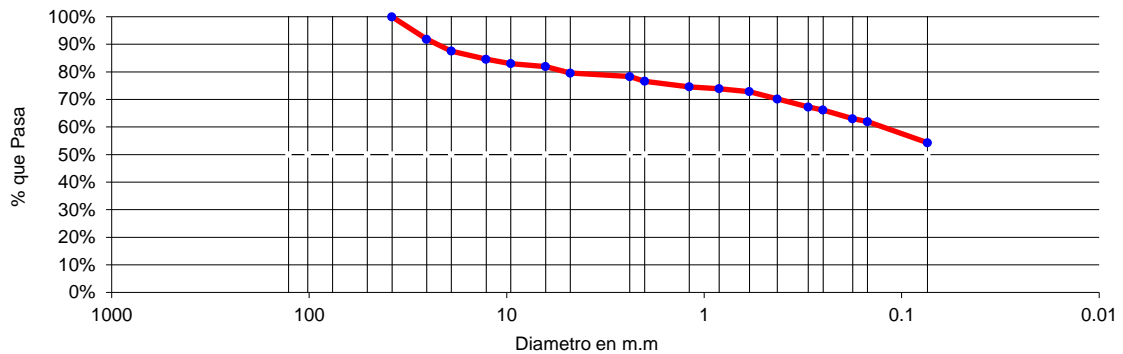
### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D - 422)

SN	MS+1%FV	MS+2%FV	MS+5%FV

Proyecto : Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso Distrito San Antonio Moquegua 2023  
 Autor : Yulisa Nely Pilco Ninaraqui  
 Ubicación : Distrito de San Antonio - Moquegua  
 Fecha : 26-08-2023

Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
Nº 4	4.760					
Nº 8	2.380					
Nº 10	2.000					
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.590					
Nº 40	0.426					
Nº 50	0.297					
Nº 60	0.250					
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.149					
Nº 200	0.074					
Fondo	0.01					
PESO INICIAL						

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado





## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha:	26-08-2023
Validador:	LOPEZ GOMEZ, ELVIS JOEL
Cargo e institución donde labora:	Ingeniero Civil, gestión de proyectos
Instrumento a validar:	Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D - 422)
Objetivo del instrumento:	Condensar datos del análisis granulométrico de los suelos
Autor del instrumento:	Yulisa Nely Pilco Ninaraqui

### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>			<b>6</b>	<b>21</b>	

### III. Coeficiente de Validez

$\frac{D + R + B}{30}$	$= \frac{27}{30} = 0.90 = 90\%$
------------------------	---------------------------------



Elvis Joel Lopez Gomez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 279037

Firma y sello del validador

## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha:	27-08-2023
Validador:	Geovana Danitza Rea Maquera
Cargo e institución donde labora:	Ingeniero Civil, Residente de Obra
Instrumento a validar:	Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D - 422)
Objetivo del instrumento:	Condensar datos del análisis granulométrico de los suelos
Autor del instrumento:	Yulisa Nely Pilco Ninaraqui

### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>			<b>4</b>	<b>24</b>	

### III. Coeficiente de Validez

$\frac{D + R + B}{30}$	$= \frac{28}{30} = 0.93 = 93\%$
------------------------	---------------------------------


Firma y sello del validador

## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha:	28-08-2023
Validador:	Carlos A. Santos Checalla
Cargo e institución donde labora:	Ingeniero Civil, gestión de proyectos pavimentos
Instrumento a validar:	Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D - 422)
Objetivo del instrumento:	Condensar datos del análisis granulométrico de los suelos
Autor del instrumento:	Yulisa Nely Pilco Ninaraqui

### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>				<b>30</b>	

### III. Coeficiente de Validez

$\frac{D + R + B}{30}$	$= \frac{30}{30} = 1.00 = 100\%$
------------------------	----------------------------------


Nombre y firma de validador

Firma y sello del validador

**1) Resultados finales de la validación del instrumento: Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D - 422).**

<b>Validador</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Colegiatura (CIP)</b>	<b>Resultado de validación</b>	<b>Conclusión</b>
Lopez Gomez, Elvis Joel	Ingeniero Civil, gestión de proyectos	279037	0.90 = 90%	Buena (B)
Geovana Danitza Rea Maquera	Ingeniero Civil, gestión de proyectos pavimentos	106372	0.93 = 93%	Buena (B)
Carlos A. Santos Checalla	Ingeniero Civil, gestión de proyectos pavimentos	122123	1.00 = 100%	Buena (B)

## INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS



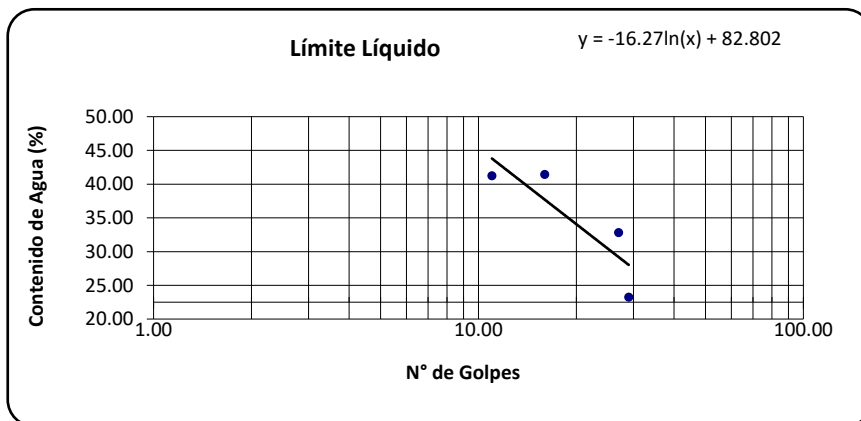
### LIMITES DE CONSISTENCIA: INDICE DE PLASTICIDAD (NTP 339.129, ASTM D4318)

SN	MS+1%FV	MS+2%FV	MS+5%FV

Proyecto : Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso Distrito San Antonio Moquegua 2023  
 Autor : Yulisa Nely Pilco Ninaraqui  
 Ubicación : Distrito de San Antonio - Moquegua  
 Fecha : 26-08-2023

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
PESO DE CAPSULA				
PESO CAPS. + SUELO HUMEDO				
PESO CAPS. + SUELO SECO				
PESO DEL SUELO SECO				
PESO DEL AGUA				
NUMERO DE GOLPES				
CONTENIDO DE AGUA (%)				

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
PESO DE CAPSULA				
PESO CAPS. + SUELO HUMEDO				
PESO CAPS. + SUELO SECO				
PESO DEL SUELO SECO				
PESO DEL AGUA				
CONTENIDO DE AGUA (%)				



<b>Límite líquido:</b>	
<b>Límite plástico:</b>	
<b>Índice de plasticidad:</b>	

## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha:	26-08-2023
Validador:	LOPEZ GOMEZ, ELVIS JOEL
Cargo e institución donde labora:	Ingeniero Civil, gestión de proyectos
Instrumento a validar:	Límites de consistencia: índice de plasticidad (NTP 339.129, ASTM D4318)
Objetivo del instrumento:	Condensar datos para el LL, LP y obtener el IP de los suelos
Autor del instrumento:	Yulisa Nely Pilco Ninaraqui

### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
<b>TOTAL</b>			<b>8</b>	<b>18</b>	

### III. Coeficiente de Validez

$\frac{D + R + B}{30}$	$= \frac{24}{30} = 0.80 = 80\%$
------------------------	---------------------------------




 Elvis Joel Lopez Gomez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 279037

Firma y sello del validador

## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha:	27-08-2023
Validador:	Geovana Danitza Rea Maquera
Cargo e institución donde labora:	Ingeniero Civil, Residente de Obra
Instrumento a validar:	Límites de consistencia: índice de plasticidad (NTP 339.129, ASTM D4318)
Objetivo del instrumento:	Condensar datos para el LL, LP y obtener el IP de los suelos
Autor del instrumento:	Yulisa Nely Pilco Ninarauqui

### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>			<b>2</b>	<b>27</b>	

### III. Coeficiente de Validez

$\frac{D + R + B}{30}$	$= \frac{29}{30} = 0.97 = 97\%$
------------------------	---------------------------------


Firma y sello del validador

## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha:	28-08-2023
Validador:	Carlos A. Santos Checalla
Cargo e institución donde labora:	Ingeniero Civil, gestión de proyectos pavimentos
Instrumento a validar:	Límites de consistencia: índice de plasticidad (NTP 339.129, ASTM D4318)
Objetivo del instrumento:	Condensar datos para el LL, LP y obtener el IP de los suelos
Autor del instrumento:	Yulisa Nely Pilco Ninaraqui

### II. Criterios de validación del instrumento

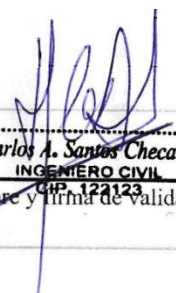

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>			<b>6</b>	<b>21</b>	

### III. Coeficiente de Validez

$\frac{D + R + B}{30}$	$= \frac{27}{30} = 0.90 = 90\%$
------------------------	---------------------------------

Nombre y firma de validador

Firma y sello del validador



**2) Resultados finales de la validación del instrumento: LIMITES DE CONSISTENCIA: INDICE DE PLASTICIDAD (NTP 339.129, ASTM D4318)**

<b>Validador</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Colegiatura (CIP)</b>	<b>Resultado de validación</b>	<b>Conclusión</b>
Lopez Gomez, Elvis Joel	Ingeniero Civil, gestión de proyectos	279037	0.80 = 80%	Buena (B)
Geovana Danitza Rea Maquera	Ingeniero Civil, gestión de proyectos pavimentos	106372	0.97 = 97%	Buena (B)
Carlos A. Santos Checalla	Ingeniero Civil, gestión de proyectos pavimentos	122123	0.90 = 90%	Buena (B)

## INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS



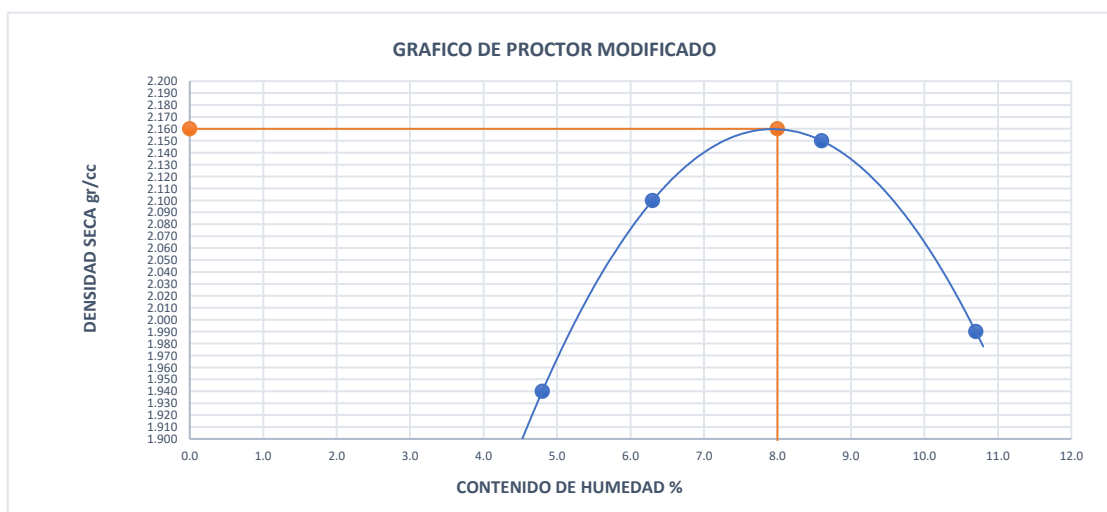
### PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141, ASTM D 1557)

SN	MS+1%FV	MS+2%FV	MS+5%FV

Proyecto : Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso Distrito San Antonio Moquegua 2023  
 Autor : Yulisa Nely Pilco Ninaraqui  
 Ubicación : Distrito de San Antonio - Moquegua  
 Fecha : 26-08-2023

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD				
ENSAYO N°	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
PESO MOLDE+SUELO				
PESO MOLDE				
PESO SUELO COMPACTADO				
VOLUMEN DEL MOLDE				
DENSIDAD HUMEDA				

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD COH				
RECIPIENTE N°	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE				
SUELO SECO + RECIPIENTE				
PESO RECIPIENTE				
PESO DE AGUA				
PESO DE SUELO SECO				
CONTENIDO DE HUMEDAD				
DENSIDAD MÁXIMA SECA				



<b>Densidad Máxima Seca</b>	<b>Contenido Optimo De Humedad</b>

## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha:	26-08-2023
Validador:	LOPEZ GOMEZ, ELVIS JOEL
Cargo e institución donde labora:	Ingeniero Civil, gestión de proyectos
Instrumento a validar:	Proctor modificado (NTP 339.141, ASTM D 1557)
Objetivo del instrumento:	Determinar la DMS y el COH de los suelos
Autor del instrumento:	Yulisa Nely Pilco Ninarauqui

### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>			<b>2</b>	<b>27</b>	

### III. Coeficiente de Validez

$\frac{D + R + B}{30}$	$= \frac{29}{30} = 0.97 = 97\%$
------------------------	---------------------------------




 Elvis Joel Lopez Gomez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 279037

Firma y sello del validador

## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha:	27-08-2023
Validador:	Geovana Danitza Rea Maquera
Cargo e institución donde labora:	Ingeniero Civil, Residente de Obra
Instrumento a validar:	Proctor modificado (NTP 339.141, ASTM D 1557)
Objetivo del instrumento:	Determinar la DMS y el COH de los suelos
Autor del instrumento:	Yulisa Nely Pilco Ninarauqui

### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
<b>TOTAL</b>			<b>6</b>	<b>21</b>	

### III. Coeficiente de Validez

$\frac{D + R + B}{30}$	$= \frac{27}{30} = 0.90 = 90\%$
------------------------	---------------------------------


Firma y sello del validador

## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha:	28-08-2023
Validador:	Carlos A. Santos Checalla
Cargo e institución donde labora:	Ingeniero Civil, gestión de proyectos pavimentos
Instrumento a validar:	Proctor modificado (NTP 339.141,ASTM D 1557)
Objetivo del instrumento:	Determinar la DMS y el COH de los suelos
Autor del instrumento:	Yulisa Nely Pilco Ninaraqui

### II. Criterios de validación del instrumento


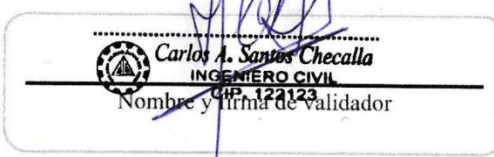
Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.	X			
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>		<b>1</b>	<b>4</b>	<b>21</b>	

### III. Coeficiente de Validez

$\frac{D + R + B}{30}$	$= \frac{26}{30} = 0.87 = 87\%$
------------------------	---------------------------------

  
  
 Nombre y firma de validador

Firma y sello del validador

**3) Resultados finales de la validación del instrumento: PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141,ASTM D 1557)**

<b>Validador</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Colegiatura (CIP)</b>	<b>Resultado de validación</b>	<b>Conclusión</b>
Lopez Gomez, Elvis Joel	Ingeniero Civil, gestión de proyectos	279037	0.97 = 97%	Buena (B)
Geovana Danitza Rea Maquera	Ingeniero Civil, gestión de proyectos pavimentos	106372	0.90 = 90%	Buena (B)
Carlos A. Santos Checalla	Ingeniero Civil, gestión de proyectos pavimentos	122123	0.87 = 87%	Buena (B)

## INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS



### CALIFORNIAN BEARING RATIO CBR (NTP 339.145, ASTM D1883)

SN	MS+1%FV	MS+2%FV	MS+5%FV

Proyecto : Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso Distrito San Antonio Moquegua 2023  
 Autor : Yulisa Nely Pilco Ninaraqui  
 Ubicación : Distrito de San Antonio - Moquegua  
 Fecha : 26-08-2023

MOLDE	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Altura Molde mm.			
N° Capas			
N°Golp x Capa			

Cond. Muestra	Antes de empapar		Después		Antes de empapar		Después		Antes de empapar		Después	
P. Húm.+ Molde												
Peso Molde (gr)												
Peso Húmedo (gr)												
Vol. Molde (cc)												
Densidad H.(gr/cc)												

Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
P.Húmedo + Tara									
Peso Seco + Tara									
Peso Agua (gr)									
Peso Tara (gr)									
P. Muestra Seca									
Cont. Humedad									
Cont.Hum.Prom.									
DENSIDAD SECA									

Ensayo De Hinchamiento										
Tiempo		Numero De Molde			Numero De Molde			Numero De Molde		
Acumulado		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)





## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha:	26-08-2023
Validador:	LOPEZ GOMEZ, ELVIS JOEL
Cargo e institución donde labora:	Ingeniero Civil, gestión de proyectos
Instrumento a validar:	Californian Bearing Ratio CBR (NTP 339.145, ASTM D1883)
Objetivo del instrumento:	Determinar la capacidad de soporte de los suelos
Autor del instrumento:	Yulisa Nely Pilco Ninarauqui

### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
<b>TOTAL</b>			<b>2</b>	<b>27</b>	

### III. Coeficiente de Validez

$\frac{D + R + B}{30}$	$= \frac{29}{30} = 0.97 = 97\%$
------------------------	---------------------------------




 Elvis Joel Lopez Gomez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 279037

Firma y sello del validador

## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha:	27-08-2023
Validador:	Geovana Danitza Rea Maquera
Cargo e institución donde labora:	Ingeniero Civil, Residente de Obra
Instrumento a validar:	Californian Bearing Ratio CBR (NTP 339.145, ASTM D1883)
Objetivo del instrumento:	Determinar la capacidad de soporte de los suelos
Autor del instrumento:	Yulisa Nely Pilco Ninarauqui

### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>			<b>4</b>	<b>24</b>	

### III. Coeficiente de Validez

$\frac{D + R + B}{30}$	$= \frac{28}{30} = 0.93 = 93\%$
------------------------	---------------------------------



Firma y sello del validador

## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha:	28-08-2023
Validador:	Carlos A. Santos Checalla
Cargo e institución donde labora:	Ingeniero Civil, gestión de proyectos pavimentos
Instrumento a validar:	Californian Bearing Ratio CBR (NTP 339.145, ASTM D1883)
Objetivo del instrumento:	Determinar la capacidad de soporte de los suelos
Autor del instrumento:	Yulisa Nely Pilco Ninaraqui

### II. Criterios de validación del instrumento


Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:


1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>					<b>30</b>

### III. Coeficiente de Validez

$\frac{D + R + B}{30}$	$= \frac{30}{30} = 1.00 = 100\%$
------------------------	----------------------------------




**Carlos A. Santos Checalla**  
**INGENIERO CIVIL**  
 CIP 122123  
 Nombre y firma de validador

Firma y sello del validador

**4) Resultados finales de la validación del instrumento: CALIFORNIAN BEARING RATIO CBR (NTP 339.145, ASTM D1883)**

<b>Validador</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Colegiatura (CIP)</b>	<b>Resultado de validación</b>	<b>Conclusión</b>
Lopez Gomez, Elvis Joel	Ingeniero Civil, gestión de proyectos	279037	0.97 = 97%	Buena (B)
Geovana Danitza Rea Maquera	Ingeniero Civil, gestión de proyectos pavimentos	106372	0.93 = 93%	Buena (B)
Carlos A. Santos Checalla	Ingeniero Civil, gestión de proyectos pavimentos	122123	1.00 = 100%	Buena (B)

## Agrupación de resultados obtenidos en el estudio

Proyecto : Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso Distrito San Antonio Moquegua 2023  
 Autor : Yulisa Nely Pilco Ninaraqui  
 Ubicación : Distrito de San Antonio - Moquegua  
 Fecha : 26-08-2023

Estudios Realizados	Descripción	Muestras dosificadas	Resultados por calicata		
			C-1	C-2	C-3
Clasificación de suelos	SUCS	SN			
Límites de consistencia	Limite liquido	SN			
		MS+1%FV			
		MS+2%FV			
		MS+5%FV			
	Limite plástico	SN			
		MS+1%FV			
		MS+2%FV			
		MS+5%FV			
	Índice de plasticidad	SN			
		MS+1%FV			
		MS+2%FV			
		MS+5%FV			
Proctor modificado	Densidad máxima seca	SN			
		MS+1%FV			
		MS+2%FV			
		MS+5%FV			
	Contenido óptimo de humedad	SN			
		MS+1%FV			
		MS+2%FV			
		MS+5%FV			
Californian Bearing Ratio CBR	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S	SN			
		MS+1%FV			
		MS+2%FV			
		MS+5%FV			
	C.B.R. Para el 95% de la M.D.S	SN			
		MS+1%FV			
		MS+2%FV			
		MS+5%FV			

## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha:	26-08-2023
Validador:	LOPEZ GOMEZ, ELVIS JOEL
Cargo e institución donde labora:	Ingeniero Civil, gestión de proyectos
Instrumento a validar:	Agrupación de resultados obtenidos en el estudio
Objetivo del instrumento:	Condensar los resultados de la investigación de las 3 calicatas
Autor del instrumento:	Yulisa Nely Pilco Ninaraqui

### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>			<b>4</b>	<b>24</b>	

### III. Coeficiente de Validez

$\frac{D + R + B}{30}$	$= \frac{28}{30} = 0.93 = 93\%$
------------------------	---------------------------------




 Elvis Joel Lopez Gomez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 279037

Firma y sello del validador

## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha:	27-08-2023
Validador:	Geovana Danitza Rea Maquera
Cargo e institución donde labora:	Ingeniero Civil, Residente de Obra
Instrumento a validar:	Agrupación de resultados obtenidos en el estudio
Objetivo del instrumento:	Condensar los resultados de la investigación de las 3 calicatas
Autor del instrumento:	Yulisa Nely Pilco Ninaraqui

### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>				<b>30</b>	

### III. Coeficiente de Validez

$\frac{D + R + B}{30}$	$= \frac{30}{30} = 1.00 = 100\%$
------------------------	----------------------------------


Firma y sello del validador

## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha:	28-08-2023
Validador:	Carlos A. Santos Checalla
Cargo e institución donde labora:	Ingeniero Civil, gestión de proyectos pavimentos
Instrumento a validar:	Agrupación de resultados obtenidos en el estudio
Objetivo del instrumento:	Condensar los resultados de la investigación de las 3 calicatas
Autor del instrumento:	Yulisa Nely Pilco Ninaraqui

### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>			<b>6</b>	<b>21</b>	

### III. Coeficiente de Validez

$\frac{D + R + B}{30}$	$= \frac{27}{30} = 0.90 = 90\%$
------------------------	---------------------------------


Carlos A. Santos Checalla  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 122123

Nombre y firma de validador

Firma y sello del validador



**5) Resultados finales de la validación del instrumento: Agrupación de resultados obtenidos en el estudio**

<b>Validador</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Colegiatura (CIP)</b>	<b>Resultado de validación</b>	<b>Conclusión</b>
Lopez Gomez, Elvis Joel	Ingeniero Civil, gestión de proyectos	279037	0.93 = 93%	Buena (B)
Geovana Danitza Rea Maquera	Ingeniero Civil, gestión de proyectos pavimentos	106372	1.00 = 100%	Buena (B)
Carlos A. Santos Checalla	Ingeniero Civil, gestión de proyectos pavimentos	122123	0.90 = 90%	Buena (B)

## Anexo 4: Estudio de mecánica de suelos



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**  
 RUC: 20532797081  
 Mail: ceyse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso Distrito San Antonio Moquegua 2023	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninarauqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

<b>Ensayo :</b>			
<b>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :</b>	Norma :	ASTM D 2216	
<b>PESO ESPECÍFICO :</b>	Norma :	ASTM D 854	

<b>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :</b>					
<b>Observaciones :</b>		Ubicación :	C - 2		
		Estrato :	E-1		
		Potencia :	1.50 m		
<b>Tara Número</b>	<b>Unidades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	81.00	93.60	116.90	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	68.20	78.20	95.80	
Peso de la Tara	Gr	24.10	28.00	28.30	
Peso de la Muestra Seca	Gr	44.10	50.20	67.50	
Peso del Agua	Gr	12.80	15.40	21.10	
Contenido de Humedad	%	29.02	30.68	31.26	
<b>Promedio</b>		<b>30.32</b>			
<b>PESO ESPECÍFICO :</b>					
<b>Observaciones :</b>		Ubicación :	C - 2		
		Estrato :	E-1		
		Potencia :	1.50 m		
<b>Tara Número</b>	<b>Unidades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
Peso del Suelo Seco	Gr	139.70	113.80	102.70	
Peso Frasco Vacío	Gr	164.00	164.00	164.00	
Peso Frasco + Agua	Gr	660.00	660.00	660.00	
Peso Frasco + Agua +Suelo	Gr	748.00	732.00	724.00	
Volumen de Sólidos	Cm <sup>3</sup>	51.70	41.80	38.70	
Peso Específico de Sólidos	Gr / Cm <sup>3</sup>	2.70	2.72	2.65	
<b>Promedio</b>		<b>2.69</b>			



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALAO*  
 Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALAO  
 CIP. 54333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**Ensayo :**

<b>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :</b>	Norma :	ASTM D 2216
<b>PESO ESPECÍFICO :</b>	Norma :	ASTM D 854

**CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :**

Observaciones :		Ubicación :	C - 3	
		Estrato :	E1	
		Potencia :	1.50	m
Tara Número	Unidades	1	2	3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	81.20	101.20	107.30
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	72.50	89.10	95.40
Peso de la Tara	Gr	28.10	30.40	37.10
Peso de la Muestra Seca	Gr	44.40	58.70	58.30
Peso del Agua	Gr	8.70	12.10	11.90
Contenido de Humedad	%	19.59	20.61	20.41
<b>Promedio</b>		<b>20.21</b>		

**PESO ESPECÍFICO :**

Observaciones :		Ubicación :	C - 3	
		Estrato :	E-1	
		Potencia :	1.50	m
Tara Número	Unidades	1	2	3
Peso del Suelo Seco	Gr	114.40	178.40	104.50
Peso Frasco Vacío	Gr	164.00	164.00	164.00
Peso Frasco + Agua	Gr	660.00	660.00	660.00
Peso Frasco + Agua +Suelo	Gr	728.00	772.00	710.00
Volumen de Sólidos	Cm <sup>3</sup>	46.40	66.40	54.50
Peso Específico de Sólidos	Gr / Cm <sup>3</sup>	2.47	2.69	1.92
<b>Promedio</b>		<b>2.36</b>		



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALARO*  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

Ensayo :	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>		
LÍMITE LÍQUIDO	Norma :	ASTM D 4318	
LÍMITE PLÁSTICO	Norma :	ASTM D 4319	

LIMITES DE CONSISTENCIA			Ubicación : Calicata CI			Potencia : 1.50 m			
			Estrato : E1						
		Unidades	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
Tara Número			1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda		Gz	44.00	40.00	43.60	47.20	34.40	40.20	Límite Líquido: LL = 63.88%
Peso Tara + Muestra Seca		Gz	38.50	34.50	36.00	46.50	33.70	39.40	Límite Plástico: LP = 39.38%
Peso de la Tara		Gz	26.60	26.50	28.20	44.60	31.80	37.60	Índice de Plasticidad : IP = 24.50%
Peso de la Muestra Seca		Gz	11.90	8.00	7.80	1.90	1.90	1.80	Contenido de Humedad : W <sub>n</sub> = 37.61%
Peso del Agua		Gz	5.50	5.50	7.60	0.70	0.70	0.80	Grado de Consistencia : K <sub>w</sub> = 1.07
Contenido de Humedad	%		46.22	68.75	97.44	36.84	36.84	44.44	Grado de Consistencia : Media Dura , Sólida
Número de Golpes			33	22	16	Promedio :		39.38	

Calicata :	CI
Estrato :	E1
Potencia :	1.50 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
33	46.22
22	68.75
16	97.44
25	63.876

**LÍMITE LIQUIDO**

Contenido de Humedad (%)

Número de Golpes



*[Signature]*  
 Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO  
 CIP. 54333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen

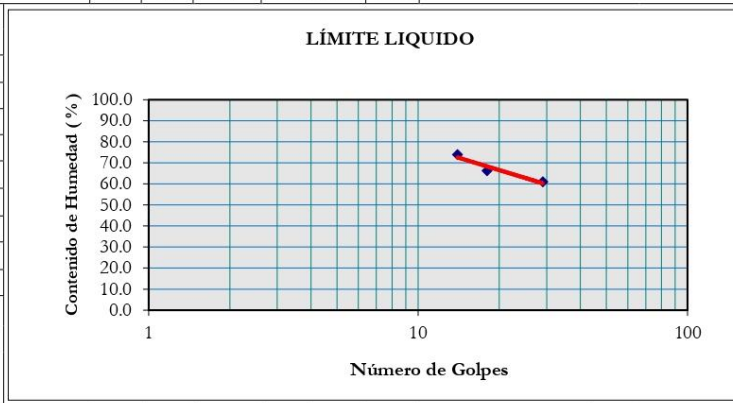


PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

Ensayo :	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
LÍMITE LÍQUIDO	Norma :	ASTM D 4318	
LÍMITE PLÁSTICO	Norma :	ASTM D 4319	

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación : Calicata C2			Potencia : 1.50 m				
		Estrato : E1							
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3		
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	53.70	39.50	47.10	26.90	30.30	31.10	Límite Líquido:	LL = 62.81%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	46.50	33.40	40.00	26.20	29.70	30.50	Límite Plástico:	LP = 31.16%
Peso de la Tara	Gr	34.70	24.20	30.40	24.10	27.80	28.40	Índice de Plasticidad :	IP = 31.65%
Peso de la Muestra Seca	Gr	11.80	9.20	9.60	2.10	1.90	2.10	Contenido de Humedad :	Wn = 30.32%
Peso del Agua	Gr	7.20	6.10	7.10	0.70	0.60	0.60	Grado de Consistencia :	Kv = 1.03
Contenido de Humedad	%	61.02	66.30	73.96	33.33	31.58	28.57	Grado de Consistencia :	Media Dura , Sólida
Número de Golpes		29	18	14	Promedio :			31.16	

Calicata :	C2	
Estrato :	E1	
Potencia :	1.50 m	
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)	
29	61.02	
18	66.30	
14	73.96	
25	62.814	



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALZO*  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

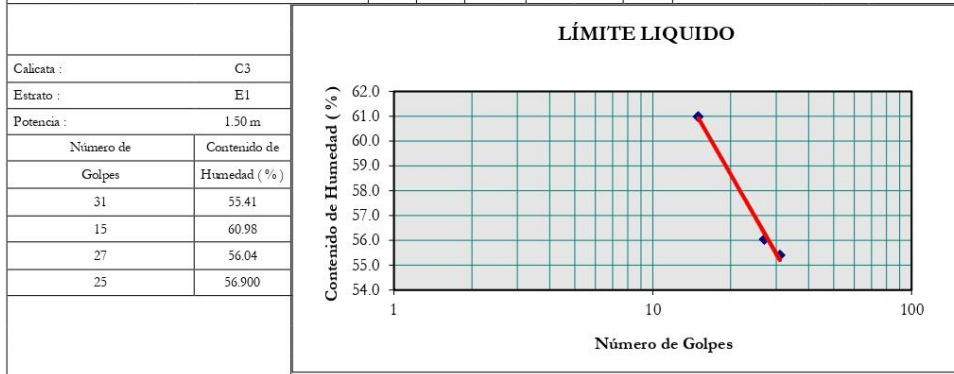
RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

Ensayo :	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
LÍMITE LÍQUIDO	Norma :	ASTM D 4318	
LÍMITE PLÁSTICO	Norma :	ASTM D 4319	

LÍMITES DE CONSISTENCIA				Ubicación : Calicata C3			Potencia : 1.50 m			
				Estrato : E1						
				LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			
Tara Número		Unidades	1	2	3	1	2	3	Límites de Consistencia	
Peso Tara + Muestra Húmeda		Gr	43.90	49.20	47.10	29.70	33.20	38.40	Límite Líquido :	LL = 56.90%
Peso Tara + Muestra Seca		Gr	39.80	44.20	42.00	29.50	32.80	38.20	Límite Plástico :	LP = 17.35%
Peso de la Tara		Gr	32.40	36.00	32.90	28.20	30.40	37.20	Índice de Plasticidad :	IP = 39.55%
Peso de la Muestra Seca		Gr	7.40	8.20	9.10	1.30	2.40	1.00	Contenido de Humedad :	W <sub>n</sub> = 20.21%
Peso del Agua		Gr	4.10	5.00	5.10	0.20	0.40	0.20	Grado de Consistencia :	K <sub>sw</sub> = 0.93
Contenido de Humedad		%	55.41	60.98	56.04	15.38	16.67	20.00	Grado de Consistencia :	Plástica
Número de Golpes			31	15	27	Promedio :			17.35	



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALARÓ*  
 CIP. 54333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen

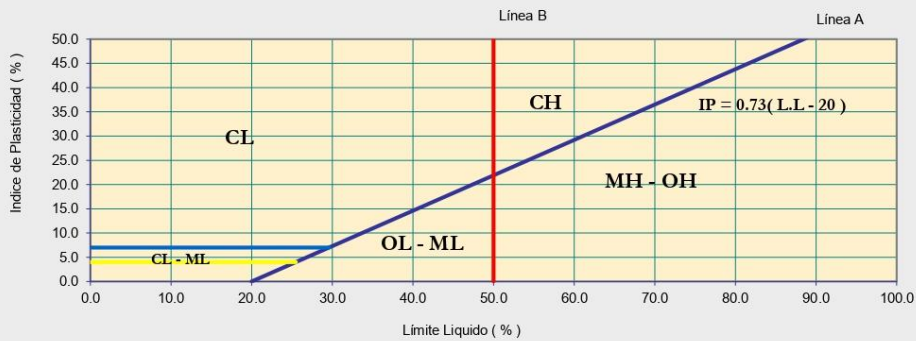


PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso Distrito San Antonio Moquegua 2023	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S</b>	ASTM: D 2487
	NTP: 339.134-1999

SUELOS FINOS						SUELOS GRUESOS							
Suelo que pasa la malla N° 200 es > al 50 %						Suelo que pasa la malla N° 200 es < al 50 %							
BAJA PLASTICIDAD			ALTA PLASTICIDAD			ARENAS				GRAVAS			
Límite Líquido < al 50 %			Límite Líquido > al 50 %			La porción de Fracción Gruesa que pasa la malla N° 4 es mayor				La porción de Fracción Gruesa que pasa la malla N° 4 es menor			
OL	ML	CL	OH	MH	CH	De acuerdo al Porcentaje que pasa la malla N° 200 se tiene :							
						% Que Pasa la Malla N° 200				Probable Tipo de Suelo			
						Menor o Igual a 5 %				GW , SW , GP o SP			
						Entre el 5% y 12 %				Hay que usar Simbología Doble			
						Mayor del 12 %				GM , GC , SM , SC			
						SC	SM	SP	SW	GC	GM	GP	GW
						Sobre la Línea "A"	En la Línea "A"	No Cumple Anteriores	$Cu > 6$ y $1 < Cc < 3$	Sobre la Línea "A"	En la Línea "A"	No Cumple Anteriores	$Cu > 6$ y $1 < Cc < 3$

**Carta de Plasticidad de Casagrande**



*[Signature]*  
 Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO  
 CIP. 54333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
Mail: ceypse2009@hotmail.com  
Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso Distrito San Antonio Moquegua 2023	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S**

ASTM: D 2487  
NTP: 339.134-1999

*CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S*

Ubicación :	<b>C - 1</b>	Potencia :	1.50 m
Estrato :	<b>E1</b>		
% Que Pasa la Malla N° 200		93.02	
Límite Líquido	LL =	63.88 %	
Límite Plástico	LP =	39.38 %	
Índice de Plasticidad	IP =	24.50 %	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Alta Plasticidad		
Tipo de Simbología :	Simbología Normal		
Tipo de Suelo :	CH , MH , OH		
Suelo :	<b>MH,OH</b>	Indicar Tipo de Suelo :	Inorgánico
<b>Características del Suelo :</b>	<b>MH</b>	Son limos de alta plasticidad, con límite líquido mayor a 50 %, y se caracterizan por ser muy compresibles.	

*CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S*

Ubicación :	<b>C-2</b>	Potencia :	1.50 m
Estrato :	<b>E1</b>		
% Que Pasa la Malla N° 200		89.77	
Límite Líquido	LL =	62.81 %	
Límite Plástico	LP =	31.16 %	
Índice de Plasticidad	IP =	31.65 %	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Alta Plasticidad		
Tipo de Simbología :	Simbología Normal		
Tipo de Suelo :	CH , MH , OH		
Suelo :	<b>CH</b>		
<b>Características del Suelo :</b>	<b>CH</b>	Son arcillas de alta plasticidad, con límite líquido mayor a 50 % y se caracterizan por ser muy compresibles.	



  
Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALACIO  
CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_





**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceysel2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S</b>	ASTM: D 2487
	NTP: 339.134-1999

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S			
Ubicación :	C-3	Potencia :	1.50 m
Estrato :	E1		
% Que Pasa la Malla N° 200		71.12	
Límite Líquido	LL =	56.90 %	
Límite Plástico	LP =	17.35 %	
Índice de Plasticidad	IP =	39.55 %	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Alta Plasticidad		
Tipo de Simbología :	Simbología Normal		
Tipo de Suelo :	CH , MH , OH		
Suelo :	CH		
<b>Características del Suelo :</b>	<b>CH</b>	Son arcillas de alta plasticidad, con límite líquido mayor a 50 % y se caracterizan por ser muy compresibles.	



Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALAO  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
Mail: ceysel2009@hotmail.com  
Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN A.A.S.H.T.O.**      ASTM: D 2487  
NTP: 339.134-1999

<i>CLASIFICACIÓN AASHTO</i>			
<b>Parámetros Usados</b>		<b>Ubicación :</b>	<b>C - 1</b> Potencia : 1.50 m
% Que Pasa la Malla N° 200	93.02	<b>Estrato :</b>	<b>E1</b>
% Que Pasa la Malla N° 40	97.57	<b>Determinación del Índice de Grupo IG</b>	
% Que Pasa la Malla N° 10	98.51	a =	40.00      IG = 18.00
Límite Líquido	LL = 63.88 %	b =	40.00
Límite Plástico	LP = 39.38 %	c =	20.00
Índice de Plasticidad :	IP = 24.50 %	d =	14.50
Tipo de Suelo :	Material Limo Arcilloso		
Clasificación de Suelos :	A - 7		
Suelo :	<b>A - 7 - 5 ( 18 )</b>		
Tipo de Material :	Suelo Arcilloso		
Terreno de Fundación :	Regular a Malo		
<i>CLASIFICACIÓN AASHTO</i>			
<b>Parámetros Usados</b>		<b>Ubicación :</b>	<b>C - 2</b> Potencia : 1.50 m
% Que Pasa la Malla N° 200	89.77	<b>Estrato :</b>	<b>E1</b>
% Que Pasa la Malla N° 40	98.49	<b>Determinación del Índice de Grupo IG</b>	
% Que Pasa la Malla N° 10	99.48	a =	40.00      IG = 20.00
Límite Líquido	LL = 62.81 %	b =	40.00
Límite Plástico	LP = 31.16 %	c =	20.00
Índice de Plasticidad :	IP = 31.65 %	d =	20.00
Tipo de Suelo :	Material Limo Arcilloso		
Clasificación de Suelos :	A - 7		
Suelo :	<b>A - 7 - 5 ( 20 )</b>		
Tipo de Material :	Suelo Arcilloso		
Terreno de Fundación :	Regular a Malo		



Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO  
CIP. 54333

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceysel2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN A.A.S.H.T.O.**

ASTM: D 2487  
 NTP: 339.134-1999

CLASIFICACIÓN AASHTO			
Parámetros Usados		Ubicación :	C - 3
% Que Pasa la Malla N° 200	71.12	Potencia :	1.50 m
% Que Pasa la Malla N° 40	86.55	Estrato :	E1
% Que Pasa la Malla N° 10	90.06	Determinación del Índice de Grupo IG	
Límite Líquido LL =	56.90 %	a =	36.12
Límite Plástico LP =	17.35 %	b =	40.00
Índice de Plasticidad IP =	39.55 %	c =	16.90
		d =	20.00
Tipo de Suelo :	Material Limo Arcilloso		
Clasificación de Suelos :	A - 7		
Suelo :	A - 7 - 6 (19)		
Tipo de Material :	Suelo Arcilloso		
Terreno de Fundación :	Regular a Malo		



Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO  
 CIP. 54333

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
Mail: ceysel2009@hotmail.com  
Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen

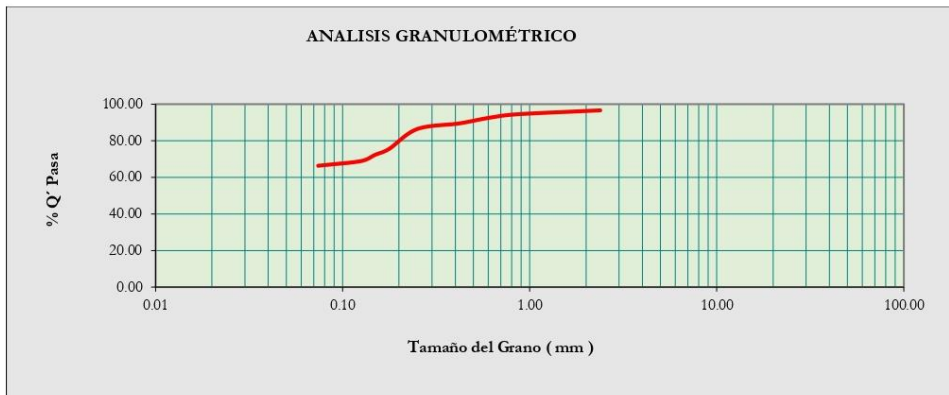


PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO**

Fecha de Muestreo :		Calicata :	C-1		
Muestreado por :		Estrato :	E1		
Chequeado por :		Potencia :	1.50 m		
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO</b>					
Peso Inicial de la Muestra Seca	230.00	Gr	Ubicación :	D60 = 11.98	Cu = 25.489
Peso de la Muestra Después del Labado	223.75	Gr	Estrato :	D30 = 2.40	Cc = 1.023
Pérdida por Lavado	6.25	Gr	Potencia:	D10 = 0.47	
Tolerancia	2.72	%	Desechar Ensayo		

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa
		(gr.)	(%)	
8	2.380	7.76	3.37	96.63
20	0.840	5.08	2.21	94.42
30	0.590	4.79	2.08	92.33
40	0.420	6.58	2.86	89.47
60	0.250	7.09	3.08	86.39
80	0.177	25.01	10.87	75.52
100	0.149	7.38	3.21	72.31
120	0.125	7.91	3.44	68.87
200	0.074	5.80	2.52	66.35
<b>Cazoleta</b>		152.60	66.35	
<b>Total, Retenido :</b>		230.00	100.00	



*(Signature)*  
Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALACIO  
CIP. 54333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**  
 RUC: 20532797081  
 Mail: ceyse2009@hotmail.com

Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO: Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso  
 UBICACIÓN: Distrito San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)  
 SOLICITANTE: Bach. Yulisa Nely Píco Ninarauqi  
 ACOPIO: \_\_\_\_\_

ASIST. LAB: G. FLORES M.  
 ING. RESP: SIMÓN ORDOÑO P.  
 N° REGISTRO: 025-002023-001  
 DEL KM: \_\_\_\_\_  
 AL KM: \_\_\_\_\_  
 FECHA: 26-11-2023

Fecha de Muestreo:	Calicata:	C-2
Muestreado por:	Estrato:	E1
Chequeado por:	Potencia:	1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN										
Prueba N°	Unidades	1	2	3	Prueba N°	Unidades	1	2	3	
Volumen Inicial	Cm <sup>3</sup>	12.00	12.00	12.00	Distancia	Cm <sup>3</sup>	12.00	12.00	12.00	
Volumen Final	Cm <sup>3</sup>	15.00	15.00	15.00	Volumen	Cm <sup>3</sup>	15.00	15.00	15.00	
Volumen del Bulbo	Cm <sup>3</sup>	3.00	3.00	3.00	Area	Cm <sup>2</sup>	1.25	1.25	1.25	
Promedio	Cm <sup>3</sup>	3.00			Promedio	Cm <sup>2</sup>	1.25			
Lectura del Hidrómetro (X1)		0.00	50.00	Lectura Superior del Hidrómetro	0.014	Peso de la Muestra Seca	(Gr)			50.00
L1		17.00	8.00	Lectura Inferior del Hidrómetro	0.015	Peso Específico de Sólidos	(Gr/Cm <sup>3</sup> )			2.72
L2		15.00	15.00	Corrección por Menisco	1.00	Corrección por Peso Específico	a =			0.98
L (Y1)		23.30	14.30	Lectura Inferior del Hidrómetro	1.003					
Equación de Ajuste:		L = -0.183 L (2) + 23.300		Corrección por Defloculante	3.00					

Fecha	Hora	Tiempo (minutos)	Temperatura °C	Corrección por Temperatura	Viscosidad η	Lecturas del Hidrómetro			L	K	Diámetro (mm)	% Q Pasa
						Primera Lectura	1ª Corrección	2ª Corrección				
12:01:00	12:00:00	1.00	15	-1.10	0.01367	49.00	44.90	50.00	14.30	0.0115	0.043	88.421
		2.00	16	-0.90	0.01111	47.00	43.10	48.00	14.66	0.0081	0.022	84.876
		4.00	17	-0.70	0.01083	43.00	39.30	44.00	13.38	0.0079	0.016	77.393
		8.00	18	-0.50	0.01056	42.00	38.50	43.00	15.56	0.0077	0.011	75.817
		16.00	19	-0.30	0.01030	37.00	33.70	38.00	16.46	0.0075	0.008	66.365
		30.00	20	0.00	0.01003	31.00	28.00	32.00	17.34	0.0073	0.006	55.140
		60.00	21	0.20	0.00981	26.00	23.20	27.00	18.44	0.0072	0.004	45.687
		120.00	22	0.40	0.00958	24.00	21.40	25.00	18.80	0.0070	0.003	42.143
		240.00	23	0.70	0.00936	21.00	18.70	22.00	19.34	0.0068	0.002	36.836
		480.00	24	1.00	0.00914	18.00	16.00	19.00	19.88	0.0067	0.001	31.509
		960.00	25	1.30	0.00894	16.00	13.01	17.00	20.24	0.0065	0.001	25.618



Ing. CIVIL SIMÓN ORDOÑO PALATO  
 CIP. 84333

Observaciones:



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**  
 RUC: 20532797081  
 Mail: ceyse2009@hotmail.com

Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO: Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso  
 UBICACIÓN: Distrito San Antonio Moquegua 2023  
 SOLICITANTE: Bach. Yulisa Nely Píco Ninarauqi  
 ACOPIO: \_\_\_\_\_

ASIST. LAB: G. FLORES M.  
 ING. RESP: SIMÓN ORDOÑO P.  
 N° REGISTRO: 025-002023-001  
 DEL KM: \_\_\_\_\_  
 AL KM: \_\_\_\_\_  
 FECHA: 26-11-2023



Ing. CIVIL SIMÓN ORDOÑO PALATO  
 CIP. 84333

Observaciones:



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**  
 RUC: 20532797081  
 Mail: ceyse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO: Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso  
 UBICACIÓN: Distrito San Antonio Moquegua 2023  
 SOLICITANTE: Bach. Yulisa Nely Píco Ninarauqi  
 ACOPIO: \_\_\_\_\_

ASIST. LAB: G. FLORES M  
 ING. RESP: SIMÓN ORDOÑO P.  
 N° REGISTRO: 025-002023-001  
 DEL KM: \_\_\_\_\_  
 AL KM: \_\_\_\_\_  
 FECHA: 26-11-2023

Fecha de Muestreo:	Calicata:	C-3
Muestreado por:	Estrato:	E1
Checkeado por:	Potencia:	1.5 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN												
Prueba N°	Unidades	1	2	3	Prueba N°	Unidades	1	2	3			
Volumen Inicial	Cm <sup>3</sup>	12.00	12.00	12.00	Distancia	Cm <sup>3</sup>	12.00	12.00	12.00			
Volumen Final	Cm <sup>3</sup>	15.00	15.00	15.00	Volumen	Cm <sup>3</sup>	15.00	15.00	15.00			
Volumen del Bulbo	Cm <sup>3</sup>	3.00	3.00	3.00	Área	Cm <sup>2</sup>	1.25	1.25	1.25			
Promedio	Cm <sup>3</sup>	3.00			Promedio	Cm <sup>2</sup>	1.25					
Lectura del Hidrómetro (Xi)		0.00	50.00		Lectura Superior del Hidrómetro		0.014					
L1		17.00	8.00		Lectura Inferior del Hidrómetro		0.015					
L2		15.00	15.00		Corrección por Menisco		1.00					
L (Yi)		23.30	14.30		Lectura Superior del Hidrómetro		1.003					
Ecuación de Ajuste:		L = -0.180 L (2) + 23.300			Corrección por Densidad		2.00					
									a = 0.98			
Fecha	Hora	Tiempo (minutos)	Temperatura °C	Corrección por Temperatura	Viscosidad η	Primer Lectura	Lectura del Hidrómetro P Corrección	2ª Corrección	L	K	Dámetro (mm)	% Q Pasa
12:01:00	12:00:00 a.m.	1:00	15	-1.10	0.01567	49.00	44.90	50.00	14.30	0.0115	0.043	88.421
		2:00	16	-0.90	0.01111	47.00	43.10	48.00	14.66	0.0081	0.032	84.876
		4:00	17	-0.70	0.01083	45.00	39.30	44.00	15.38	0.0079	0.016	77.393
		8:00	18	-0.50	0.01056	43.00	38.30	43.00	15.56	0.0077	0.011	75.917
		14:00	19	-0.30	0.01030	37.00	33.70	38.00	16.46	0.0075	0.008	66.365
		30:00	20	0.00	0.01005	31.00	28.00	32.00	17.54	0.0073	0.006	55.140
		60:00	21	0.20	0.00981	26.00	23.20	27.00	18.44	0.0072	0.004	45.687
		120:00	22	0.40	0.00958	24.00	21.40	25.00	18.80	0.0070	0.003	42.143
		240:00	23	0.70	0.00936	21.00	18.70	22.00	19.34	0.0068	0.002	36.826
		480:00	24	1.00	0.00914	18.00	16.00	19.00	19.88	0.0067	0.001	31.509
		960:00	25	1.30	0.00894	16.00	13.00	17.00	20.24	0.0065	0.001	25.618



Ing. CIVIL SIMÓN ORDOÑO PALATO  
 CIP. 84333

Observaciones:

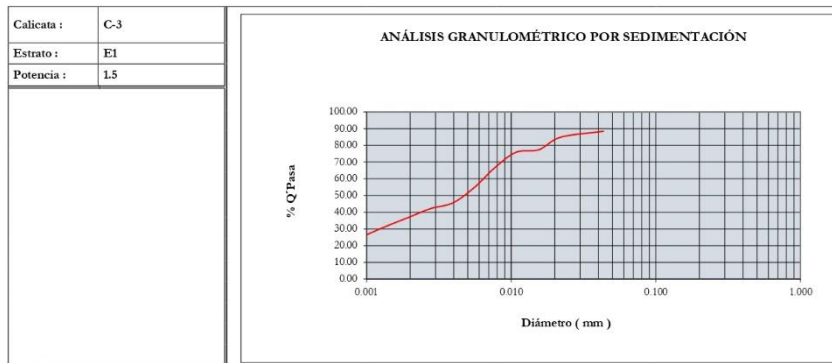


**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**  
 RUC: 20532797081  
 Mail: ceyse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO: Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso  
 UBICACIÓN: Distrito San Antonio Moquegua 2023  
 SOLICITANTE: Bach. Yulisa Nely Píco Ninarauqi  
 ACOPIO: \_\_\_\_\_

ASIST. LAB: G. FLORES M  
 ING. RESP: SIMÓN ORDOÑO P.  
 N° REGISTRO: 025-002023-001  
 DEL KM: \_\_\_\_\_  
 AL KM: \_\_\_\_\_  
 FECHA: 26-11-2023



Ing. CIVIL SIMÓN ORDOÑO PALATO  
 CIP. 84333

Observaciones:





**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceysel2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

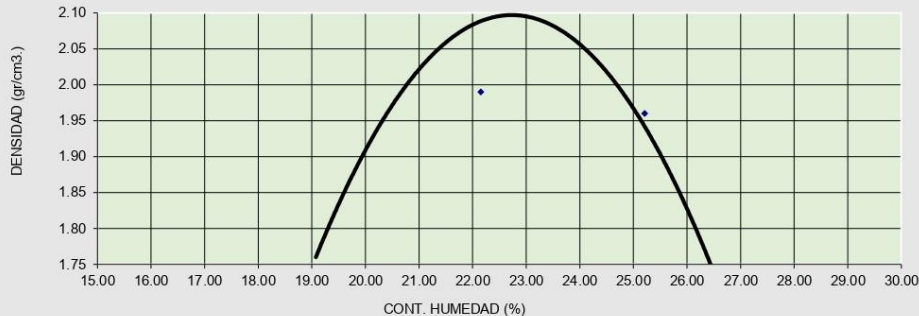
**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D - 1557)**

Ubicación:	Calicata C-1	N° de capas:	5
Muestra:	Estrato E1	N° de golpes por capa:	56
Potencia:	profundidad 1.50m	Cond:	-----

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2115.10	2115.10	2115.10	2115.10	2115.10					
Peso del Suelo Húmedo+Molde (gr)	7580.00	8686.44	8346.24	8391.60	7642.00					
Peso del Molde (gr)	3195.00	3195.00	3195.00	3195.00	3195.00					
Peso del Suelo Húmedo (gr)	4385.00	5491.44	5151.24	5196.60	4447.00					
Densidad del Suelo Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07	2.60	2.44	2.46	2.10					
CAPSULA N°	7	D	6	2	11					
Peso Suelo Húmedo+Capsula. (gr)	101.00	105.00	105.00	97.00	90.00	98.00	100.00	102.00	105.00	110.00
Peso Suelo Seco + Capsula (gr)	89.00	92.00	92.00	85.00	78.00	85.00	85.00	88.00	88.00	92.00
Peso de la Capsula (gr)	25.00	25.00	32.00	27.00	25.00	25.00	26.00	32.00	25.00	25.00
Peso del Agua (gr)	12.00	13.00	13.00	12.00	12.00	13.00	15.00	14.00	17.00	18.00
Peso del Suelo Seco (gr)	64.00	67.00	60.00	58.00	53.00	60.00	59.00	56.00	63.00	67.00
% del Contenido de Humedad (%)	18.75	19.40	21.67	20.69	22.64	21.67	25.42	25.00	26.98	26.87
Promedio Humedad (%)	19.08	21.18	22.15	25.21	26.92					
Densidad del Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.74	2.14	1.99	1.96	1.65					

**CURVA HUMEDAD - DENSIDAD**



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ):	<b>2.14</b>	OPTI. CONT. HUMEDAD (%) DE PESO SECO	<b>21.18</b>
---	-------------	--------------------------------------	--------------



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 54333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso Distrito San Antonio Moquegua 2023	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

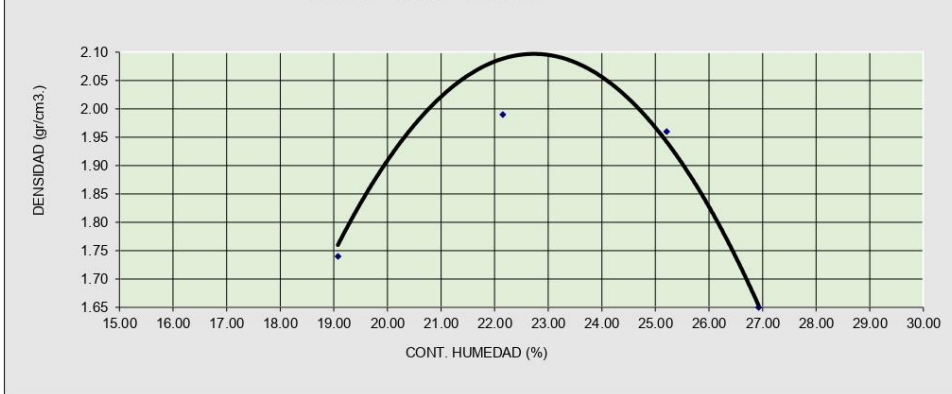
**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D - 1557)**

Ubicación:	Calicata C-2	N° de capas:	5
Muestra:	Estrato E1	N° de golpes por capa:	56
Potencia:	profundidad 1.50m	Cond:	-----

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2115.10	2115.10	2115.10	2115.10	2115.10					
Peso del Suelo Húmedo+Molde (gr)	7585.00	8690.98	8391.60	8436.96	7647.00					
Peso del Molde (gr)	3200.00	3200.00	3200.00	3200.00	3200.00					
Peso del Suelo Húmedo (gr)	4385.00	5490.98	5191.60	5236.96	4447.00					
Densidad del Suelo Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07	2.60	2.45	2.48	2.10					
CAPSULA N°	10	C	5	B	9					
Peso Suelo Húmedo+Capsula. (gr)	98.00	102.00	102.00	94.00	87.00	95.00	97.00	99.00	102.00	107.00
Peso Suelo Seco + Capsula (gr)	86.00	89.00	89.00	82.00	75.00	82.00	82.00	85.00	85.00	89.00
Peso de la Capsula (gr)	26.00	26.00	28.00	27.00	26.00	26.00	27.00	28.00	27.00	27.00
Peso del Agua (gr)	12.00	13.00	13.00	12.00	12.00	13.00	15.00	14.00	17.00	18.00
Peso del Suelo Seco (gr)	60.00	63.00	61.00	55.00	49.00	56.00	55.00	57.00	58.00	62.00
% del Contenido de Humedad (%)	20.00	20.63	21.31	21.82	24.49	23.21	27.27	24.56	29.31	29.03
Promedio Humedad (%)	20.32	21.56	23.85	25.92	29.17					
Densidad del Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72	2.13	1.98	1.96	1.62					

**CURVA HUMEDAD - DENSIDAD**



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ):	<b>2.13</b>	OPTI. CONT. HUMEDAD (%) DE PESO SECO	<b>21.56</b>
---	-------------	--------------------------------------	--------------



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALACIO*  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceysel2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

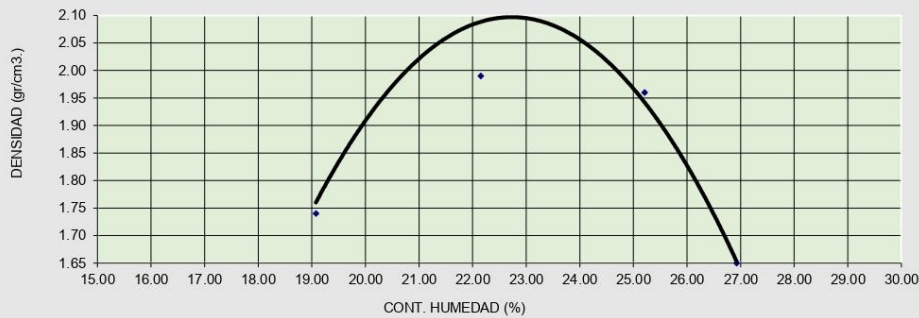
**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D - 1557)**

Ubicación:	Calicata C-3	N° de capas:	5
Muestra:	Estrato E1	N° de golpes por capa:	56
Potencia:	profundidad 1.50m	Cond:	-----

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2115.10	2115.10	2115.10	2115.10	2115.10					
Peso del Suelo Húmedo+Molde (gr)	7570.00	8695.51	8436.96	8482.32	7672.00					
Peso del Molde (gr)	3195.00	3195.00	3195.00	3195.00	3195.00					
Peso del Suelo Húmedo (gr)	4375.00	5500.51	5241.96	5287.32	4477.00					
Densidad del Suelo Humedo (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07	2.60	2.48	2.50	2.12					
CAPSULA N°	8	5	H	F	2					
Peso Suelo Humedo+Capsula. (gr)	91.00	100.00	95.00	87.00	80.00	88.00	90.00	92.00	95.00	100.00
Peso Suelo Seco + Capsula (gr)	79.00	83.00	81.00	75.00	68.00	75.00	77.00	80.00	80.00	84.00
Peso de la Capsula (gr)	25.00	25.00	27.00	27.00	25.00	25.00	26.00	27.00	26.00	26.00
Peso del Agua (gr)	12.00	17.00	14.00	12.00	12.00	13.00	13.00	12.00	15.00	16.00
Peso del Suelo Seco (gr)	54.00	58.00	54.00	48.00	43.00	50.00	51.00	53.00	54.00	58.00
% del Contenido de Humedad (%)	22.22	29.31	25.93	25.00	27.91	26.00	25.49	22.64	27.78	27.59
Promedio Humedad (%)	25.77	25.46	26.95	24.07	27.68					
Densidad del Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.64	2.07	1.95	2.01	1.65					

**CURVA HUMEDAD - DENSIDAD**



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ):	<b>2.07</b>	OPTI. CONT. HUMEDAD (%) DE PESO SECO	<b>25.46</b>
---	-------------	--------------------------------------	--------------



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 54333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
Mail: ceypse2009@hotmail.com  
Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

Ubicación:	Calicata	C-1
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m

**COMPACTACION C B R**

MOLDE	1		2		3	
	Altura Molde mm.	N° Capas	N° Capas	N° Capas	N° Capas	N° Capas
	124	5	120	5	120	5
	10	10	25	25	55	55
<b>Cond. Muestra</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>
P. Húm.+ Molde	11345.00	11382.80	12070.00	12100.51	13140.00	13160.54
Peso Molde (gr)	6766.00	6766.00	7258.00	7258.00	8105.00	8105.00
Peso Húmedo (gr)	4579.00	4616.80	4812.00	4842.51	5035.00	5055.54
Vol. Molde (cc)	2250.09	2250.09	2264.31	2264.31	2264.31	2264.31
Densidad H.(gr/cc)	2.04	2.05	2.13	2.14	2.22	2.23
Número de Ensayo	<b>1-A</b>	<b>1-B</b>	<b>1-C</b>	<b>2-A</b>	<b>2-B</b>	<b>2-C</b>
P.Húmedo + Tara	147.20	150.30	145.50	135.50	140.20	141.20
Peso Seco + Tara	137.90	140.70	135.50	127.20	131.30	131.70
Peso Agua (gr)	9.30	9.60	10.00	8.30	8.90	9.50
Peso Tara (gr)	35.10	34.20	34.80	36.00	33.10	34.50
P. Muestra Seca	102.80	106.50	100.70	91.20	98.20	97.20
Cont. Humedad	9.05%	9.01%	9.93%	9.10%	9.06%	9.77%
<b>Cont.Hum.Prom.</b>	<b>9.03%</b>	<b>9.93%</b>	<b>9.08%</b>	<b>9.77%</b>	<b>9.06%</b>	<b>9.51%</b>
<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>1.456</b>	<b>1.456</b>	<b>1.851</b>	<b>1.851</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Dias)	NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	HINCHAMIENTO (%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	HINCHAMIENTO (%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	HINCHAMIENTO (%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.600	0.600	0.48	0.300	0.300	0.25	0.200	0.200	0.17
48	2	0.900	0.900	0.73	0.700	0.700	0.58	0.400	0.400	0.33
72	3	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50
96	4	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
		CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	15	0.76	20	1.02	22	1.12
1.27	0.050	39	1.99	46	2.34	58	2.95
1.91	0.075	61	3.11	76	3.87	94	4.79
2.54	0.100	85	4.33	105	5.35	131	6.67
5.08	0.200	170	8.66	215	10.95	276	14.06
7.62	0.300	250	12.73	321	16.35	408	20.78
10.16	0.400	315	16.04	420	21.39	529	26.94
12.70	0.500	376	19.15	506	25.77	640	32.59



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

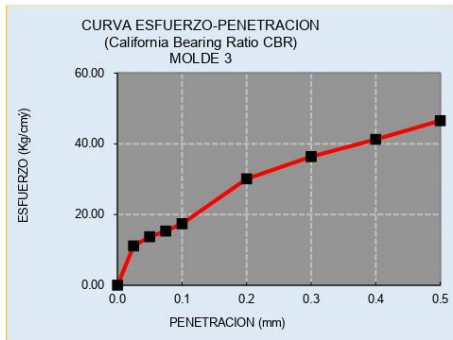
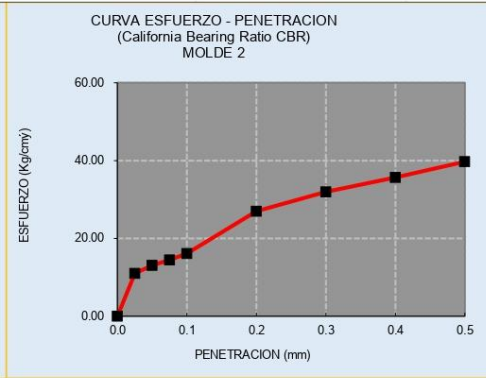
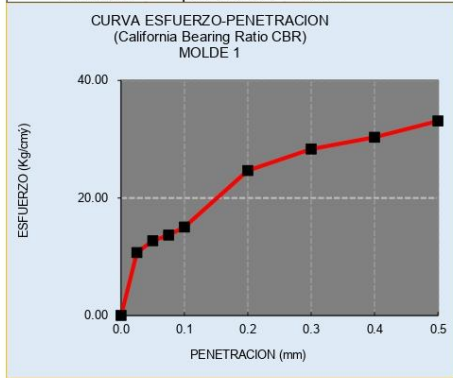
RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

Ubicación:	Calicata	C-1
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m



PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	4.33	8.66
MOLDE 2	5.35	10.95
MOLDE 3	6.67	14.06

MOLDE	DENS	0.1	0.2	CBR	DMS:
MOLDE 1	1.456	6.16	8.21	8.21	2.14 gr/cm <sup>2</sup>
MOLDE 2	1.851	7.61	10.38	10.38	COH:
MOLDE 3	2.324	9.49	13.33	13.33	21.18 %

(\*) Valores Corregidos

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	12.19	%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	8.40	%



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

Ubicación:	Calicata	C-2
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m

**COMPACTACION C B R**

MOLDE	1		2		3				
	124		120		120				
Altura Molde mm.	124		120		120				
N° Capas	5		5		5				
N°Golp x Capa	10		25		55				
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES			
P. Húm.+ Molde	11345.00	11382.80	12070.00	12100.51	13140.00	13160.54			
Peso Molde (gr)	6766.00	6766.00	7258.00	7258.00	8105.00	8105.00			
Peso Húmedo (gr)	4579.00	4616.80	4812.00	4842.51	5035.00	5055.54			
Vol. Molde (cc)	2250.09	2250.09	2264.31	2264.31	2264.31	2264.31			
Densidad H. (gr/cc)	2.04	2.05	2.13	2.14	2.22	2.23			
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
P. Húmedo + Tara	147.20	150.30	145.50	135.50	140.20	141.20	152.30	158.10	160.20
Peso Seco + Tara	137.90	140.70	135.50	127.20	131.30	131.70	142.40	147.80	149.60
Peso Agua (gr)	9.30	9.60	10.00	8.30	8.90	9.50	9.90	10.30	10.60
Peso Tara (gr)	35.10	34.20	34.80	36.00	33.10	34.50	32.80	34.50	38.10
P. Muestra Seca	102.80	106.50	100.70	91.20	98.20	97.20	109.60	113.30	111.50
Cont. Humedad	9.05%	9.01%	9.93%	9.10%	9.06%	9.77%	9.03%	9.09%	9.51%
Cont.Hum.Prom.	9.03%		9.93%	9.08%		9.77%	9.06%		9.51%
DENSIDAD SECA	1.456		1.456	1.851		1.851	2.324		2.324

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Días)	NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.600	0.600	0.48	0.300	0.300	0.25	0.200	0.200	0.17
48	2	0.900	0.900	0.73	0.700	0.700	0.58	0.400	0.400	0.33
72	3	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50
96	4	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
		CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	38	1.94	43	2.19	45	2.29
1.27	0.050	64	3.25	71	3.61	83	4.22
1.91	0.075	85	4.35	100	5.11	118	6.03
2.54	0.100	110	5.59	130	6.61	156	7.93
5.08	0.200	207	10.54	252	12.83	313	15.94
7.62	0.300	286	14.57	357	18.18	444	22.61
10.16	0.400	348	17.72	453	23.07	562	28.62
12.70	0.500	408	20.79	538	27.41	672	34.23



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_





**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

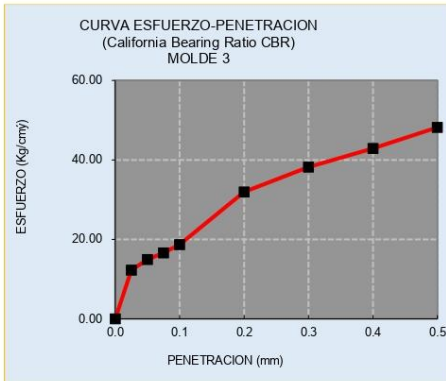
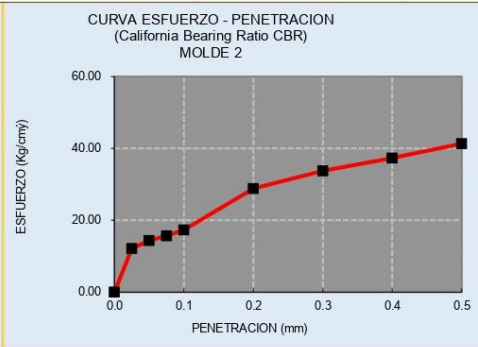
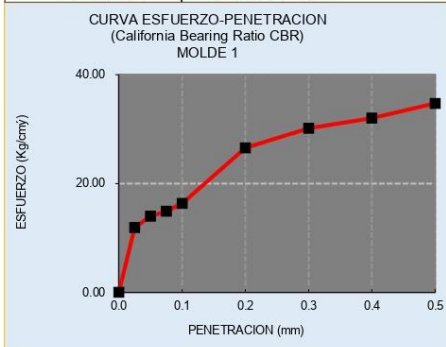
RUC: 20532797081  
 Mail: ceysel2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

Ubicación: Calicata C-2  
 Muestra: Estrato E1  
 Potencia: profundidad 1.50m



PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	5.59	10.54
MOLDE 2	6.61	12.83
MOLDE 3	7.93	15.94

	DENS	0.1	0.2	CBR	DMS:
MOLDE 1	1.456	7.95	10.00	10.00	2.13 gr/cm <sup>2</sup>
MOLDE 2	1.851	9.40	12.17	12.17	COH:
MOLDE 3	2.324	11.29	15.12	15.12	21.56 %

(\*) Valores Corregidos

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	13.92	%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	10.15	%



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
Mail: ceypse2009@hotmail.com  
Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

Ubicación:	Calicata	C-3
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m

**COMPACTACION C B R**

MOLDE	1		2		3				
	124		120		120				
Altura Molde mm.	124		120		120				
N° Capas	5		5		5				
N°Golp x Capa	10		25		55				
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES			
P. Húm.+ Molde	11345.00	11382.80	12070.00	12100.51	13140.00	13160.54			
Peso Molde (gr)	6766.00	6766.00	7258.00	7258.00	8105.00	8105.00			
Peso Húmedo (gr)	4579.00	4616.80	4812.00	4842.51	5035.00	5055.54			
Vol. Molde (cc)	2250.09	2250.09	2264.31	2264.31	2264.31	2264.31			
Densidad H. (gr/cc)	2.04	2.05	2.13	2.14	2.22	2.23			
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
P. Húmedo + Tara	147.20	150.30	145.50	135.50	140.20	141.20	152.30	158.10	160.20
Peso Seco + Tara	137.90	140.70	135.50	127.20	131.30	131.70	142.40	147.80	149.60
Peso Agua (gr)	9.30	9.60	10.00	8.30	8.90	9.50	9.90	10.30	10.60
Peso Tara (gr)	35.10	34.20	34.80	36.00	33.10	34.50	32.80	34.50	38.10
P. Muestra Seca	102.80	106.50	100.70	91.20	98.20	97.20	109.60	113.30	111.50
Cont. Humedad	9.05%	9.01%	9.93%	9.10%	9.06%	9.77%	9.03%	9.09%	9.51%
Cont.Hum.Prom.	9.03%		9.93%	9.08%		9.77%	9.06%		9.51%
DENSIDAD SECA	1.456		1.456	1.851		1.851	2.324		2.324

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Días)	NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.600	0.600	0.48	0.300	0.300	0.25	0.200	0.200	0.17
48	2	0.900	0.900	0.73	0.700	0.700	0.58	0.400	0.400	0.33
72	3	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50
96	4	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	61	3.11	66	3.36	68	3.46	68	3.46	68
1.27	0.050	89	4.51	96	4.87	108	5.48	108	5.48	108
1.91	0.075	110	5.59	125	6.36	143	7.27	143	7.27	143
2.54	0.100	135	6.86	155	7.87	181	9.20	181	9.20	181
5.08	0.200	244	12.43	289	14.72	350	17.83	350	17.83	350
7.62	0.300	322	16.40	393	20.02	480	24.45	480	24.45	480
10.16	0.400	381	19.40	486	24.75	595	30.30	595	30.30	595
12.70	0.500	440	22.43	570	29.05	704	35.87	704	35.87	704



Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO  
CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

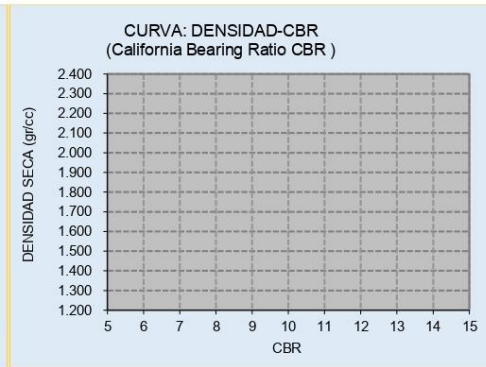
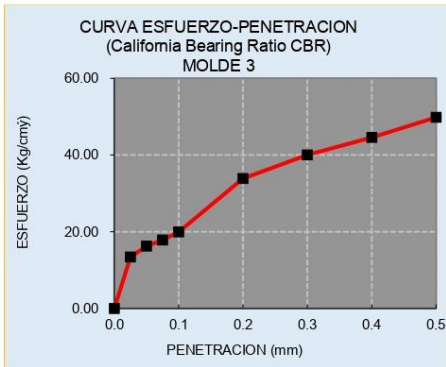
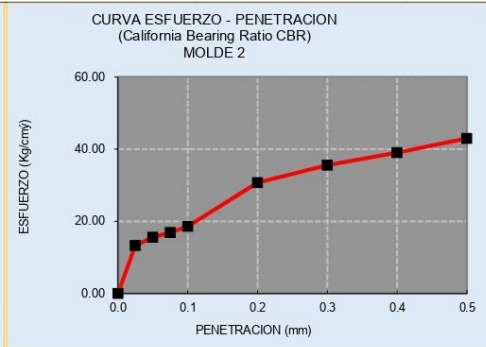
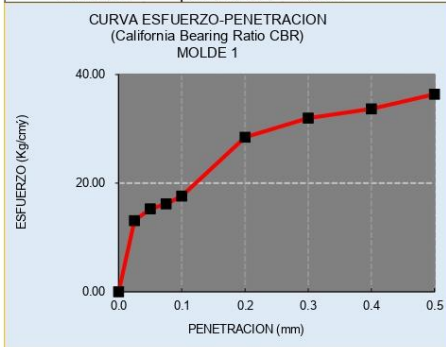
RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

Ubicación:	Calicata	C-3
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m



PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	6.86	12.43
MOLDE 2	7.87	14.72
MOLDE 3	9.20	17.83

	DENS	0.1	0.2	CBR	DMS:
MOLDE 1	1.456	9.75	11.78	11.78	2.07 gr/cm <sup>2</sup>
MOLDE 2	1.851	11.20	13.96	13.96	COH: 25.46 %
MOLDE 3	2.324	13.08	16.90	16.90	

(\*) Valores Corregidos

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	15.35	%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	11.69	%



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceysel2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

Ensayo :	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
LÍMITE LÍQUIDO	Norma :	ASTM D 4318	
LÍMITE PLÁSTICO	Norma :	ASTM D 4319	

**X1 (MS+1%FV)**

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :	Calicata	C1	Potencia :	1.50 m			
		Estrato :							E1
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3		
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	43.85	39.85	43.45	47.19	34.39	40.19	Limite Líquido:	LL = 59.68%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	38.65	34.65	36.15	46.52	33.72	39.42	Limite Plástico:	LP = 37.17%
Peso de la Tara	Gr	26.60	26.50	28.20	44.59	31.79	37.59	Indice de Plasticidad :	IP = 22.51%
Peso de la Muestra Seca	Gr	12.05	8.15	7.95	1.93	1.93	1.83	Contenido de Humedad :	Wn = 37.61%
Peso del Agua	Gr	5.20	5.20	7.30	0.67	0.67	0.77	Grado de Consistencia :	Kw = 0.98
Contenido de Humedad	%	43.15	63.79	91.81	34.72	34.72	42.08	Grado de Consistencia :	Plástica
Número de Golpes		33	22	16	Promedio :			37.17	

Calicata :	C1
Estrato :	E1
Potencia :	1.50 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
33	43.15
22	63.79
16	91.81
25	59.678

**LÍMITE LIQUIDO**



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALAO*  
 CIP. 54333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceysel2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso Distrito San Antonio Moquegua 2023	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

Ensayo :	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>		
LÍMITE LÍQUIDO	Norma :	ASTM D 4318	
LÍMITE PLÁSTICO	Norma :	ASTM D 4319	

**X1 (MS+1%FV)**

LIMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación : Calicata C2			Potencia : 1.50 m				
		Estrato : E1							
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3		
Peso Tara + Muestra Húmeda	G <sub>r</sub>	53.55	39.35	46.95	26.89	30.29	31.09	Límite Líquido:	LL = 59.24%
Peso Tara + Muestra Seca	G <sub>r</sub>	46.65	33.55	40.15	26.22	29.72	30.52	Límite Plástico:	LP = 29.25%
Peso de la Tara	G <sub>r</sub>	34.70	24.20	30.40	24.09	27.79	28.39	Índice de Plasticidad :	IP = 29.99%
Peso de la Muestra Seca	G <sub>r</sub>	11.95	9.35	9.75	2.13	1.93	2.13	Contenido de Humedad :	W <sub>n</sub> = 30.32%
Peso del Agua	G <sub>r</sub>	6.90	5.80	6.80	0.67	0.57	0.57	Grado de Consistencia :	K <sub>w</sub> = 0.96
Contenido de Humedad	%	57.73	62.02	69.73	31.46	29.53	26.76	Grado de Consistencia :	Plástica
Número de Golpes		29	18	14	Promedio :		29.25		

Calicata :	C2
Estrato :	E1
Potencia :	1.50 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
29	57.73
18	62.02
14	69.73
25	59.238

**LÍMITE LIQUIDO**



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALACIO*  
 CIP. 54333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso Distrito San Antonio Moquegua 2023	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

Ensayo :	LIMITES DE CONSISTENCIA		
LÍMITE LÍQUIDO	Norma :	ASTM D 4318	
LÍMITE PLÁSTICO	Norma :	ASTM D 4319	

**X1 (MS+1%FV)**

LIMITES DE CONSISTENCIA				Ubicación : Calicata C3			Potencia : 1.50 m		
				Estrato : E1					
				LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Tara Número		Unidades	1	2	3	1	2	3	Limites de Consistencia
Peso Tara + Muestra Húmeda		G <sub>r</sub>	43.75	49.05	46.95	29.69	33.19	38.39	Límite Líquido: LL = 52.24%
Peso Tara + Muestra Seca		G <sub>r</sub>	39.95	44.35	42.15	29.52	32.82	38.22	Límite Plástico: LP = 14.84%
Peso de la Tara		G <sub>r</sub>	32.40	36.00	32.90	28.19	30.39	37.19	Índice de Plasticidad : IP = 37.41%
Peso de la Muestra Seca		G <sub>r</sub>	7.55	8.35	9.25	1.33	2.43	1.03	Contenido de Humedad : W <sub>n</sub> = 20.21%
Peso del Agua		G <sub>r</sub>	3.80	4.70	4.80	0.17	0.37	0.17	Grado de Consistencia : K <sub>w</sub> = 0.86
Contenido de Humedad		%	50.32	56.28	51.88	12.78	15.23	16.50	Grado de Consistencia : Plástica
Número de Golpes			31	15	27	Promedio : 14.84			

Calicata :	C3
Estrato :	E1
Potencia :	1.50 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
31	50.32
15	56.28
27	51.88
25	52.245

**LÍMITE LIQUIDO**



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

Ensayo :	LIMITES DE CONSISTENCIA
LÍMITE LÍQUIDO	Norma : ASTM D 4318
LÍMITE PLÁSTICO	Norma : ASTM D 4319

**X2 (MS+2%FV)**

LIMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :	Calicata	Cl	Potencia :	1.50 m		
		Estrato :			E1			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda	G <sub>r</sub>	43.75	39.75	43.35	47.18	34.38	40.18	Límite Líquido: LL = 56.90%
Peso Tara + Muestra Seca	G <sub>r</sub>	38.75	34.75	36.25	46.53	33.73	39.43	Límite Plástico: LP = 35.74%
Peso de la Tara	G <sub>r</sub>	26.60	26.50	28.20	44.58	31.78	37.58	Índice de Plasticidad : IP = 21.22%
Peso de la Muestra Seca	G <sub>r</sub>	12.15	8.25	8.05	1.95	1.95	1.85	Contenido de Humedad : W <sub>n</sub> = 37.61%
Peso del Agua	G <sub>r</sub>	5.00	5.00	7.10	0.65	0.65	0.75	Grado de Consistencia : K <sub>w</sub> = 0.91
Contenido de Humedad	%	41.14	60.59	88.17	33.33	33.33	40.54	Grado de Consistencia : Plástica
Número de Golpes		33	22	16	Promedio : 35.74			

Calicata :	C1
Estrato :	E1
Potencia :	1.50 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
33	41.14
22	60.59
16	88.17
25	56.956

**LÍMITE LIQUIDO**

**Contenido de Humedad (%)**

**Número de Golpes**



*(Signature)*  
 Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO  
 CIP. 54333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceysel2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

Ensayo :	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
LÍMITE LÍQUIDO	Norma :	ASTM D 4318	
LÍMITE PLÁSTICO	Norma :	ASTM D 4319	

**X2 (MS+2%FV)**

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación : Calicata C2		Potencia : 1.50 m				
		Estrato : E1						
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			
					Límites de Consistencia			
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda	G <sub>r</sub>	53.45	39.25	46.85	26.88	30.28	31.08	Límite Líquido: LL = 56.91%
Peso Tara + Muestra Seca	G <sub>r</sub>	46.75	33.65	40.25	26.23	29.73	30.53	Límite Plástico: LP = 28.01%
Peso de la Tara	G <sub>r</sub>	34.70	24.20	30.40	24.08	27.78	28.38	Índice de Plasticidad : IP = 28.90%
Peso de la Muestra Seca	G <sub>r</sub>	12.05	9.45	9.85	2.15	1.95	2.15	Contenido de Humedad : W <sub>n</sub> = 30.32%
Peso del Agua	G <sub>r</sub>	6.70	5.60	6.60	0.65	0.55	0.55	Grado de Consistencia : K <sub>w</sub> = 0.92
Contenido de Humedad	%	55.59	59.24	66.99	30.23	28.21	25.58	Grado de Consistencia : Plástica
Número de Golpes		29	18	14	Promedio :		28.01	

Calicata :	C2
Estrato :	E1
Potencia :	1.50 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
29	55.59
18	59.24
14	66.99
25	56.908

**LÍMITE LIQUIDO**



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 54333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

Ensayo :	LIMITES DE CONSISTENCIA
LÍMITE LÍQUIDO	Norma : ASTM D 4318
LÍMITE PLÁSTICO	Norma : ASTM D 4319

**X2 (MS+2%FV)**

LIMITES DE CONSISTENCIA			Ubicación : Calicata C3			Potencia : 1.50 m																		
			Estrato : E1																					
			LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO																		
			1			1																		
			2			2																		
			3			3																		
Tara Número		Unidades	1	2	3	1	2	3																
Peso Tara + Muestra Húmeda		G <sub>r</sub>	43.65	48.95	46.85	29.68	33.18	38.38																
Peso Tara + Muestra Seca		G <sub>r</sub>	40.05	44.45	42.25	29.53	32.83	38.23																
Peso de la Tara		G <sub>r</sub>	32.40	36.00	32.90	28.18	30.38	37.18																
Peso de la Muestra Seca		G <sub>r</sub>	7.65	8.45	9.35	1.35	2.45	1.05																
Peso del Agua		G <sub>r</sub>	3.60	4.50	4.60	0.15	0.35	0.15																
Contenido de Humedad		%	47.04	53.24	49.18	11.11	14.29	14.29																
Número de Golpes			31	15	27	Promedio :	13.23																	
			<table border="1"> <tr> <td>Calicata :</td> <td>C3</td> </tr> <tr> <td>Estrato :</td> <td>E1</td> </tr> <tr> <td>Potencia :</td> <td>1.50 m</td> </tr> <tr> <td>Número de Golpes</td> <td>Contenido de Humedad (%)</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>47.04</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>53.24</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>49.18</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>49.235</td> </tr> </table>						Calicata :	C3	Estrato :	E1	Potencia :	1.50 m	Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)	31	47.04	15	53.24	27	49.18	25	49.235
Calicata :	C3																							
Estrato :	E1																							
Potencia :	1.50 m																							
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)																							
31	47.04																							
15	53.24																							
27	49.18																							
25	49.235																							
			<p style="text-align: center;"><b>LÍMITE LIQUIDO</b></p>																					



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 84333

Observaciones: \_\_\_\_\_





**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
Mail: ceypse2009@hotmail.com  
Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

Ensayo :	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
LÍMITE LÍQUIDO	Norma :	ASTM D 4318	
LÍMITE PLÁSTICO	Norma :	ASTM D 4319	

**X3 (MS+5%FV)**

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :	Calicata	C1	Potencia :	1.50 m		
		Estrato :			E1			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda	G <sub>r</sub>	43.00	39.00	42.60	47.12	34.32	40.12	Límite Líquido: LL = 31.89%
Peso Tara + Muestra Seca	G <sub>r</sub>	40.00	36.00	37.50	46.59	33.79	39.49	Límite Plástico: LP = 21.61%
Peso de la Tara	G <sub>r</sub>	26.59	26.49	28.19	43.94	31.14	36.94	Índice de Plasticidad : IP = 10.28%
Peso de la Muestra Seca	G <sub>r</sub>	13.42	9.52	9.32	2.65	2.65	2.54	Contenido de Humedad : W <sub>n</sub> = 37.61%
Peso del Agua	G <sub>r</sub>	3.00	3.00	5.10	0.53	0.53	0.63	Grado de Consistencia : K <sub>w</sub> = -0.56
Contenido de Humedad	%	22.36	31.53	54.75	20.04	20.04	24.75	Grado de Consistencia : Consistencia Líquida
Número de Golpes		33	22	16	Promedio : 21.61			

Calicata :	C1
Estrato :	E1
Potencia :	1.50 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
33	22.36
22	31.53
16	54.75
25	31.890

**LÍMITE LIQUIDO**

Contenido de Humedad (%)

Número de Golpes



Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO  
 CIP. 54333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceyse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso Distrito San Antonio Moquegua 2023	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

Ensayo :	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
LÍMITE LÍQUIDO	Norma :	ASTM D 4318	
LÍMITE PLÁSTICO	Norma :	ASTM D 4319	

**X3 (MS+5%FV)**

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación : Calicata C2		Potencia : 1.50 m					
		Estrato : E1							
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO				
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3	Límites de Consistencia	
Peso Tara + Muestra Húmeda	G <sub>r</sub>	52.70	38.50	46.10	26.82	30.22	31.02	Límite Líquido:	LL = 35.04%
Peso Tara + Muestra Seca	G <sub>r</sub>	48.00	34.90	41.50	26.29	29.79	30.59	Límite Plástico:	LP = 16.67%
Peso de la Tara	G <sub>r</sub>	34.69	24.19	30.39	23.44	27.14	27.74	Índice de Plasticidad :	IP = 18.37%
Peso de la Muestra Seca	G <sub>r</sub>	13.32	10.72	11.12	2.85	2.65	2.85	Contenido de Humedad :	W <sub>n</sub> = 30.32%
Peso del Agua	G <sub>r</sub>	4.70	3.60	4.60	0.53	0.43	0.43	Grado de Consistencia :	K <sub>w</sub> = 0.26
Contenido de Humedad	%	35.30	33.60	41.39	18.63	16.26	15.11	Grado de Consistencia :	Viscosa
Número de Golpes		29	18	14	Promedio :			16.67	

Calicata :	C2
Estrato :	E1
Potencia :	1.50 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
29	35.30
18	33.60
14	41.39
25	35.039

**LÍMITE LIQUIDO**



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

Ensayo :	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
LÍMITE LÍQUIDO	Norma :	ASTM D 4318	
LÍMITE PLÁSTICO	Norma :	ASTM D 4319	

**X3 (MS+5%FV)**

LÍMITES DE CONSISTENCIA				Ubicación : Calicata C3			Potencia : 1.50 m			
				Estrato : E1						
				LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			
Tara Número		Unidades		1	2	3	1	2	3	Límites de Consistencia
Peso Tara + Muestra Húmeda		Gr		42.90	48.20	46.10	29.62	33.12	38.32	Límite Líquido: LL = 22.13%
Peso Tara + Muestra Seca		Gr		41.30	45.70	43.50	29.59	32.89	38.29	Límite Plástico: LP = 3.50%
Peso de la Tara		Gr		32.39	35.99	32.89	27.54	29.74	36.54	Índice de Plasticidad : IP = 18.63%
Peso de la Muestra Seca		Gr		8.92	9.72	10.62	2.05	3.15	1.75	Contenido de Humedad : W <sub>n</sub> = 20.21%
Peso del Agua		Gr		1.60	2.50	2.60	0.03	0.23	0.03	Grado de Consistencia : K <sub>w</sub> = 0.10
Contenido de Humedad		%		17.95	25.73	24.49	1.47	7.31	1.72	Grado de Consistencia : Viscosa
Número de Golpes				31	15	27	Promedio :	3.50		

Calicata :	C3
Estrato :	E1
Potencia :	1.50 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
31	17.95
15	25.73
27	24.49
25	22.129

**LÍMITE LIQUIDO**

Contenido de Humedad (%)

Número de Golpes



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALERO*  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen

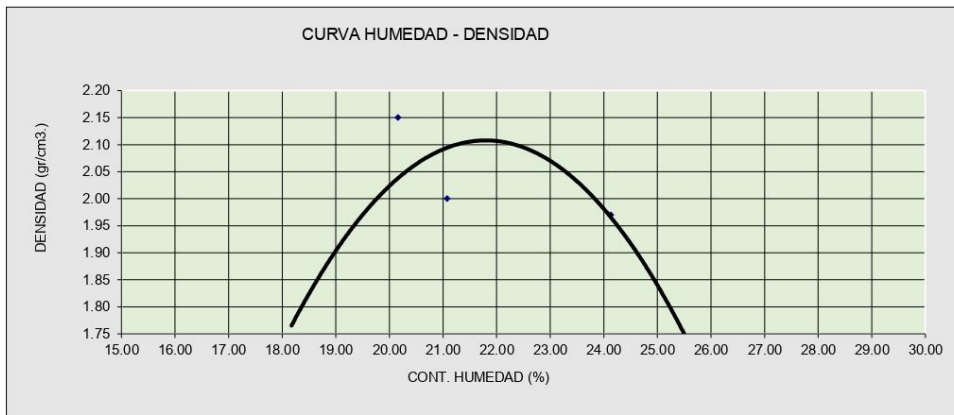


PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso Distrito San Antonio Moquegua 2023	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D - 1557) X4 (MS+1%FV)**

Ubicación:	Calicata C-1	N° de capas:	5
Muestra:	Estrato E1	N° de golpes por capa:	56
Potencia:	profundidad 1.50m	Cond:	-----

DETERMINACION DE LA DENSIDAD											
Volumen del Molde (cm3.)		2124.10	2124.10	2124.10	2124.10	2124.10	2124.10	2124.10	2124.10	2124.10	
Peso del Suelo Húmedo+Molde (gr)		7589.00	8695.44	8355.24	8400.60	7651.00					
Peso del Molde (gr)		3204.00	3204.00	3204.00	3204.00	3204.00					
Peso del Suelo Húmedo (gr)		4385.00	5491.44	5151.24	5196.60	4447.00					
Densidad del Suelo Humedo (gr/cm3)		2.06	2.59	2.43	2.45	2.09					
<b>CAPSULA N°</b>		<b>7</b>	<b>D</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>11</b>					
Peso Suelo Húmedo+Capsula. (gr)		105.00	109.00	109.00	101.00	94.00	102.00	104.00	106.00	109.00	114.00
Peso Suelo Seco + Capsula (gr)		93.50	96.50	96.50	89.50	82.50	89.50	89.50	92.50	92.50	96.50
Peso de la Capsula (gr)		29.00	29.00	36.00	31.00	29.00	29.00	30.00	36.00	29.00	29.00
Peso del Agua (gr)		11.50	12.50	12.50	11.50	11.50	12.50	14.50	13.50	16.50	17.50
Peso del Suelo Seco (gr)		64.50	67.50	60.50	58.50	53.50	60.50	59.50	56.50	63.50	67.50
% del Contenido de Humedad (%)		17.83	18.52	20.66	19.66	21.50	20.66	24.37	23.89	25.98	25.93
Promedio Humedad (%)		18.17	20.16	21.08	24.13	25.96					
Densidad del Suelo Seco (gr/cm3)		1.74	2.15	2	1.97	1.66					



<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3):</b>	<b>2.15</b>	<b>OPTI. CONT. HUMEDAD (%) DE PESO SECO</b>	<b>20.16</b>
---------------------------------------	-------------	---	--------------



Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceysel2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen

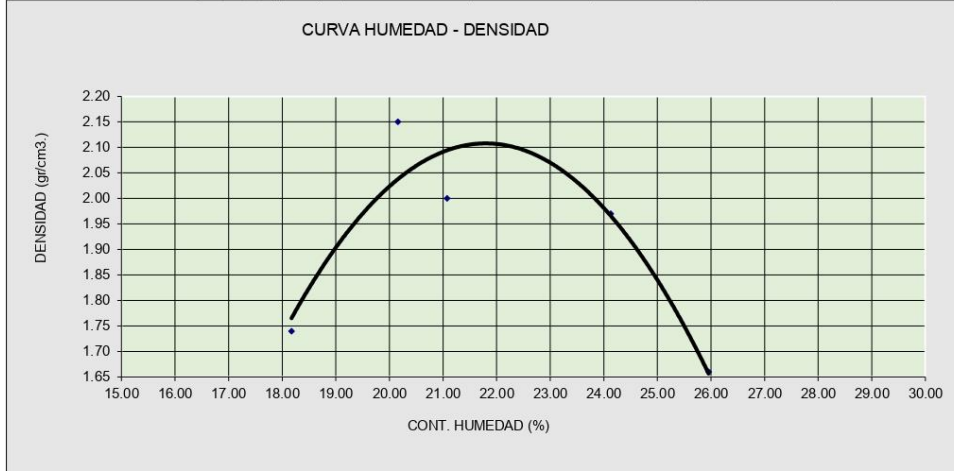


PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D - 1557) X4 (MS+1%FV)**

Ubicación:	Calicata C-2	N° de capas:	5
Muestra:	Estrato E1	N° de golpes por capa:	56
Potencia:	profundidad 1.50m	Cond:	-----

DETERMINACION DE LA DENSIDAD											
Volumen del Molde (cm3.)		2124.10	2124.10	2124.10	2124.10	2124.10					
Peso del Suelo Húmedo+Molde (gr)		7594.00	8699.98	8400.60	8445.96	7656.00					
Peso del Molde (gr)		3209.00	3209.00	3209.00	3209.00	3209.00					
Peso del Suelo Húmedo (gr)		4385.00	5490.98	5191.60	5236.96	4447.00					
Densidad del Suelo Humedo (gr/cm3)		2.06	2.59	2.44	2.47	2.09					
CAPSULA N°		10	C	5	B	9					
Peso Suelo Humedo+Capsula. (gr)		102.00	106.00	106.00	98.00	91.00	99.00	101.00	103.00	106.00	111.00
Peso Suelo Seco + Capsula (gr)		90.50	93.50	93.50	86.50	79.50	86.50	86.50	89.50	89.50	93.50
Peso de la Capsula (gr)		30.00	30.00	32.00	31.00	30.00	30.00	31.00	32.00	31.00	31.00
Peso del Agua (gr)		11.50	12.50	12.50	11.50	11.50	12.50	14.50	13.50	16.50	17.50
Peso del Suelo Seco (gr)		60.50	63.50	61.50	55.50	49.50	56.50	55.50	57.50	58.50	62.50
% del Contenido de Humedad (%)		19.01	19.69	20.33	20.72	23.23	22.12	26.13	23.48	28.21	28.00
Promedio Humedad (%)		19.35		20.52		22.68		24.80		28.10	
Densidad del Suelo Seco (gr/cm3)		1.72		2.14		1.99		1.97		1.63	



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3):	2.14	OPTI. CONT. HUMEDAD (%) DE PESO SECO	20.52
--------------------------------	------	--------------------------------------	-------



Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALACIO  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceyse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



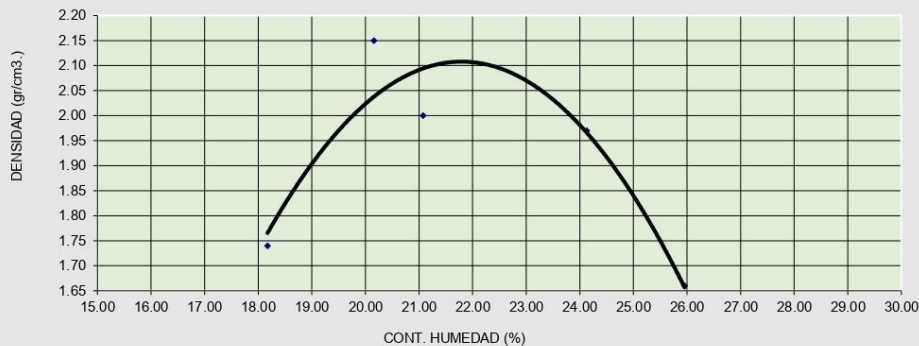
PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D - 1557) X4 (MS+1%FV)**

Ubicación:	Calicata C-3	N° de capas:	5
Muestra:	Estrato E1	N° de golpes por capa:	56
Potencia:	profundidad 1.50m	Cond:	-----

DETERMINACION DE LA DENSIDAD											
		8	5	H	F	2					
Volumen del Molde (cm3.)		2124.10	2124.10	2124.10	2124.10	2124.10					
Peso del Suelo Húmedo+Molde (gr)		7579.00	8704.51	8445.96	8491.32	7681.00					
Peso del Molde (gr)		3204.00	3204.00	3204.00	3204.00	3204.00					
Peso del Suelo Húmedo (gr)		4375.00	5500.51	5241.96	5287.32	4477.00					
Densidad del Suelo Humedo (gr/cm3)		2.06	2.59	2.47	2.49	2.11					
<b>CAPSULA N°</b>		<b>8</b>	<b>5</b>	<b>H</b>	<b>F</b>	<b>2</b>					
Peso Suelo Humedo+Capsula. (gr)		95.00	104.00	99.00	91.00	84.00	92.00	94.00	96.00	99.00	104.00
Peso Suelo Seco + Capsula (gr)		83.50	87.50	85.50	79.50	72.50	79.50	81.50	84.50	84.50	88.50
Peso de la Capsula (gr)		29.00	29.00	31.00	31.00	29.00	29.00	30.00	31.00	30.00	30.00
Peso del Agua (gr)		11.50	16.50	13.50	11.50	11.50	12.50	12.50	11.50	14.50	15.50
Peso del Suelo Seco (gr)		54.50	58.50	54.50	48.50	43.50	50.50	51.50	53.50	54.50	58.50
% del Contenido de Humedad (%)		21.10	28.21	24.77	23.71	26.44	24.75	24.27	21.50	26.61	26.50
Promedio Humedad (%)		24.65		24.24		25.59		22.88		26.55	
Densidad del Suelo Seco (gr/cm3)		1.65		2.08		1.96		2.02		1.66	

**CURVA HUMEDAD - DENSIDAD**



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3):	2.08	OPTI. CONT. HUMEDAD (%) DE PESO SECO	24.24
--------------------------------	------	--------------------------------------	-------



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen

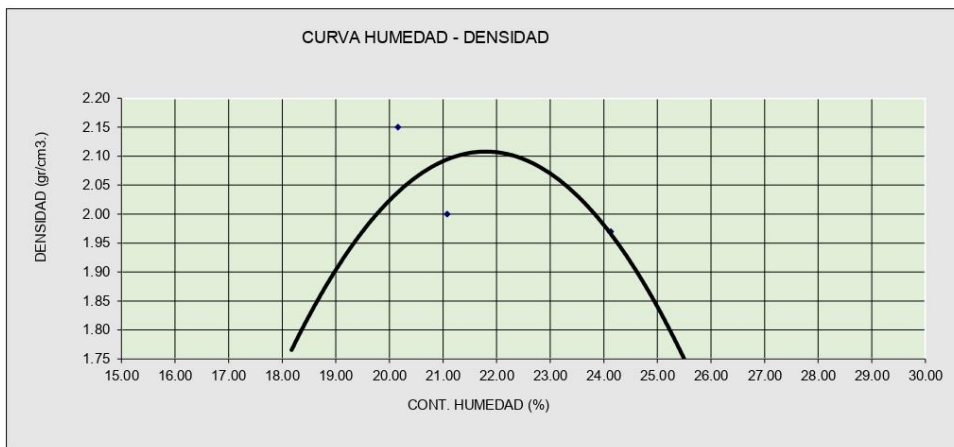


PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D - 1557) X5 (MS+2%FV)**

Ubicación:	Calicata C-1	N° de capas:	5
Muestra:	Estrato E1	N° de golpes por capa:	56
Potencia:	profundidad 1.50m	Cond:	-----

DETERMINACION DE LA DENSIDAD											
Volumen del Molde (cm3.)		2124.10	2124.10	2124.10	2124.10	2124.10					
Peso del Suelo Húmedo+Molde (gr)		7589.00	8695.44	8355.24	8400.60	7651.00					
Peso del Molde (gr)		3204.00	3204.00	3204.00	3204.00	3204.00					
Peso del Suelo Húmedo (gr)		4385.00	5491.44	5151.24	5196.60	4447.00					
Densidad del Suelo Humedo (gr/cm3)		2.06	2.59	2.43	2.45	2.09					
CAPSULA N°		7	D	6	2	11					
Peso Suelo Humedo+Capsula. (gr)		105.50	109.50	109.50	101.50	94.50	102.50	104.50	106.50	109.50	114.50
Peso Suelo Seco + Capsula (gr)		94.00	97.00	97.00	90.00	83.00	90.00	90.00	93.00	93.00	97.00
Peso de la Capsula (gr)		29.50	29.50	36.50	31.50	29.50	29.50	30.50	36.50	29.50	29.50
Peso del Agua (gr)		11.50	12.50	12.50	11.50	11.50	12.50	14.50	13.50	16.50	17.50
Peso del Suelo Seco (gr)		64.50	67.50	60.50	58.50	53.50	60.50	59.50	56.50	63.50	67.50
% del Contenido de Humedad (%)		17.83	18.52	20.66	19.66	21.50	20.66	24.37	23.89	25.98	25.93
Promedio Humedad (%)		18.17		20.16		21.08		24.13		25.96	
Densidad del Suelo Seco (gr/cm3)		1.74		2.15		2		1.97		1.66	



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3):	2.15	OPTI. CONT. HUMEDAD (%) DE PESO SECO	20.16
--------------------------------	------	--------------------------------------	-------



Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



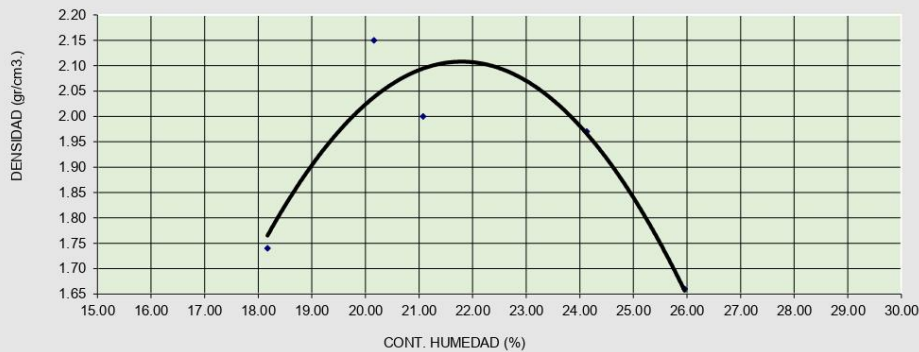
PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D - 1557) X5 (MS+2%FV)**

Ubicación:	Calicata C-2	N° de capas:	5
Muestra:	Estrato E1	N° de golpes por capa:	56
Potencia:	profundidad 1.50m	Cond:	-----

DETERMINACION DE LA DENSIDAD											
Volumen del Molde (cm3.)		2124.10	2124.10	2124.10	2124.10	2124.10					
Peso del Suelo Húmedo+Molde (gr)		7594.00	8699.98	8400.60	8445.96	7656.00					
Peso del Molde (gr)		3209.00	3209.00	3209.00	3209.00	3209.00					
Peso del Suelo Húmedo (gr)		4385.00	5490.98	5191.60	5236.96	4447.00					
Densidad del Suelo Humedo (gr/cm3)		2.06	2.59	2.44	2.47	2.09					
CAPSULA N°		10	C	5	B	9					
Peso Suelo Humedo+Capsula. (gr)		102.50	106.50	106.50	98.50	91.50	99.50	101.50	103.50	106.50	111.50
Peso Suelo Seco + Capsula (gr)		91.00	94.00	94.00	87.00	80.00	87.00	87.00	90.00	90.00	94.00
Peso de la Capsula (gr)		30.50	30.50	32.50	31.50	30.50	30.50	31.50	32.50	31.50	31.50
Peso del Agua (gr)		11.50	12.50	12.50	11.50	11.50	12.50	14.50	13.50	16.50	17.50
Peso del Suelo Seco (gr)		60.50	63.50	61.50	55.50	49.50	56.50	55.50	57.50	58.50	62.50
% del Contenido de Humedad (%)		19.01	19.69	20.33	20.72	23.23	22.12	26.13	23.48	28.21	28.00
Promedio Humedad (%)		19.35		20.52		22.68		24.80		28.10	
Densidad del Suelo Seco (gr/cm3)		1.72		2.14		1.99		1.97		1.63	

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3):	2.14	OPTI. CONT. HUMEDAD (%) DE PESO SECO	20.52
--------------------------------	------	--------------------------------------	-------



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceyse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



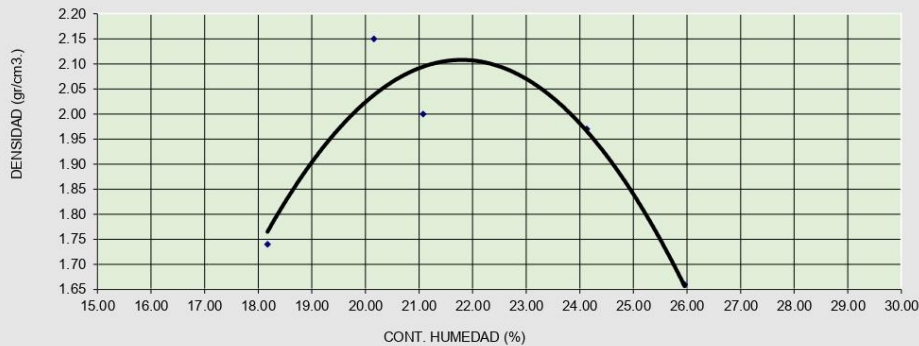
PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D - 1557) X5 (MS+2%FV)**

Ubicación:	Calicata C-3	N° de capas:	5
Muestra:	Estrato E1	N° de golpes por capa:	56
Potencia:	profundidad 1.50m	Cond:	-----

DETERMINACION DE LA DENSIDAD											
Volumen del Molde (cm3.)		2124.10	2124.10	2124.10	2124.10	2124.10					
Peso del Suelo Húmedo+Molde (gr)		7579.00	8704.51	8445.96	8491.32	7681.00					
Peso del Molde (gr)		3204.00	3204.00	3204.00	3204.00	3204.00					
Peso del Suelo Húmedo (gr)		4375.00	5500.51	5241.96	5287.32	4477.00					
Densidad del Suelo Humedo (gr/cm3)		2.06	2.59	2.47	2.49	2.11					
CAPSULA N°		8	5	H	F	2					
Peso Suelo Humedo+Capsula. (gr)		95.50	104.50	99.50	91.50	84.50	92.50	94.50	96.50	99.50	104.50
Peso Suelo Seco + Capsula (gr)		84.00	88.00	86.00	80.00	73.00	80.00	82.00	85.00	85.00	89.00
Peso de la Capsula (gr)		29.50	29.50	31.50	31.50	29.50	29.50	30.50	31.50	30.50	30.50
Peso del Agua (gr)		11.50	16.50	13.50	11.50	11.50	12.50	12.50	11.50	14.50	15.50
Peso del Suelo Seco (gr)		54.50	58.50	54.50	48.50	43.50	50.50	51.50	53.50	54.50	58.50
% del Contenido de Humedad (%)		21.10	28.21	24.77	23.71	26.44	24.75	24.27	21.50	26.61	26.50
Promedio Humedad (%)		24.65		24.24		25.59		22.88		26.55	
Densidad del Suelo Seco (gr/cm3)		1.65		2.08		1.96		2.02		1.66	

**CURVA HUMEDAD - DENSIDAD**



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3):	2.08	OPTI. CONT. HUMEDAD (%) DE PESO SECO	24.24
--------------------------------	------	--------------------------------------	-------



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceysel2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen

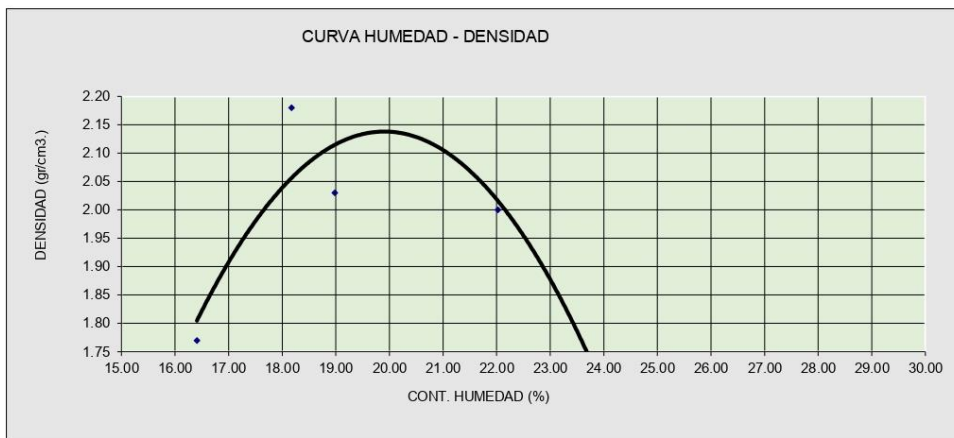


PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D - 1557) X6 (MS+5%FV)**

Ubicación:	Calicata C-1	N° de capas:	5
Muestra:	Estrato E1	N° de golpes por capa:	56
Potencia:	profundidad 1.50m	Cond:	-----

DETERMINACION DE LA DENSIDAD											
Volumen del Molde (cm3.)		2128.10	2128.10	2128.10	2128.10	2128.10					
Peso del Suelo Húmedo+Molde (gr)		7593.00	8699.44	8359.24	8404.60	7655.00					
Peso del Molde (gr)		3208.00	3208.00	3208.00	3208.00	3208.00					
Peso del Suelo Húmedo (gr)		4385.00	5491.44	5151.24	5196.60	4447.00					
Densidad del Suelo Humedo (gr/cm3)		2.06	2.58	2.42	2.44	2.09					
CAPSULA N°		7	D	6	2	11					
Peso Suelo Humedo+Capsula. (gr)		107.00	111.00	111.00	103.00	96.00	104.00	106.00	108.00	111.00	116.00
Peso Suelo Seco + Capsula (gr)		96.50	99.50	99.50	92.50	85.50	92.50	92.50	95.50	95.50	99.50
Peso de la Capsula (gr)		31.00	31.00	38.00	33.00	31.00	31.00	32.00	38.00	31.00	31.00
Peso del Agua (gr)		10.50	11.50	11.50	10.50	10.50	11.50	13.50	12.50	15.50	16.50
Peso del Suelo Seco (gr)		65.50	68.50	61.50	59.50	54.50	61.50	60.50	57.50	64.50	68.50
% del Contenido de Humedad (%)		16.03	16.79	18.70	17.65	19.27	18.70	22.31	21.74	24.03	24.09
Promedio Humedad (%)		16.41		18.17		18.98		22.03		24.06	
Densidad del Suelo Seco (gr/cm3)		1.77		2.18		2.03		2		1.68	



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3):	2.18	OPTI. CONT. HUMEDAD (%) DE PESO SECO	18.17
--------------------------------	------	--------------------------------------	-------



Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALARO  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceysel2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen

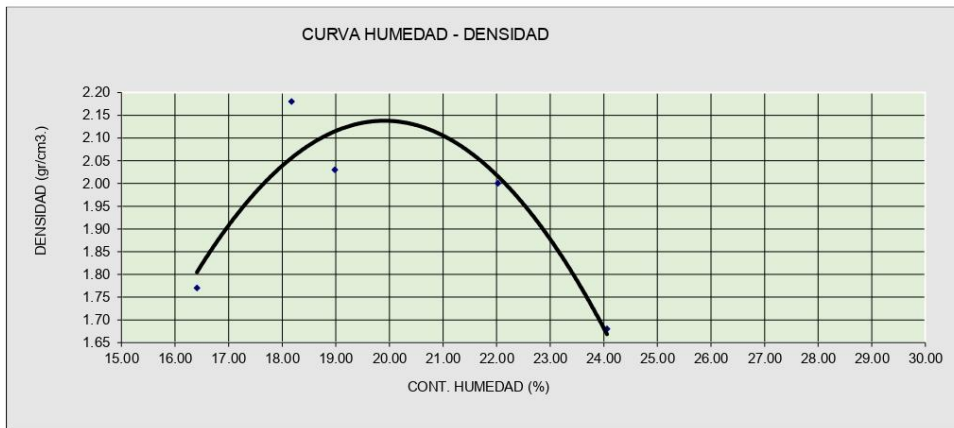


PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D - 1557) X6 (MS+5%FV)**

Ubicación:	Calicata C-2	N° de capas:	5
Muestra:	Estrato E1	N° de golpes por capa:	56
Potencia:	profundidad 1.50m	Cond:	-----

DETERMINACION DE LA DENSIDAD											
Volumen del Molde (cm3.)		2128.10	2128.10	2128.10	2128.10	2128.10					
Peso del Suelo Húmedo+Molde (gr)		7598.00	8703.98	8404.60	8449.96	7660.00					
Peso del Molde (gr)		3213.00	3213.00	3213.00	3213.00	3213.00					
Peso del Suelo Húmedo (gr)		4385.00	5490.98	5191.60	5236.96	4447.00					
Densidad del Suelo Humedo (gr/cm3)		2.06	2.58	2.44	2.46	2.09					
CAPSULA N°		10	C	5	B	9					
Peso Suelo Humedo+Capsula. (gr)		104.00	108.00	108.00	100.00	93.00	101.00	103.00	105.00	108.00	113.00
Peso Suelo Seco + Capsula (gr)		93.50	96.50	96.50	89.50	82.50	89.50	89.50	92.50	92.50	96.50
Peso de la Capsula (gr)		32.00	32.00	34.00	33.00	32.00	32.00	33.00	34.00	33.00	33.00
Peso del Agua (gr)		10.50	11.50	11.50	10.50	10.50	11.50	13.50	12.50	15.50	16.50
Peso del Suelo Seco (gr)		61.50	64.50	62.50	56.50	50.50	57.50	56.50	58.50	59.50	63.50
% del Contenido de Humedad (%)		17.07	17.83	18.40	18.58	20.79	20.00	23.89	21.37	26.05	25.98
Promedio Humedad (%)		17.45		18.49		20.40		22.63		26.02	
Densidad del Suelo Seco (gr/cm3)		1.75		2.17		2.02		2		1.65	



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3):	2.17	OPTI. CONT. HUMEDAD (%) DE PESO SECO	18.49
--------------------------------	------	--------------------------------------	-------



Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALARO  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen

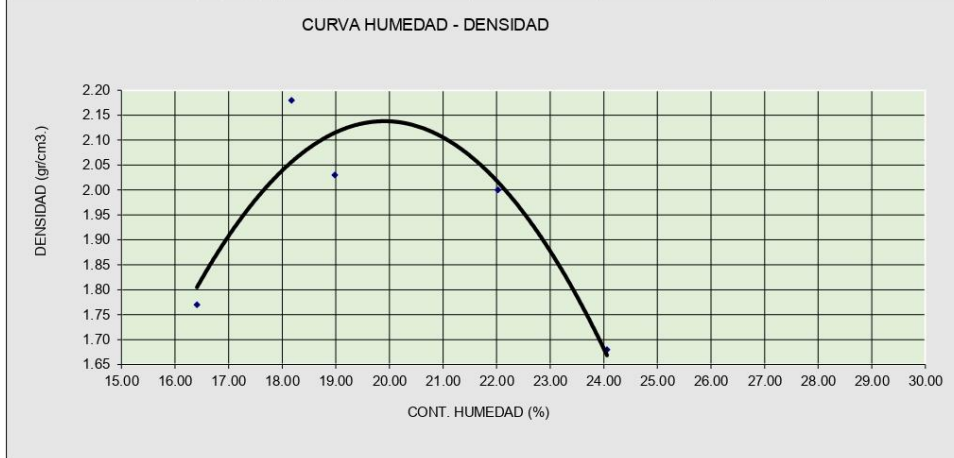


PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso Distrito San Antonio Moquegua 2023	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D - 1557) X6 (MS+5%FV)**

Ubicación:	Calicata C-3	N° de capas:	5
Muestra:	Estrato E1	N° de golpes por capa:	56
Potencia:	profundidad 1.50m	Cond:	-----

DETERMINACION DE LA DENSIDAD											
		8	5	H	F	2					
Volumen del Molde (cm3.)		2128.10	2128.10	2128.10	2128.10	2128.10					
Peso del Suelo Húmedo+Molde (gr)		7583.00	8708.51	8449.96	8495.32	7685.00					
Peso del Molde (gr)		3208.00	3208.00	3208.00	3208.00	3208.00					
Peso del Suelo Húmedo (gr)		4375.00	5500.51	5241.96	5287.32	4477.00					
Densidad del Suelo Húmedo (gr/cm3)		2.06	2.58	2.46	2.48	2.10					
<b>CAPSULA N°</b>		<b>8</b>	<b>5</b>	<b>H</b>	<b>F</b>	<b>2</b>					
Peso Suelo Húmedo+Capsula. (gr)		97.00	106.00	101.00	93.00	86.00	94.00	96.00	98.00	101.00	106.00
Peso Suelo Seco + Capsula (gr)		86.50	90.50	88.50	82.50	75.50	82.50	84.50	87.50	87.50	91.50
Peso de la Capsula (gr)		31.00	31.00	33.00	33.00	31.00	31.00	32.00	33.00	32.00	32.00
Peso del Agua (gr)		10.50	15.50	12.50	10.50	10.50	11.50	11.50	10.50	13.50	14.50
Peso del Suelo Seco (gr)		55.50	59.50	55.50	49.50	44.50	51.50	52.50	54.50	55.50	59.50
% del Contenido de Humedad (%)		18.92	26.05	22.52	21.21	23.60	22.33	21.90	19.27	24.32	24.37
Promedio Humedad (%)		22.48		21.87	22.96		20.59		24.35		
Densidad del Suelo Seco (gr/cm3)		1.67		2.12	2		2.06		1.69		



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3):	2.12	OPTI. CONT. HUMEDAD (%) DE PESO SECO	21.87
--------------------------------	------	--------------------------------------	-------



Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
Mail: ceypse2009@hotmail.com  
Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

**X7 (MS+1%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-1
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m

**COMPACTACION C B R**

MOLDE	1		2		3	
	Altura Molde mm.	N° Capas	N° Golp x Capa	Altura Molde mm.	N° Capas	N° Golp x Capa
	124	5	10	120	5	25
	120	5	25	120	5	55
<b>Cond. Muestra</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>
P. Húm.+ Molde	11345.00	11382.80	12070.00	12100.51	13140.00	13160.54
Peso Molde (gr)	6766.00	6766.00	7258.00	7258.00	8105.00	8105.00
Peso Húmedo (gr)	4579.00	4616.80	4812.00	4842.51	5035.00	5055.54
Vol. Molde (cc)	2250.09	2250.09	2264.31	2264.31	2264.31	2264.31
Densidad H.(gr/cc)	2.04	2.05	2.13	2.14	2.22	2.23
Número de Ensayo	<b>1-A</b>	<b>1-B</b>	<b>1-C</b>	<b>2-A</b>	<b>2-B</b>	<b>2-C</b>
P.Húmedo + Tara	147.20	150.30	145.50	135.50	140.20	141.20
Peso Seco + Tara	137.90	140.70	135.50	127.20	131.30	131.70
Peso Agua (gr)	9.30	9.60	10.00	8.30	8.90	9.50
Peso Tara (gr)	35.10	34.20	34.80	36.00	33.10	34.50
P. Muestra Seca	102.80	106.50	100.70	91.20	98.20	97.20
Cont. Humedad	9.05%	9.01%	9.93%	9.10%	9.06%	9.77%
<b>Cont.Hum.Prom.</b>	<b>9.03%</b>	<b>9.93%</b>	<b>9.08%</b>	<b>9.77%</b>	<b>9.03%</b>	<b>9.09%</b>
<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>1.456</b>	<b>1.456</b>	<b>1.851</b>	<b>1.851</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Dias)	NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.600	0.600	0.48	0.300	0.300	0.25	0.200	0.200	0.17
48	2	0.900	0.900	0.73	0.700	0.700	0.58	0.400	0.400	0.33
72	3	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50
96	4	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
		CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	50	2.52	55	2.78	57	2.88
1.27	0.050	76	3.88	83	4.24	95	4.85
1.91	0.075	98	4.97	113	5.73	131	6.65
2.54	0.100	122	6.22	142	7.24	168	8.57
5.08	0.200	226	11.48	271	13.78	332	16.88
7.62	0.300	304	15.48	375	19.10	462	23.53
10.16	0.400	365	18.56	470	23.91	579	29.46
12.70	0.500	424	21.61	554	28.23	688	35.05



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

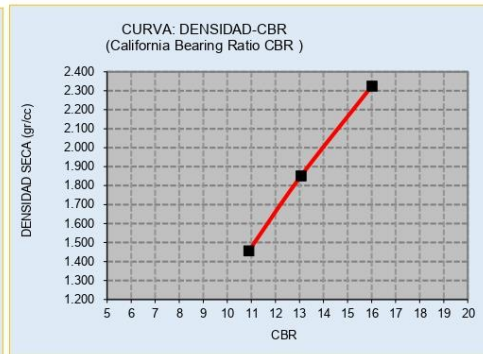
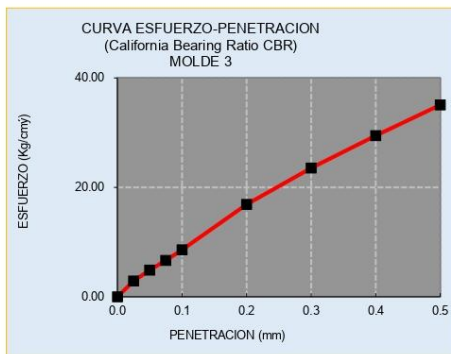
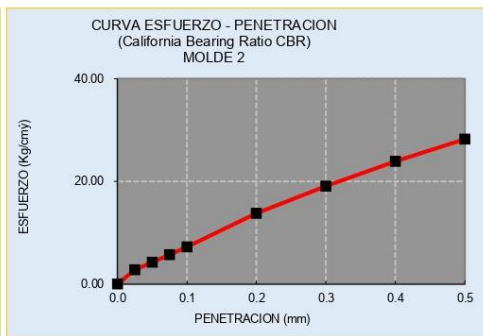
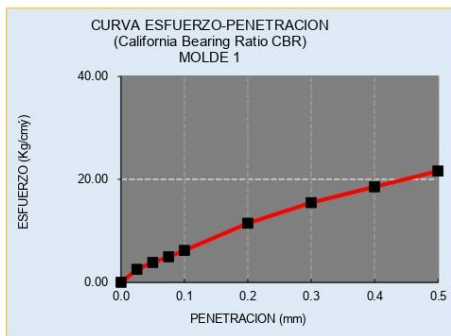
RUC: 20532797081  
 Mail: ceysel2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) X7 (MS+1%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-1
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m



PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	6.22	11.48
MOLDE 2	7.24	13.78
MOLDE 3	8.57	16.88

	DENS	0.1	0.2	CBR	DMS:
MOLDE 1	1.456	8.85	10.89	10.89	2.14 gr/cm <sup>2</sup>
MOLDE 2	1.851	10.30	13.06	13.06	
MOLDE 3	2.324	12.18	16.01	16.01	21.18 %

(\*) Valores Corregidos

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	14.87	%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	11.08	%



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
Mail: ceysel2009@hotmail.com  
Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

**X7 (MS+1%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-2
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m

**COMPACTACION C B R**

MOLDE	1		2		3	
	Altura Molde mm.	N° Capas	N° Golp x Capa	Altura Molde mm.	N° Capas	N° Golp x Capa
	124	5	10	120	5	25
	120	5	25	120	5	55
<b>Cond. Muestra</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>
P. Húm.+ Molde	11345.00	11382.80	12070.00	12100.51	13140.00	13160.54
Peso Molde (gr)	6766.00	6766.00	7258.00	7258.00	8105.00	8105.00
Peso Húmedo (gr)	4579.00	4616.80	4812.00	4842.51	5035.00	5055.54
Vol. Molde (cc)	2250.09	2250.09	2264.31	2264.31	2264.31	2264.31
Densidad H.(gr/cc)	2.04	2.05	2.13	2.14	2.22	2.23
Número de Ensayo	<b>1-A</b>	<b>1-B</b>	<b>1-C</b>	<b>2-A</b>	<b>2-B</b>	<b>2-C</b>
P.Húmedo + Tara	147.20	150.30	145.50	135.50	140.20	141.20
Peso Seco + Tara	137.90	140.70	135.50	127.20	131.30	131.70
Peso Agua (gr)	9.30	9.60	10.00	8.30	8.90	9.50
Peso Tara (gr)	35.10	34.20	34.80	36.00	33.10	34.50
P. Muestra Seca	102.80	106.50	100.70	91.20	98.20	97.20
Cont. Humedad	9.05%	9.01%	9.93%	9.10%	9.06%	9.77%
<b>Cont.Hum.Prom.</b>	<b>9.03%</b>	<b>9.93%</b>	<b>9.08%</b>	<b>9.77%</b>	<b>9.03%</b>	<b>9.09%</b>
<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>1.456</b>	<b>1.456</b>	<b>1.851</b>	<b>1.851</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Dias)	NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.600	0.600	0.48	0.300	0.300	0.25	0.200	0.200	0.17
48	2	0.900	0.900	0.73	0.700	0.700	0.58	0.400	0.400	0.33
72	3	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50
96	4	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
		CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	73	3.69	78	3.95	80	4.05
1.27	0.050	101	5.14	108	5.50	120	6.11
1.91	0.075	122	6.21	137	6.98	155	7.89
2.54	0.100	147	7.49	167	8.51	193	9.83
5.08	0.200	263	13.37	308	15.66	369	18.77
7.62	0.300	340	17.32	411	20.93	498	25.36
10.16	0.400	398	20.24	503	25.59	612	31.14
12.70	0.500	457	23.25	587	29.87	721	36.69



Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO  
CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_





**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

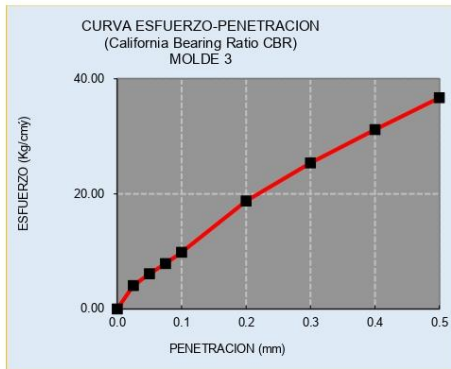
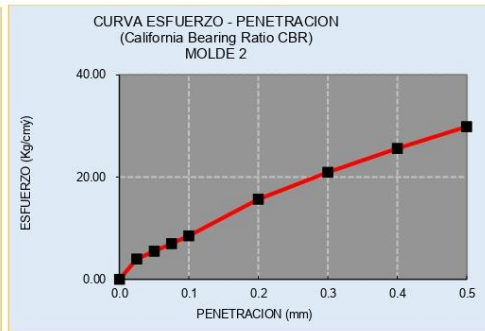
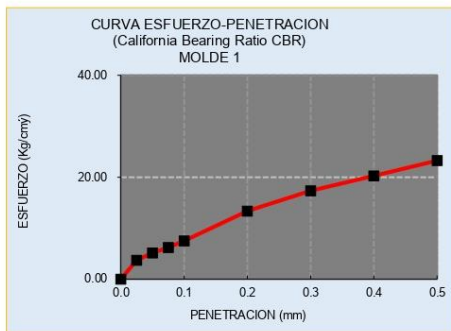
RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) X7 (MS+1%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-2
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m



PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	7.49	13.37
MOLDE 2	8.51	15.66
MOLDE 3	9.83	18.77

	DENS	0.1	0.2	CBR	DMS:
MOLDE 1	1.456	10.65	12.68	12.68	2.13 gr/cm²
MOLDE 2	1.851	12.10	14.85	14.85	COH: 21.56 %
MOLDE 3	2.324	13.98	17.80	17.80	

(\*) Valores Corregidos

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	16.60	%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	12.83	%



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 54333

Observaciones: \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
Mail: ceysel2009@hotmail.com  
Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

**X7 (MS+1%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-3
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m

**COMPACTACION C B R**

MOLDE	1		2		3				
	Altura Molde mm.	124	120	120	120	120			
N° Capas	5	5	5	5	5	5			
N°Golp x Capa	10	25	25	25	55	55			
<b>Cond. Muestra</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>			
P. Húm.+ Molde	11345.00	11382.80	12070.00	12100.51	13140.00	13160.54			
Peso Molde (gr)	6766.00	6766.00	7258.00	7258.00	8105.00	8105.00			
Peso Húmedo (gr)	4579.00	4616.80	4812.00	4842.51	5035.00	5055.54			
Vol. Molde (cc)	2250.09	2250.09	2264.31	2264.31	2264.31	2264.31			
Densidad H.(gr/cc)	2.04	2.05	2.13	2.14	2.22	2.23			
Número de Ensayo	<b>1-A</b>	<b>1-B</b>	<b>1-C</b>	<b>2-A</b>	<b>2-B</b>	<b>2-C</b>	<b>3-A</b>	<b>3-B</b>	<b>3-C</b>
P.Húmedo + Tara	147.20	150.30	145.50	135.50	140.20	141.20	152.30	158.10	160.20
Peso Seco + Tara	137.90	140.70	135.50	127.20	131.30	131.70	142.40	147.80	149.60
Peso Agua (gr)	9.30	9.60	10.00	8.30	8.90	9.50	9.90	10.30	10.60
Peso Tara (gr)	35.10	34.20	34.80	36.00	33.10	34.50	32.80	34.50	38.10
P. Muestra Seca	102.80	106.50	100.70	91.20	98.20	97.20	109.60	113.30	111.50
Cont. Humedad	9.05%	9.01%	9.93%	9.10%	9.06%	9.77%	9.03%	9.09%	9.51%
<b>Cont.Hum.Prom.</b>	<b>9.03%</b>	<b>9.03%</b>	<b>9.08%</b>	<b>9.08%</b>	<b>9.77%</b>	<b>9.77%</b>	<b>9.06%</b>	<b>9.06%</b>	<b>9.51%</b>
<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>1.456</b>	<b>1.456</b>	<b>1.851</b>	<b>1.851</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Dias)	NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.600	0.600	0.48	0.300	0.300	0.25	0.200	0.200	0.17
48	2	0.900	0.900	0.73	0.700	0.700	0.58	0.400	0.400	0.33
72	3	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50
96	4	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
		CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	96	4.86	101	5.12	103	5.22
1.27	0.050	126	6.41	133	6.76	145	7.37
1.91	0.075	146	7.46	161	8.22	179	9.14
2.54	0.100	172	8.75	192	9.77	218	11.09
5.08	0.200	300	15.25	345	17.55	406	20.65
7.62	0.300	376	19.15	447	22.77	534	27.20
10.16	0.400	431	21.93	536	27.27	645	32.82
12.70	0.500	489	24.89	619	31.51	753	38.33



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

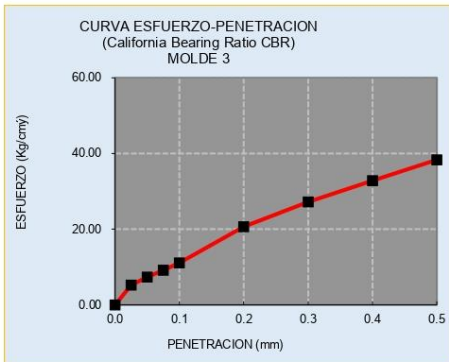
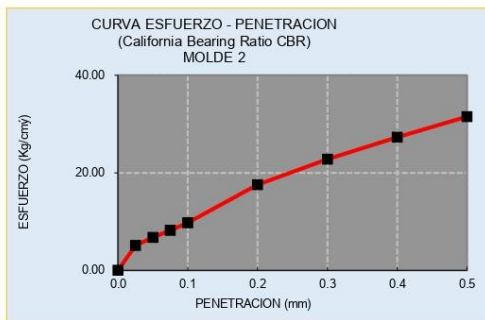
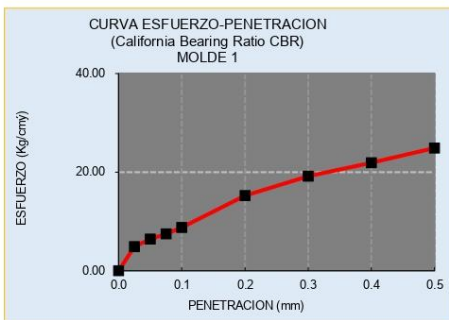
RUC: 20532797081  
 Mail: ceyse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	-----	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) X7 (MS+1%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-3
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m



PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	8.75	15.25
MOLDE 2	9.77	17.55
MOLDE 3	11.09	20.65

MOLDE	DENS	0.1	0.2	CBR	DMS:
MOLDE 1	1.456	12.44	14.46	14.46	2.07 gr/cm²
MOLDE 2	1.851	13.89	16.64	16.64	COH:
MOLDE 3	2.324	15.78	19.58	19.58	25.46 %

(\*) Valores Corregidos

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	18.03	%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	14.37	%



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 84333

Observaciones: \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
Mail: ceypse2009@hotmail.com  
Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

**X8 (MS+2%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-1
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m

**COMPACTACION C B R**

MOLDE	1		2		3				
	Altura Molde mm.	124	120	120	120	120			
N° Capas	5	5	5	5	5	5			
N°Golp x Capa	10	25	25	55	55	55			
<b>Cond. Muestra</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>			
P. Húm.+ Molde	11345.00	11382.80	12070.00	12100.51	13140.00	13160.54			
Peso Molde (gr)	6766.00	6766.00	7258.00	7258.00	8105.00	8105.00			
Peso Húmedo (gr)	4579.00	4616.80	4812.00	4842.51	5035.00	5055.54			
Vol. Molde (cc)	2250.09	2250.09	2264.31	2264.31	2264.31	2264.31			
Densidad H.(gr/cc)	2.04	2.05	2.13	2.14	2.22	2.23			
Número de Ensayo	<b>1-A</b>	<b>1-B</b>	<b>1-C</b>	<b>2-A</b>	<b>2-B</b>	<b>2-C</b>	<b>3-A</b>	<b>3-B</b>	<b>3-C</b>
P.Húmedo + Tara	147.20	150.30	145.50	135.50	140.20	141.20	152.30	158.10	160.20
Peso Seco + Tara	137.90	140.70	135.50	127.20	131.30	131.70	142.40	147.80	149.60
Peso Agua (gr)	9.30	9.60	10.00	8.30	8.90	9.50	9.90	10.30	10.60
Peso Tara (gr)	35.10	34.20	34.80	36.00	33.10	34.50	32.80	34.50	38.10
P. Muestra Seca	102.80	106.50	100.70	91.20	98.20	97.20	109.60	113.30	111.50
Cont. Humedad	9.05%	9.01%	9.93%	9.10%	9.06%	9.77%	9.03%	9.09%	9.51%
<b>Cont.Hum.Prom.</b>	<b>9.03%</b>	<b>9.93%</b>	<b>9.08%</b>	<b>9.77%</b>	<b>9.06%</b>	<b>9.51%</b>	<b>9.06%</b>	<b>9.51%</b>	<b>9.51%</b>
<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>1.456</b>	<b>1.456</b>	<b>1.851</b>	<b>1.851</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Dias)	NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.600	0.600	0.48	0.300	0.300	0.25	0.200	0.200	0.17
48	2	0.900	0.900	0.73	0.700	0.700	0.58	0.400	0.400	0.33
72	3	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50
96	4	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
		CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	119	6.04	124	6.29	126	6.39
1.27	0.050	151	7.67	158	8.03	170	8.64
1.91	0.075	171	8.70	186	9.46	204	10.38
2.54	0.100	197	10.01	217	11.03	243	12.36
5.08	0.200	337	17.14	382	19.43	443	22.54
7.62	0.300	412	20.98	483	24.60	570	29.03
10.16	0.400	464	23.61	569	28.95	678	34.50
12.70	0.500	521	26.53	651	33.15	785	39.97



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

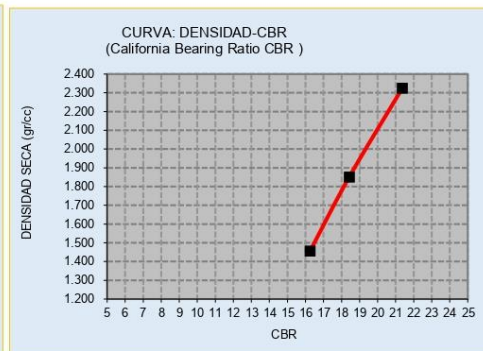
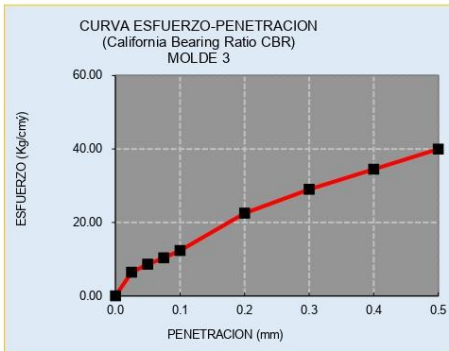
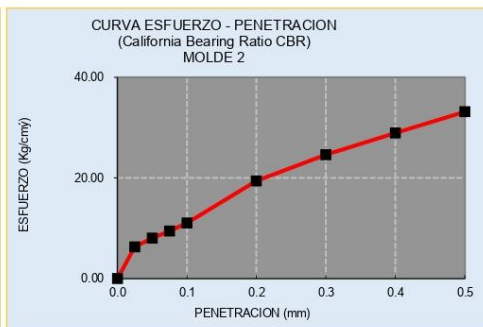
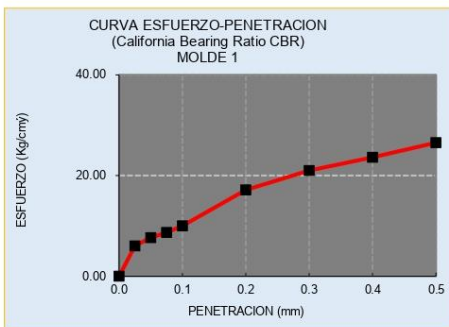
RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) X8 (MS+2%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-1
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m



PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	10.01	17.14
MOLDE 2	11.03	19.43
MOLDE 3	12.36	22.54

	DENS	0.1	0.2	CBR	DMS:
MOLDE 1	1.456	14.24	16.25	16.25	2.14 gr/cm <sup>2</sup>
MOLDE 2	1.851	15.69	18.42	18.42	COH:
MOLDE 3	2.324	17.57	21.37	21.37	21.18 %

(\*) Valores Corregidos

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	20.23	%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	16.44	%



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 84333

Observaciones: \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
Mail: ceypse2009@hotmail.com  
Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

**X8 (MS+2%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-2
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m

**COMPACTACION C B R**

MOLDE	1		2		3				
	Altura Molde mm.	124	120	120	120	120			
N° Capas	5	5	5	5	5	5			
N°Golp x Capa	10	25	25	55	55	55			
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES			
P. Húm.+ Molde	11345.00	11382.80	12070.00	12100.51	13140.00	13160.54			
Peso Molde (gr)	6766.00	6766.00	7258.00	7258.00	8105.00	8105.00			
Peso Húmedo (gr)	4579.00	4616.80	4812.00	4842.51	5035.00	5055.54			
Vol. Molde (cc)	2250.09	2250.09	2264.31	2264.31	2264.31	2264.31			
Densidad H.(gr/cc)	2.04	2.05	2.13	2.14	2.22	2.23			
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
P.Húmedo + Tara	147.20	150.30	145.50	135.50	140.20	141.20	152.30	158.10	160.20
Peso Seco + Tara	137.90	140.70	135.50	127.20	131.30	131.70	142.40	147.80	149.60
Peso Agua (gr)	9.30	9.60	10.00	8.30	8.90	9.50	9.90	10.30	10.60
Peso Tara (gr)	35.10	34.20	34.80	36.00	33.10	34.50	32.80	34.50	38.10
P. Muestra Seca	102.80	106.50	100.70	91.20	98.20	97.20	109.60	113.30	111.50
Cont. Humedad	9.05%	9.01%	9.93%	9.10%	9.06%	9.77%	9.03%	9.09%	9.51%
Cont.Hum.Prom.	9.03%		9.93%	9.08%		9.77%	9.06%		9.51%
DENSIDAD SECA	1.456		1.456	1.851		1.851	2.324		2.324

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Dias)	NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.600	0.600	0.48	0.300	0.300	0.25	0.200	0.200	0.17
48	2	0.900	0.900	0.73	0.700	0.700	0.58	0.400	0.400	0.33
72	3	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50
96	4	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
		CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	142	7.21	147	7.46	149	7.56
1.27	0.050	175	8.93	182	9.29	194	9.90
1.91	0.075	195	9.94	210	10.71	228	11.62
2.54	0.100	221	11.28	241	12.29	267	13.62
5.08	0.200	374	19.02	419	21.31	480	24.42
7.62	0.300	448	22.82	519	26.43	606	30.86
10.16	0.400	497	25.29	602	30.63	711	36.19
12.70	0.500	553	28.17	683	34.79	817	41.61



Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO  
CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

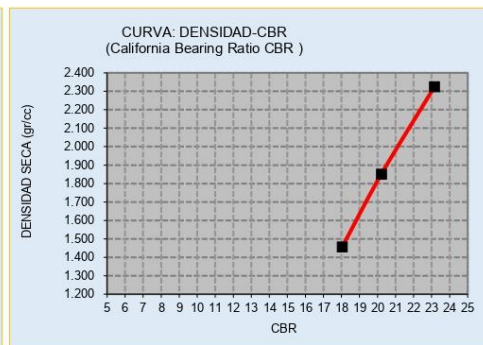
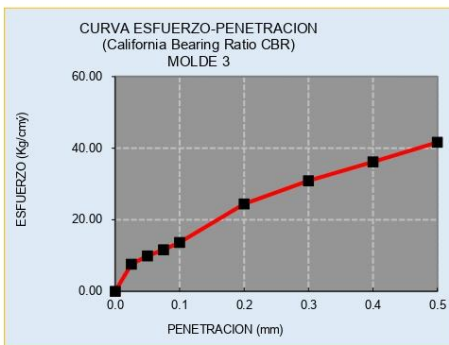
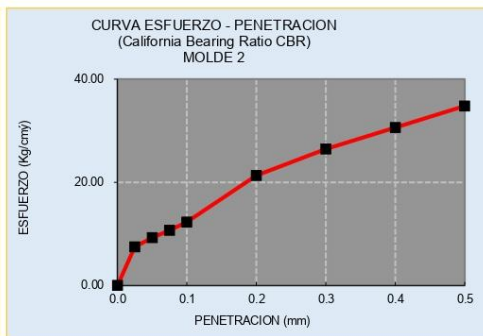
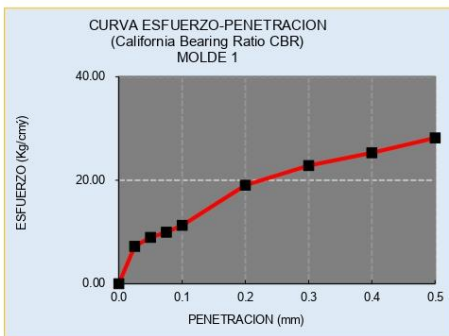
RUC: 20532797081  
 Mail: ceypse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) X8 (MS+2%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-2
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m



PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	11.28	19.02
MOLDE 2	12.29	21.31
MOLDE 3	13.62	24.42

	DENS	0.1	0.2	CBR	DMS:
MOLDE 1	1.456	16.04	18.04	18.04	2.13 gr/cm <sup>2</sup>
MOLDE 2	1.851	17.49	20.21	20.21	COH:
MOLDE 3	2.324	19.37	23.16	23.16	21.56 %

(\*) Valores Corregidos

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	21.96 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	18.19 %



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 84333

Observaciones: \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
Mail: ceypse2009@hotmail.com  
Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

**X8 (MS+2%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-3
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m

**COMPACTACION C B R**

MOLDE	1		2		3				
	Altura Molde mm.	124	120	120	120	120			
N° Capas	5	5	5	5	5	5			
N°Golp x Capa	10	25	25	25	55	55			
<b>Cond. Muestra</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>			
P. Húm.+ Molde	11345.00	11382.80	12070.00	12100.51	13140.00	13160.54			
Peso Molde (gr)	6766.00	6766.00	7258.00	7258.00	8105.00	8105.00			
Peso Húmedo (gr)	4579.00	4616.80	4812.00	4842.51	5035.00	5055.54			
Vol. Molde (cc)	2250.09	2250.09	2264.31	2264.31	2264.31	2264.31			
Densidad H.(gr/cc)	2.04	2.05	2.13	2.14	2.22	2.23			
Número de Ensayo	<b>1-A</b>	<b>1-B</b>	<b>1-C</b>	<b>2-A</b>	<b>2-B</b>	<b>2-C</b>	<b>3-A</b>	<b>3-B</b>	<b>3-C</b>
P.Húmedo + Tara	147.20	150.30	145.50	135.50	140.20	141.20	152.30	158.10	160.20
Peso Seco + Tara	137.90	140.70	135.50	127.20	131.30	131.70	142.40	147.80	149.60
Peso Agua (gr)	9.30	9.60	10.00	8.30	8.90	9.50	9.90	10.30	10.60
Peso Tara (gr)	35.10	34.20	34.80	36.00	33.10	34.50	32.80	34.50	38.10
P. Muestra Seca	102.80	106.50	100.70	91.20	98.20	97.20	109.60	113.30	111.50
Cont. Humedad	9.05%	9.01%	9.93%	9.10%	9.06%	9.77%	9.03%	9.09%	9.51%
<b>Cont.Hum.Prom.</b>	<b>9.03%</b>	<b>9.93%</b>	<b>9.08%</b>	<b>9.77%</b>	<b>9.06%</b>	<b>9.51%</b>			
<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>1.456</b>	<b>1.456</b>	<b>1.851</b>	<b>1.851</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>			

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Dias)	NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.600	0.600	0.48	0.300	0.300	0.25	0.200	0.200	0.17
48	2	0.900	0.900	0.73	0.700	0.700	0.58	0.400	0.400	0.33
72	3	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50
96	4	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
		CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	165	8.38	170	8.63	172	8.73
1.27	0.050	200	10.20	207	10.55	219	11.16
1.91	0.075	220	11.18	235	11.95	253	12.86
2.54	0.100	246	12.54	266	13.56	292	14.88
5.08	0.200	411	20.91	456	23.20	517	26.31
7.62	0.300	484	24.65	555	28.27	642	32.70
10.16	0.400	530	26.97	635	32.31	744	37.87
12.70	0.500	585	29.81	715	36.43	849	43.25



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

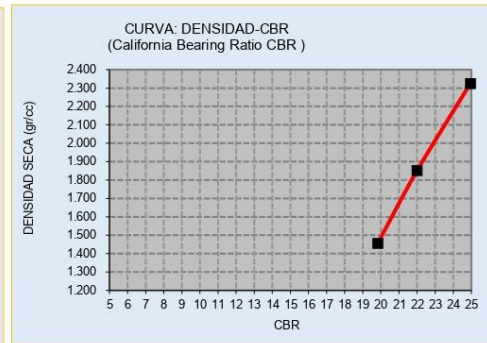
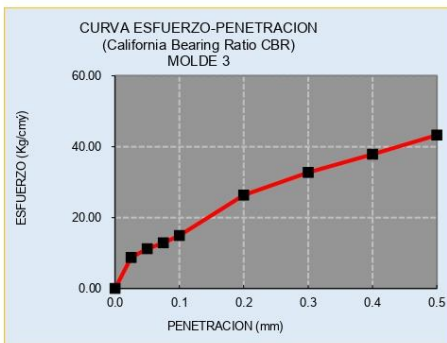
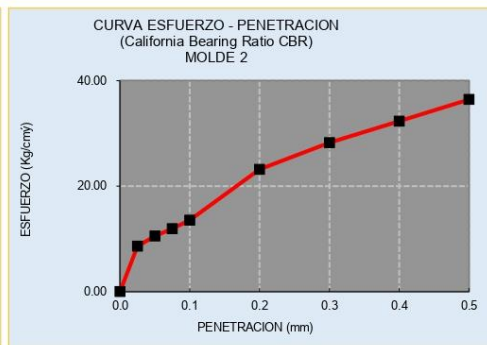
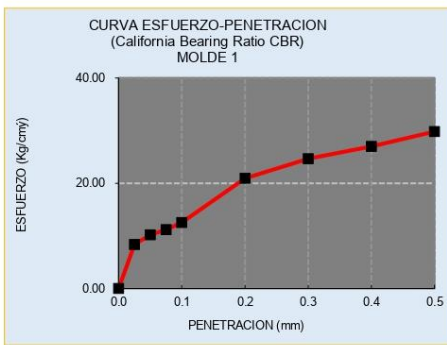
RUC: 20532797081  
 Mail: ceysel2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) X8 (MS+2%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-3
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m



PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	12.54	20.91
MOLDE 2	13.56	23.20
MOLDE 3	14.88	26.31

	DENS	0.1	0.2	CBR	DMS:
MOLDE 1	1.456	17.83	19.82	19.82	2.07 gr/cm <sup>2</sup>
MOLDE 2	1.851	19.28	22.00	22.00	COH:
MOLDE 3	2.324	21.17	24.94	24.94	25.46 %

(\*) Valores Corregidos

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	23.39	%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	19.73	%



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
Mail: ceypse2009@hotmail.com  
Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

**X9 (MS+5%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-1
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m

**COMPACTACION C B R**

MOLDE	1		2		3	
	Altura Molde mm.	N° Capas	N° Golp x Capa	Altura Molde mm.	N° Capas	N° Golp x Capa
	124	5	10	120	5	25
	120	5	25	120	5	55
<b>Cond. Muestra</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>
P. Húm.+ Molde	11345.00	11382.80	12070.00	12100.51	13140.00	13160.54
Peso Molde (gr)	6766.00	6766.00	7258.00	7258.00	8105.00	8105.00
Peso Húmedo (gr)	4579.00	4616.80	4812.00	4842.51	5035.00	5055.54
Vol. Molde (cc)	2250.09	2250.09	2264.31	2264.31	2264.31	2264.31
Densidad H.(gr/cc)	2.04	2.05	2.13	2.14	2.22	2.23
Número de Ensayo	<b>1-A</b>	<b>1-B</b>	<b>1-C</b>	<b>2-A</b>	<b>2-B</b>	<b>2-C</b>
P.Húmedo + Tara	147.20	150.30	145.50	135.50	140.20	141.20
Peso Seco + Tara	137.90	140.70	135.50	127.20	131.30	131.70
Peso Agua (gr)	9.30	9.60	10.00	8.30	8.90	9.50
Peso Tara (gr)	35.10	34.20	34.80	36.00	33.10	34.50
P. Muestra Seca	102.80	106.50	100.70	91.20	98.20	97.20
Cont. Humedad	9.05%	9.01%	9.93%	9.10%	9.06%	9.77%
<b>Cont.Hum.Prom.</b>	<b>9.03%</b>	<b>9.03%</b>	<b>9.08%</b>	<b>9.08%</b>	<b>9.77%</b>	<b>9.77%</b>
<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>1.456</b>	<b>1.456</b>	<b>1.851</b>	<b>1.851</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Dias)	NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.600	0.600	0.48	0.300	0.300	0.25	0.200	0.200	0.17
48	2	0.900	0.900	0.73	0.700	0.700	0.58	0.400	0.400	0.33
72	3	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50
96	4	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
		CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	245	12.48	250	12.73	252	12.83
1.27	0.050	287	14.62	294	14.97	306	15.58
1.91	0.075	305	15.53	320	16.30	338	17.21
2.54	0.100	333	16.96	353	17.98	379	19.30
5.08	0.200	540	27.50	585	29.79	646	32.90
7.62	0.300	610	31.07	681	34.68	768	39.11
10.16	0.400	645	32.85	750	38.20	859	43.75
12.70	0.500	698	35.55	828	42.17	962	48.99



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

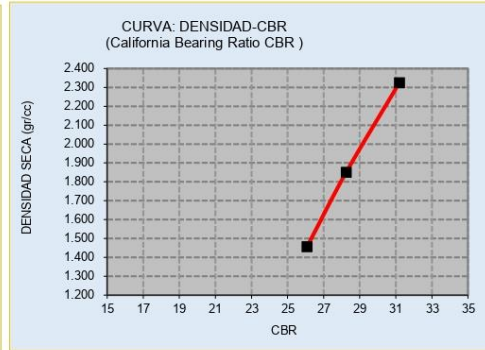
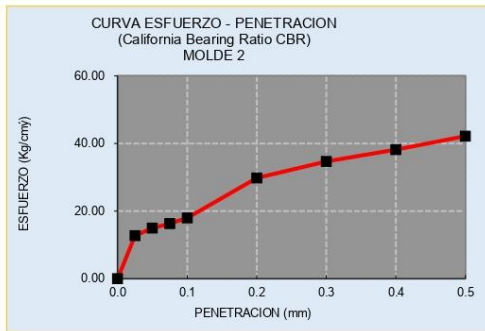
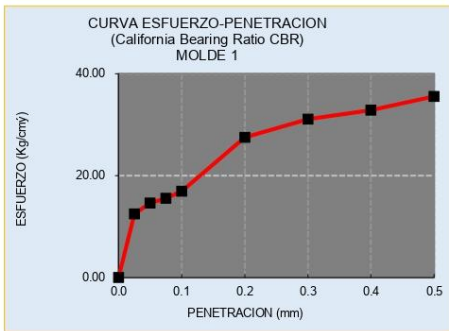
RUC: 20532797081  
 Mail: ceysel2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) X9 (MS+5%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-1
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m



PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	16.96	27.50
MOLDE 2	17.98	29.79
MOLDE 3	19.30	32.90

MOLDE	DENS	0.1	0.2	CBR	DMS:
MOLDE 1	1.456	24.12	26.08	26.08	2.14 gr/cm <sup>2</sup>
MOLDE 2	1.851	25.57	28.25	28.25	COH:
MOLDE 3	2.324	27.45	31.20	31.20	21.18 %

(\*) Valores Corregidos

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	30.06	%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	26.27	%



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 84333

Observaciones: \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
Mail: ceypse2009@hotmail.com  
Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

**X9 (MS+5%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-2
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m

**COMPACTACION C B R**

MOLDE	1		2		3				
	Altura Molde mm.	124	120	120	120	120			
N° Capas	5	5	5	5	5	5			
N°Golp x Capa	10	25	25	55	55	55			
<b>Cond. Muestra</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>			
P. Húm.+ Molde	11345.00	11382.80	12070.00	12100.51	13140.00	13160.54			
Peso Molde (gr)	6766.00	6766.00	7258.00	7258.00	8105.00	8105.00			
Peso Húmedo (gr)	4579.00	4616.80	4812.00	4842.51	5035.00	5055.54			
Vol. Molde (cc)	2250.09	2250.09	2264.31	2264.31	2264.31	2264.31			
Densidad H.(gr/cc)	2.04	2.05	2.13	2.14	2.22	2.23			
Número de Ensayo	<b>1-A</b>	<b>1-B</b>	<b>1-C</b>	<b>2-A</b>	<b>2-B</b>	<b>2-C</b>	<b>3-A</b>	<b>3-B</b>	<b>3-C</b>
P.Húmedo + Tara	147.20	150.30	145.50	135.50	140.20	141.20	152.30	158.10	160.20
Peso Seco + Tara	137.90	140.70	135.50	127.20	131.30	131.70	142.40	147.80	149.60
Peso Agua (gr)	9.30	9.60	10.00	8.30	8.90	9.50	9.90	10.30	10.60
Peso Tara (gr)	35.10	34.20	34.80	36.00	33.10	34.50	32.80	34.50	38.10
P. Muestra Seca	102.80	106.50	100.70	91.20	98.20	97.20	109.60	113.30	111.50
Cont. Humedad	9.05%	9.01%	9.93%	9.10%	9.06%	9.77%	9.03%	9.09%	9.51%
<b>Cont.Hum.Prom.</b>	<b>9.03%</b>	<b>9.93%</b>	<b>9.08%</b>	<b>9.77%</b>	<b>9.06%</b>	<b>9.51%</b>	<b>9.06%</b>	<b>9.51%</b>	<b>9.51%</b>
<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>1.456</b>	<b>1.456</b>	<b>1.851</b>	<b>1.851</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Dias)	NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.600	0.600	0.48	0.300	0.300	0.25	0.200	0.200	0.17
48	2	0.900	0.900	0.73	0.700	0.700	0.58	0.400	0.400	0.33
72	3	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50
96	4	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
		CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	268	13.65	273	13.90	275	14.01
1.27	0.050	312	15.88	319	16.24	331	16.85
1.91	0.075	329	16.78	344	17.54	362	18.46
2.54	0.100	358	18.22	378	19.24	404	20.57
5.08	0.200	577	29.39	622	31.68	683	34.78
7.62	0.300	646	32.90	717	36.52	804	40.95
10.16	0.400	678	34.53	783	39.88	892	45.43
12.70	0.500	730	37.19	860	43.81	994	50.63



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

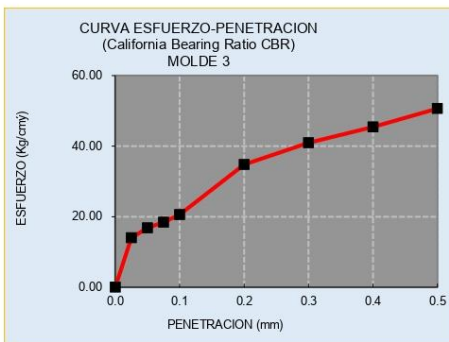
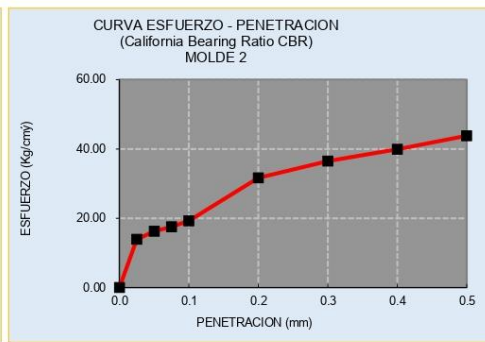
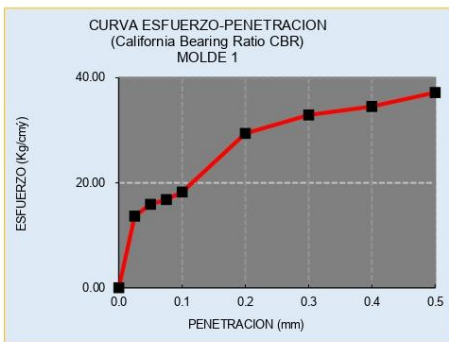
RUC: 20532797081  
 Mail: ceysel2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) X9 (MS+5%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-2
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m



PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	18.22	29.39
MOLDE 2	19.24	31.68
MOLDE 3	20.57	34.78

	DENS	0.1	0.2	CBR	DMS:
MOLDE 1	1.456	25.92	27.86	27.86	2.13 gr/cm <sup>2</sup>
MOLDE 2	1.851	27.37	30.04	30.04	COH:
MOLDE 3	2.324	29.25	32.98	32.98	21.56 %

(\*) Valores Corregidos

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	31.79	%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	28.02	%



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 84333

Observaciones: \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
Mail: ceysel2009@hotmail.com  
Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

**X9 (MS+5%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-3
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m

**COMPACTACION C B R**

MOLDE	1		2		3				
	Altura Molde mm.	124	120	120	120	120			
N° Capas	5	5	5	5	5	5			
N°Golp x Capa	10	25	25	25	55	55			
<b>Cond. Muestra</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>	<b>DESPUES</b>			
P. Húm.+ Molde	11345.00	11382.80	12070.00	12100.51	13140.00	13160.54			
Peso Molde (gr)	6766.00	6766.00	7258.00	7258.00	8105.00	8105.00			
Peso Húmedo (gr)	4579.00	4616.80	4812.00	4842.51	5035.00	5055.54			
Vol. Molde (cc)	2250.09	2250.09	2264.31	2264.31	2264.31	2264.31			
Densidad H.(gr/cc)	2.04	2.05	2.13	2.14	2.22	2.23			
Número de Ensayo	<b>1-A</b>	<b>1-B</b>	<b>1-C</b>	<b>2-A</b>	<b>2-B</b>	<b>2-C</b>	<b>3-A</b>	<b>3-B</b>	<b>3-C</b>
P.Húmedo + Tara	147.20	150.30	145.50	135.50	140.20	141.20	152.30	158.10	160.20
Peso Seco + Tara	137.90	140.70	135.50	127.20	131.30	131.70	142.40	147.80	149.60
Peso Agua (gr)	9.30	9.60	10.00	8.30	8.90	9.50	9.90	10.30	10.60
Peso Tara (gr)	35.10	34.20	34.80	36.00	33.10	34.50	32.80	34.50	38.10
P. Muestra Seca	102.80	106.50	100.70	91.20	98.20	97.20	109.60	113.30	111.50
Cont. Humedad	9.05%	9.01%	9.93%	9.10%	9.06%	9.77%	9.03%	9.09%	9.51%
<b>Cont.Hum.Prom.</b>	<b>9.03%</b>	<b>9.03%</b>	<b>9.08%</b>	<b>9.08%</b>	<b>9.77%</b>	<b>9.77%</b>	<b>9.06%</b>	<b>9.06%</b>	<b>9.51%</b>
<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>1.456</b>	<b>1.456</b>	<b>1.851</b>	<b>1.851</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>	<b>2.324</b>

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Dias)	NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.600	0.600	0.48	0.300	0.300	0.25	0.200	0.200	0.17
48	2	0.900	0.900	0.73	0.700	0.700	0.58	0.400	0.400	0.33
72	3	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50
96	4	1.200	1.200	0.97	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
		CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	291	14.82	296	15.08	298	15.18
1.27	0.050	337	17.14	344	17.50	356	18.11
1.91	0.075	354	18.02	369	18.78	387	19.70
2.54	0.100	383	19.49	403	20.50	429	21.83
5.08	0.200	614	31.27	659	33.56	720	36.67
7.62	0.300	682	34.73	753	38.35	840	42.78
10.16	0.400	711	36.21	816	41.56	925	47.11
12.70	0.500	762	38.83	892	45.45	1026	52.27



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

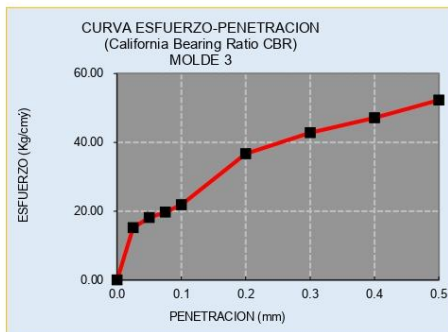
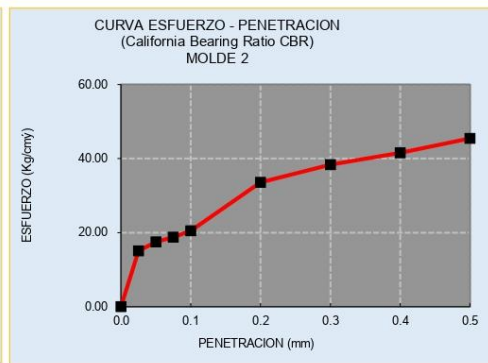
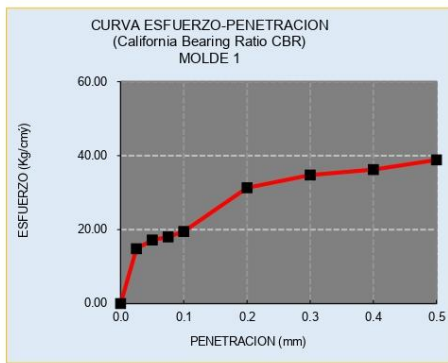
RUC: 20532797081  
 Mail: ceysel2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Avp Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) X9 (MS+5%FV)**

Ubicación:	Calicata	C-3
Muestra:	Estrato	E1
Potencia:	profundidad	1.50m



PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	19.49	31.27
MOLDE 2	20.50	33.56
MOLDE 3	21.83	36.67

	DENS	0.1	0.2	CBR	DMS:
MOLDE 1	1.456	27.71	29.65	29.65	2.07 gr/cm <sup>2</sup>
MOLDE 2	1.851	29.16	31.82	31.82	COH:
MOLDE 3	2.324	31.05	34.77	34.77	25.46 %

(\*) Valores Corregidos

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	33.22	%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	29.56	%



*Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO*  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_



**ARYU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**

RUC: 20532797081  
 Mail: ceyse2009@hotmail.com  
 Dirección Legal: Apv Cesar Vizcarra Vargas Mz. a Lote 15 P.J. Chen Chen



PROYECTO:	Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraíso	ASIST. LAB:	G. FLORES M
UBICACIÓN:	Distrito San Antonio Moquegua 2023	ING. RESP:	SIMON ORDOÑO P.
SOLICITANTE:	Dist. San Antonio Moquegua (avenida el paraíso)	N° REGISTRO:	025-002023-001
ACOPIO:	Bach. Yulisa Nely Pilco Ninaraqui	DEL KM:	-----
		AL KM:	-----
		FECHA:	26-11-2023

<b>Ensayo :</b>			
<b>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :</b>	Norma :	ASTM D 2216	
<b>PESO ESPECÍFICO :</b>	Norma :	ASTM D 854	

<b>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :</b>					
<b>Observaciones :</b>		Ubicación :	C - 1		
		Estrato :	E-1		
		Potencia :	1.50 m		
<b>Tara Número</b>	<b>Unidades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	115.60	89.80	95.20	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	96.20	73.90	79.50	
Peso de la Tara	Gr	44.70	31.80	37.50	
Peso de la Muestra Seca	Gr	51.50	42.10	42.00	
Peso del Agua	Gr	19.40	15.90	15.70	
Contenido de Humedad	%	37.67	37.77	37.38	
<b>Promedio</b>		<b>37.61</b>			
<b>PESO ESPECÍFICO :</b>					
<b>Observaciones :</b>		Ubicación :	C - 1		
		Estrato :	E-1		
		Potencia :	1.50 m		
<b>Tara Número</b>	<b>Unidades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
Peso del Suelo Seco	Gr	114.20	129.30	121.20	
Peso Frasco Vacío	Gr	164.00	164.00	164.00	
Peso Frasco + Agua	Gr	660.00	660.00	660.00	
Peso Frasco + Agua +Suelo	Gr	732.00	742.00	736.00	
Volumen de Sólidos	Cm <sup>3</sup>	42.20	47.30	45.20	
Peso Específico de Sólidos	Gr / Cm <sup>3</sup>	2.71	2.73	2.68	
<b>Promedio</b>		<b>2.71</b>			



*(Firma manuscrita)*  
 Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO  
 CIP. 94333

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## **Anexo 4: Certificados de calibración de equipos**





TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2021 Agosto 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-133-2021 Julio 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-134-2021 Julio 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-135-2021 Julio 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	No Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	No Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	No Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,3 °C	21,5 °C
Humedad Relativa	68 %	67 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 000,000	1 000,00	6	-1	1	2 000,000	1 999,99	5	-10
2		1 000,00	6	-1	2		1 999,99	5	-10
3		999,99	2	-7	3		1 999,99	5	-10
4		1 000,00	5	0	4		1 999,99	5	-10
5		1 000,00	6	-1	5		1 999,98	2	-17
6		1 000,00	6	-1	6		1 999,99	6	-11
7		999,99	2	-7	7		1 999,99	5	-10
8		1 000,00	6	-1	8		1 999,98	2	-17
9		1 000,00	6	-1	9		1 999,99	5	-10
10		1 000,00	5	0	10		1 999,99	6	-11
Emáx - Emin   (mg)				7	Emáx - Emin   (mg)				7
error máximo permitido (±mg)				20	error máximo permitido (±mg)				20



## CERTIFICADO DE CALIBRACION

**TC - 03844 - 2023**

PROFORMA : 1329A Fecha de emisión : 2023-03-10

**SOLICITANTE : ROEL CONSULTORIA Y MONITOREO AMBIENTAL E.I.R.L.**  
Dirección : AV. EJERCITO MZA. N° LOTE. 32 MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**

Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : DIGITAL PRECISION  
Modelo : YP-B20002  
N° de Serie : No Indica  
Capacidad Máxima : 2000 g  
Resolución : 0,01 g  
División de Verificación : 0,01 g  
Clase de Exactitud : I  
Capacidad Mínima : 1 g  
Procedencia : No Indica  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Variación de  $\Delta T$  Local : 3 °C  
Fecha de Calibración : -03-08

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de ROEL CONSULTORIA Y MONITOREO AMBIENTAL E.I.R.L.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.







Certificado de Calibración  
TC - 03843 - 2023

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2021 Agosto 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-133-2021 Julio 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-134-2021 Julio 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-135-2021 Julio 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	No Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	No Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	No Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,5 °C	21,7 °C
Humedad Relativa	63 %	62 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	15 000	0,6	-0,1	1	30 000	30 000	0,6	-0,1
2		15 000	0,5	0,0	2		30 000	0,6	-0,1
3		15 000	0,5	0,0	3		30 000	0,6	-0,1
4		15 000	0,5	0,0	4		30 001	0,9	0,6
5		15 001	0,9	0,6	5		30 001	0,9	0,6
6		15 000	0,5	0,0	6		30 000	0,5	0,0
7		15 001	0,9	0,6	7		30 000	0,6	-0,1
8		15 000	0,5	0,0	8		30 000	0,6	-0,1
9		15 000	0,6	-0,1	9		30 001	0,9	0,6
10		15 000	0,6	-0,1	10		30 000	0,5	0,0
Emáx - Emin   (g)				0,7	Emáx - Emin   (g)				0,7
error máximo permitido (±g)				2,0	error máximo permitido (±g)				3,0



## CERTIFICADO DE CALIBRACION

**TC - 03843 - 2023**

PROFORMA : 1329A Fecha de emisión : 2023-05-10

**SOLICITANTE : ROEL CONSULTORIA Y MONITOREO AMBIENTAL E.I.R.L.**

Dirección : AV. EJERCITO MZA. N° LOTE. 32 MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**

Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : R31P30  
N° de Serie : 8339450115  
Capacidad Máxima : 30000 g  
Resolución : 1 g  
División de Verificación : 1 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 50 g  
Procedencia : CHINA  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Variación de  $\Delta T$  Local : 3 °C  
Fecha de Calibración : -05-08

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de ROEL CONSULTORIA Y MONITOREO AMBIENTAL E.I.R.L.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

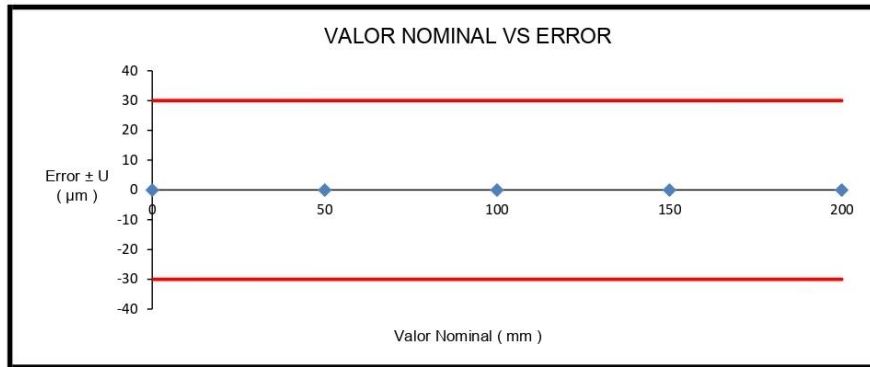
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**RESULTADOS DE MEDICIÓN**



**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**FIN DEL DOCUMENTO**

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**Error de repetibilidad (R)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( μm )
200,000	0

**Error de cambio de escala de exteriores a interiores (S<sub>E-I</sub>)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( μm )
10,000	-7

**Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (S<sub>E-P</sub>)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( μm )
10,000	-7

**Error de contacto lineal (L)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( μm )
10,000	10

**Error de contacto de superficie completa (J)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( μm )
10,000	10

**Error debido a la distancia de cruce de las superficies de medición para medición de interiores (K)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( μm )
5,000	0

**Incertidumbre de Medición :**  $( 10,72^2 + 0,01^2 \times L^2 )^{1/2} \mu\text{m}$

L: Indicación del pie de rey expresado en milímetros (mm)

Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores e interiores (SE-I).

Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (SE-P).

Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permitido de  $\pm 30 \mu\text{m}$ , según norma DIN 862.



Certificado : TC - 03811 - 2023

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 0,5 mm a 100 mm Grado 0	LLA-261-2021
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 200 mm Grado 0	LLA-008-2023
Comparador Horizontal Incertidumbre de 0,2 $\mu\text{m}$ + 0,78 $\mu\text{m}/\text{m}$ DM-INACAL	Varilla Cilíndrica 10 mm	LLA-004-2023
Máquina de Medición por Coordenadas DM-INACAL	Anillo Patrón 5 mm	LLA-003-2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Error de referencia inicial (I) = 0  $\mu\text{m}$

Error de indicación del pie de rey para medición de exteriores

Valor Patrón ( mm )	Promedio de la indicación del Pie de Rey ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
50,000	50,000	0
100,000	100,000	0
150,000	150,000	0
200,000	200,000	0

Error de contacto superficie parcial (E)

Valor Patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
200,000	0





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**TC - 03811 - 2023**

**PROFORMA :** 1329A **Fecha de emisión:** 2023-03-06

**SOLICITANTE :** ROEL CONSULTORIA Y MONITOREO AMBIENTAL EIRL  
**Dirección :** Av. Ejercito Mza. N Lote. 32-Moquegua-Mariscal Nieto-Moquegua

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** PIE DE REY  
Tipo : Digital  
Marca : INSIZE  
Modelo : 1108-200W  
N° de Serie : 2310171214  
Intervalo de Indicación : 0 mm a 200 mm  
División de Escala : 0,01 mm  
Procedencia : No Indica  
Identificación : No Indica  
Fecha de Calibración : 2022 - 03 - 06

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa con nuestro bloques patrón según procedimiento PC - 012 " Procedimiento de calibración de pie de rey". Quinta Edición - Agosto 2012. SNM - INDECOPI

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,1 °C
Humedad Relativa	57,9 %	55,8 %

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
**Gerente Técnico**  
**CFP: 0316**



- Cliente** : ROEL Consultoría y Monitoreo Ambiental EIRL
- Dirección** : Avenida Ejercito N° 32
- Datos del Instrumento**  
**Instrumento de medición** : Tamiz  
**Marca** : PINZUAR LTDA.  
**Tamiz N°** : 3/8 Pulg.  
**Serie** : 68354  
**Diámetro** : 8 Pulg.
- Lugar y fecha de calibración**  
**Lugar** : Laboratorio de Mecánica de Suelos ROELCYMA  
**Fecha** : 18-03-2023 **Método de Calibración**  
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09

**Trazabilidad**

Instrumento	Marca	Certificado
Pie de Rey	INSIZE	TC - 03811 - 2023

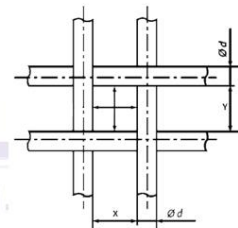
**Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura °C	24.5	25.6
Humedad %	23.1	18.2

**Resultados**

## Resumen Resultados

Abertura Nominal	Abertura Actual	Máxima individual Actual	Desviación Estándar Actual	Diámetro Nominal Alambre Actual
4.78		4.91	0.092	1.51
Cumple		Cumple	Cumple	Cumple



Medidas Tomadas															
<b>X</b>	4.68	4.79	4.61	4.82	4.55	4.72	4.66	4.77	4.73	4.84	4.66	4.79	4.75	4.82	4.61
<b>Y</b>	4.83	4.81	4.82	4.87	4.91	4.91	4.84	4.90	4.84	4.75	4.79	4.77	4.80	4.87	4.84
<b>d</b>	1.54	1.60	1.50	1.52	1.49	1.50	1.49	1.52	1.49	1.47	1.56	1.48	1.49	1.49	1.51

Tabla 1 Dimensiones nominales y variaciones permitidas para tela de tamiz y tamices de prueba de cumplimiento, inspección y calibración ASTM E11

Abertura Nominal	Designación				Máx. Desviación Estándar	Alambre		
	EMP (Min)	EMP (Max)	Máxima Individual	Diámetro Nominal		EMP (Min)	EMP (Max)	
4.75	4.60	4.90	5.16	0.123	1.60	1.36	1.84	

**9. Observaciones**

- Las especificaciones del instrumento fueron tomadas de la placa del tamiz.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firmas y sellos carecen de validez.

 Fecha de Emisión:  
 20-03-2023


 FRANK RONY TOLEDO RAMOS  
 INGENIERO CIP. 183547

 Ing. Frank Rony Toledo Ramos  
 Jefe de Laboratorio de Calibración  
 ROELCYMA



- Cliente** : ROEL Consultoría y Monitoreo Ambiental EIRL
- Dirección** : Avenida Ejercito N° 32
- Datos del Instrumento**  
**Instrumento de medición** : Tamiz  
**Marca** : PINZUAR LTDA.  
**Tamiz N°** : 1/2 Pulg.  
**Serie** : 67857  
**Diámetro** : 8 Pulg.
- Lugar y fecha de calibración**  
**Lugar** : Laboratorio de Mecánica de Suelos ROELCYMA  
**Fecha** : 18-03-2023 **Método de Calibración**  
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09

**Trazabilidad**

Instrumento	Marca	Certificado
Pie de Rey	INSIZE	TC - 03811 - 2023

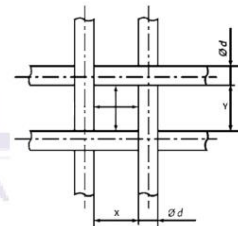
**Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura °C	24.5	25.6
Humedad %	23.1	18.2

**Resultados**

Resumen Resultados

Abertura Nominal Actual mm	Máxima individual Actual mm	Desviación Estándar Actual mm	Diámetro Nominal Alambre Actual mm
12.41	12.88	0.160	2.61
Cumple	Cumple	Cumple	Cumple



Medidas Tomadas															
X	12.29	12.45	12.65	12.41	12.37	12.26	12.51	12.38	12.48	12.29	12.57	12.00	12.10	12.57	12.53
Y	12.49	12.42	12.34	12.53	12.43	12.43	12.33	12.30	12.35	12.35	12.42	12.50	12.88	12.43	12.36
d	2.63	2.54	2.62	2.58	2.63	2.62	2.61	2.62	2.65	2.63	2.61	2.61	2.63	2.63	2.61

Tabla 1 Dimensiones nominales y variaciones permitidas para tela de tamiz y tamices de prueba de cumplimiento, inspección y calibración ASTM E11

Abertura Nominal mm	Designación				Máx. Desviación Estándar mm	Diámetro Nominal mm	Alambre	
	EMP (Min) mm	EMP (Max) mm	Máxima Individual mm	EMP (Min) mm			EMP (Max) mm	
12.50	12.12	12.89	13.33	0.283	2.50	2.13	2.88	

**Observaciones**

- Las especificaciones del instrumento fueron tomadas de la placa del tamiz.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firmas y sellos carecen de validez.

Fecha de Emisión:  
20-03-2023



FRANK RONY TOLEDO RAMOS  
INGENIERO CIP. 183547

Ing. Frank Rony Toledo Ramos  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
ROELCYMA

- Cliente** : ROEL Consultoría y Monitoreo Ambiental EIRL
- Dirección** : Avenida Ejercito Ñ 3
- Datos del Instrumento**  
**Instrumento de medición** : Tamiz  
**Marca** : PINZUAR LTDA.  
**Tamiz N°** : 3 Pulg.  
**Serie** : 65899  
**Diámetro** : 8 Pulg.
- Lugar y fecha de calibración**  
**Lugar** : Laboratorio de Mecánica de Suelos ROELCYMA  
**Fecha** : 18-03-2023 **Método de Calibración**  
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09

**Trazabilidad**

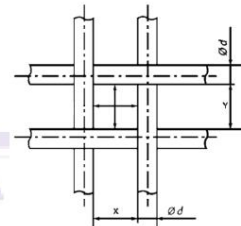
Instrumento	Marca	Certificado
Pie de Rey	INSIZE	TC - 03811 - 2023

Condiciones Ambientales		
	Inicial	Final
Temperatura °C	24.5	25.6
Humedad %	23.1	18.2

**8. Resultados**

Resumen Resultados

Abertura Nominal Actual mm	Máxima individual Actual mm	Máx. Desviación Estándar Actual mm	Diámetro Nominal Alambre Actual mm
74.49	75.29	0.67	6.33
Cumple	Cumple	-	Cumple



Medidas Tomadas										
X	74.76	75.29								
Y	73.79	74.11								
d	6.32	6.37	6.34	6.31	6.31	6.30	6.33	6.33		

Tabla 1 Dimensiones nominales y variaciones permitidas para tela de tamiz y tamices de prueba de cumplimiento, inspección y calibración ASTM E11

Abertura Nominal mm	Designación				Máx. Desviación Estándar mm	Diámetro Nominal mm	Alambre	
	EMP (Min) mm	EMP (Max) mm	Máxima Individual mm	EMP (Min) mm			EMP (Max) mm	
75.00	72.78	77.22	78.09	--	6.30	5.36	7.25	

**9. Observaciones**

- Las especificaciones del instrumento fueron tomadas de la placa del tamiz.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firmas y sellos carecen de validez.

Fecha de Emisión:  
20-03-2023



FRANK RONY TOLEDO RAMOS  
INGENIERO C.I.P. 183547

Ing. Frank Rony Toledo Ramos  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
ROELCYMA

- Cliente** : ROEL Consultoría y Monitoreo Ambiental EIRL
- Dirección** : Avenida Ejercito N° 32
- Datos del Instrumento**  
**Instrumento de medición** : Tamiz  
**Marca** : PINZUAR LTDA.  
**Tamiz N°** : 3/8 Pulg.  
**Serie** : 67438  
**Diámetro** : 8 Pulg.
- Lugar y fecha de calibración**  
**Lugar** : Laboratorio de Mecánica de Suelos ROELCYMA  
**Fecha** : 18-03-2023 **Método de Calibración**  
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09

**Trazabilidad**

Instrumento	Marca	Certificado
Pie de Rey	INSIZE	TC - 03811 - 2023

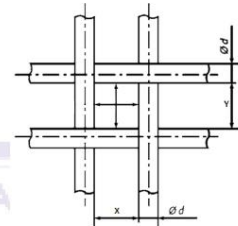
**Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura °C	24.5	25.6
Humedad %	23.1	18.2

**Resultados**

Resumen Resultados

Abertura Nominal Actual mm	Máxima individual Actual mm	Desviación Estándar Actual mm	Diámetro Nominal Alambre Actual mm
9.44	9.53	0.056	2.33
Cumple	Cumple	Cumple	Cumple



Medidas Tomadas															
<b>X</b>	9.36	9.43	9.47	9.42	9.40	9.50	9.43	9.46	9.33	9.43	9.40	9.46	9.28	9.42	9.38
<b>Y</b>	9.46	9.39	9.43	9.40	9.48	9.51	9.46	9.46	9.41	9.49	9.50	9.46	9.51	9.49	9.53
<b>d</b>	2.44	2.38	2.32	2.24	2.28	2.35	2.29	2.30	2.29	2.33	2.36	2.35	2.35	2.35	2.34

Tabla 1 Dimensiones nominales y variaciones permitidas para tela de tamiz y tamices de prueba de cumplimiento, inspección y calibración ASTM E11

Abertura Nominal mm	Designación				Máx. Desviación Estándar mm	Diámetro Nominal mm	Alambre	
	EMP (Min) mm	EMP (Max) mm	Máxima Individual mm	EMP (Min) mm			EMP (Max) mm	
9.50	9.21	9.80	10.18	0.222	2.24	1.90	2.58	

**9. Observaciones**

- Las especificaciones del instrumento fueron tomadas de la placa del tamiz.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firmas y sellos carecen de validez.

Fecha de Emisión:  
20-03-2023



FRANK RONY TOLEDO RAMOS  
INGENIERO CIP. 183547

Ing. Frank Rony Toledo Ramos  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
ROELCYMA

- Cliente** : ROEL Consultoría y Monitoreo Ambiental EIRL
- Dirección** : Avenida Ejercito N° 32
- Datos del Instrumento**  
**Instrumento de medición** : Tamiz  
**Marca** : PINZUAR LTDA.  
**Tamiz N°** : 3/4 Pulg.  
**Serie** : 67903  
**Diámetro** : 8 Pulg.
- Lugar y fecha de calibración**  
**Lugar** : Laboratorio de Mecánica de Suelos ROELCYMA  
**Fecha** : 18-03-2023 **Método de Calibración**  
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09

**Trazabilidad**

Instrumento	Marca	Certificado
Pie de Rey	INSIZE	TC - 03811 - 2023

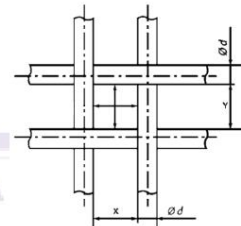
**Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura °C	24.5	25.6
Humedad %	23.1	18.2

**Resultados**

Resumen Resultados

Abertura Nominal Actual mm	Máxima individual Actual mm	Desviación Estándar Actual mm	Diámetro Nominal Alambre Actual mm
19.00	19.29	0.206	3.09
Cumple	Cumple	Cumple	Cumple



Medidas Tomadas															
<b>X</b>	18.69	19.12	19.09	18.96	19.19	18.82	19.20	18.44	18.42	18.92	18.94	19.04	18.97	18.99	19.02
<b>Y</b>	19.17	19.16	18.99	18.78	19.00	19.07	19.01	18.95	19.16	19.07	19.10	19.19	19.04	19.26	19.29
<b>d</b>	3.06	3.08	3.10	3.10	3.07	3.08	3.11	3.12	3.07	3.05	3.09	3.15	3.12	3.14	3.08

Tabla 1 Dimensiones nominales y variaciones permitidas para tela de tamiz y tamices de prueba de cumplimiento, inspección y calibración ASTM E11

Abertura Nominal mm	Designación				Máx. Desviación Estándar mm	Diámetro Nominal mm	Alambre	
	EMP (Min) mm	EMP (Max) mm	Máxima Individual mm	EMP (Min) mm			EMP (Max) mm	
19.00	18.42	19.58	20.13	0.418	3.15	2.68	3.62	

**9. Observaciones**

- Las especificaciones del instrumento fueron tomadas de la placa del tamiz.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firmas y sellos carecen de validez.

Fecha de Emisión:  
20-03-2023



FRANK RONY TOLEDO RAMOS  
INGENIERO CIP. 183547

Ing. Frank Rony Toledo Ramos  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
ROELCYMA

- Cliente** : ROEL Consultoría y Monitoreo Ambiental EIRL
- Dirección** : Avenida Ejercito N° 32
- Datos del Instrumento**  
**Instrumento de medición** : Tamiz  
**Marca** : PINZUAR LTDA.  
**Tamiz N°** : 2 1/2 Pulg.  
**Serie** : 67360  
**Diámetro** : 8 Pulg.
- Lugar y fecha de calibración**  
**Lugar** : Laboratorio de Mecánica de Suelos ROELCYMA  
**Fecha** : 18-03-2023 **Método de Calibración**  
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09

**Trazabilidad**

Instrumento	Marca	Certificado
Pie de Rey	INSIZE	TC - 03811 - 2023

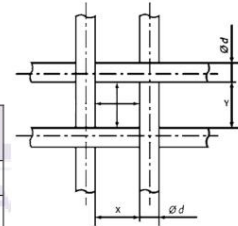
**Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura °C	24.5	25.6
Humedad %	23.1	18.2

**Resultados**

## Resumen Resultados

Abertura Nominal Actual mm	Máxima individual Actual mm	Máx. Desviación Estándar Actual mm	Diámetro Nominal Alambre Actual mm
63.77	65.18	0.695	5.01
Cumple	Cumple	-	Cumple



Medidas Tomadas														
X	63.70	63.05	65.18	63.69										
Y	64.14	63.06	63.35	63.99										
d	5.03	5.00	4.98	5.07	5.09	5.01	5.00	4.98	4.97	5.06	4.97	5.08	4.98	5.00

Tabla 1 Dimensiones nominales y variaciones permitidas para tela de tamiz y tamices de prueba de cumplimiento, inspección y calibración ASTM E11

Abertura Nominal mm	Designación				Máx. Desviación Estándar mm	Alambre		
	EMP (Min) mm	EMP (Max) mm	Máxima Individual mm	Diámetro Nominal mm		EMP (Min) mm	EMP (Max) mm	
63.00	61.13	64.87	65.71	--	5.60	4.76	6.44	

**9. Observaciones**

- Las especificaciones del instrumento fueron tomadas de la placa del tamiz.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firmas y sellos carecen de validez.

 Fecha de Emisión:  
 20-03-2023

  
 FRANK RONY TOLEDO RAMOS  
 INGENIERO CIP. 183547

 Ing. Frank Rony Toledo Ramos  
 Jefe de Laboratorio de Calibración  
 ROELCYMA



- Cliente** : ROEL Consultoría y Monitoreo Ambiental EIRL
- Dirección** : Avenida Ejercito N° 32
- Datos del Instrumento**  
**Instrumento de medición** : Tamiz  
**Marca** : PINZUAR LTDA.  
**Tamiz N°** : 2 Pulg.  
**Serie** : 67513  
**Diámetro** : 8 Pulg.
- Lugar y fecha de calibración**  
**Lugar** : Laboratorio de Mecánica de Suelos ROELCYMA  
**Fecha** : 18-03-2023 **Método de Calibración**  
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09

**Trazabilidad**

Instrumento	Marca	Certificado
Pie de Rey	INSIZE	TC - 03811 - 2023

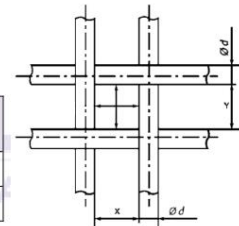
**Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura °C	24.5	25.6
Humedad %	23.1	18.2

**Resultados**

Resumen Resultados

Abertura Nominal Actual mm	Máxima individual Actual mm	Máx. Desviación Estándar Actual mm	Diámetro Nominal Alambre Actual mm
49.61	50.08	0.234	5.00
Cumple	Cumple	--	Cumple



Medidas Tomadas														
X	49.42	49.86	49.60	49.54	49.74									
Y	49.40	50.08	49.68	49.40	49.37									
d	4.97	4.99	4.99	4.98	4.96	5.08	4.98	4.98	4.98	5.04	5.01	5.06	4.97	5.00

Tabla 1 Dimensiones nominales y variaciones permitidas para tela de tamiz y tamices de prueba de cumplimiento, inspección y calibración ASTM E11

Abertura Nominal mm	Designación				Máx. Desviación Estándar mm	Diámetro Nominal mm	Alambre	
	EMP (Min) mm	EMP (Max) mm	Máxima Individual mm	EMP (Min) mm			EMP (Max) mm	
50.00	48.51	51.49	52.29	--	5.00	4.25	5.75	

**9. Observaciones**

- Las especificaciones del instrumento fueron tomadas de la placa del tamiz.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firmas y sellos carecen de validez.

Fecha de Emisión:  
20-03-2023



FRANK RONY TOLEDO RAMOS  
INGENIERO CIP. 183547

Ing. Frank Rony Toledo Ramos  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
ROELCYMA

- Cliente** : ROEL Consultoría y Monitoreo Ambiental EIRL
- Dirección** : Avenida Ejercito N° 32
- Datos del Instrumento**  
**Instrumento de medición** : Tamiz  
**Marca** : PINZUAR LTDA.  
**Tamiz N°** : 1 1/2 Pulg.  
**Serie** : 67910  
**Diámetro** : 8 Pulg.
- Lugar y fecha de calibración**  
**Lugar** : Laboratorio de Mecánica de Suelos ROELCYMA  
**Fecha** : 18-03-2023 **Método de Calibración**  
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09

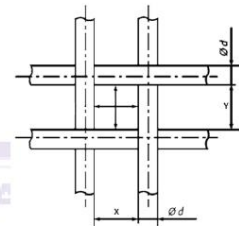
**Trazabilidad**

Instrumento	Marca	Certificado
Pie de Rey	INSIZE	TC - 03811 - 2023

Condiciones Ambientales		
	Inicial	Final
Temperatura °C	24.5	25.6
Humedad %	23.1	18.2

- Resultados**  
Resumen Resultados

Abertura Nominal Actual mm	Máxima individual Actual mm	Máx. Desviación Estándar Actual mm	Diámetro Nominal Alambre Actual mm
38.26	39.35	0.552	3.99
Cumple	Cumple	--	Cumple



Medidas Tomadas															
X	37.14	38.45	39.35	39.30	37.47	38.11	38.06	39.22	37.73	38.00	37.72	38.33			
Y	37.86	38.22	38.44	38.27	38.43	38.83	38.57	37.73	38.47	38.12	37.88	38.51			
d	3.98	4.00	3.97	3.98	4.03	3.99	4.01	3.98	3.98	4.02	4.02	4.00	3.98	3.97	3.98

Tabla 1 Dimensiones nominales y variaciones permitidas para tela de tamiz y tamices de prueba de cumplimiento, inspección y calibración ASTM E11

Abertura Nominal mm	Designación				Máx. Desviación Estándar mm	Alambre		
	EMP (Min) mm	EMP (Max) mm	Máxima Individual mm	Diámetro Nominal mm		EMP (Min) mm	EMP (Max) mm	
37.50	36.37	38.63	39.35	--	4.50	3.83	5.18	

- Observaciones**
    - Las especificaciones del instrumento fueron tomadas de la placa del tamiz.
    - El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firmas y sellos carecen de validez.
- Fecha de Emisión:  
20-03-2023



FRANK RONY TOLEDO RAMOS  
INGENIERO CIP. 183547

Ing. Frank Rony Toledo Ramos  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
ROELCYMA

- 1. Cliente** : ROEL Consultoría y Monitoreo Ambiental EIRL
- 2. Dirección** : Avenida Ejercito N° 32
- 3. Datos del Instrumento**  
**Instrumento de medición** : Tamiz  
**Marca** : PINZUAR LTDA.  
**Tamiz N°** : 1 Pulg.  
**Serie** : 67144  
**Diámetro** : 8 Pulg.
- 4. Lugar y fecha de calibración**  
**Lugar** : Laboratorio de Mecánica de Suelos ROELCYMA  
**Fecha** : 18-03-2023
- 5. Método de Calibración**  
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09

**6. Trazabilidad**

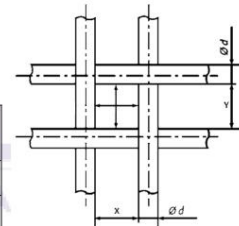
Instrumento	Marca	Certificado
Pie de Rey	INSIZE	TC - 03811 - 2023

**7. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura °C	24.5	25.6
Humedad %	23.1	18.2

**8. Resultados**  
Resumen Resultados

Abertura Nominal Actual mm	Máxima individual Actual mm	Desviación Estándar Actual mm	Diámetro Nominal Alambre Actual mm
25.07	25.49	0.217	3.51
Cumple	Cumple	Cumple	Cumple



**Medidas Tomadas**

<b>X</b>	25.01	25.12	25.49	25.06	25.40	25.18	24.90	24.96	25.43	24.83	25.31	24.70	25.03	25.04	25.08
<b>Y</b>	25.25	25.00	24.87	25.05	25.25	25.23	24.78	24.82	25.39	25.38	24.86	24.96	24.77	25.05	24.96
<b>d</b>	3.49	3.49	3.51	3.50	3.51	3.48	3.51	3.51	3.49	3.56	3.52	3.54	3.52	3.50	3.51

Tabla 1 Dimensiones nominales y variaciones permitidas para tela de tamiz y tamices de prueba de cumplimiento, inspección y calibración ASTM E11

Abertura Nominal mm	Designación				Máx. Desviación Estándar mm	Diámetro Nominal mm	Alambre	
	EMP (Min) mm	EMP (Max) mm	Máxima Individual mm	EMP (Min) mm			EMP (Max) mm	
25.00	24.24	25.76	26.38	0.553	3.55	3.02	4.08	

- 9. Observaciones**
- Las especificaciones del instrumento fueron tomadas de la placa del tamiz.
  - El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firmas y sellos carecen de validez.

Fecha de Emisión:  
**20-03-2023**



FRANK RONY TOLEDO RAMOS  
INGENIERO CIP, 183547

Ing. Frank Rony Toledo Ramos  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
ROELCYMA





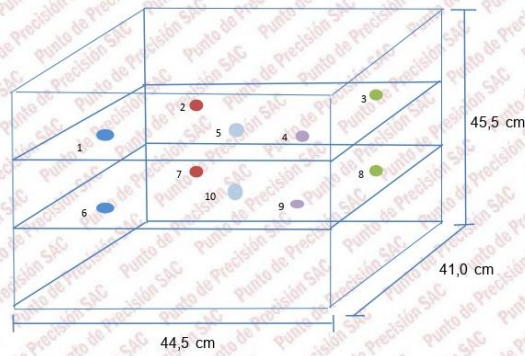
Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 035 - 2023

Página : 4 de 4

### DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



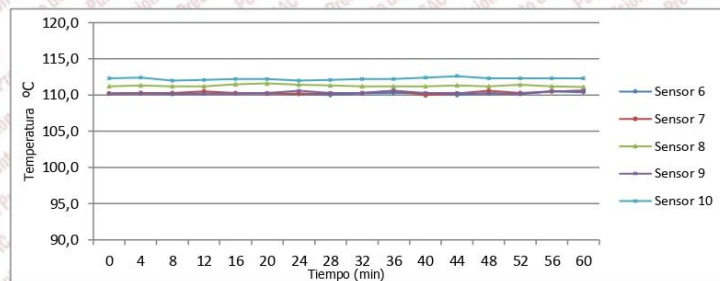
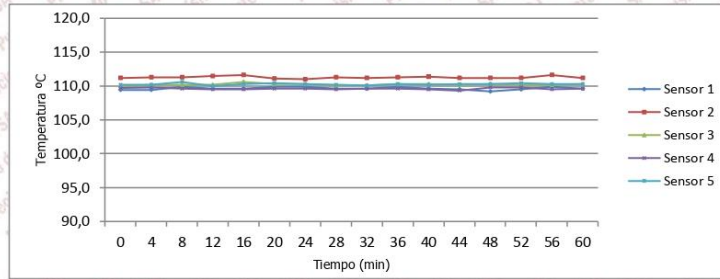
Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 035 - 2023

Página 3 de 4

## TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





Punto de Precisión SAC

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 035 - 2023

Página : 2 de 4

**CALIBRACIÓN PARA 110 °C**

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - T Min. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110,5	109,4	111,2	110,0	109,7	110,2	110,2	110,2	111,2	110,2	112,3	110,5	2,9
2	110,3	109,4	111,2	110,3	109,8	110,3	110,4	110,4	111,2	110,4	112,3	110,6	2,9
4	110,2	109,4	111,3	110,2	109,8	110,2	110,3	110,3	111,3	110,2	112,4	110,5	3,0
6	110,3	109,6	111,6	110,3	109,9	110,2	110,2	110,3	111,4	110,3	112,0	110,6	2,4
8	110,2	109,9	111,3	110,2	109,6	110,6	110,1	110,3	111,2	110,2	112,0	110,5	2,4
10	110,3	109,6	111,2	110,1	109,6	110,3	110,3	110,6	111,3	110,6	112,0	110,6	2,4
12	110,2	109,6	111,5	110,2	109,5	110,0	110,2	110,5	111,2	110,2	112,1	110,5	2,6
14	110,2	109,6	111,3	110,3	109,6	110,2	110,3	110,6	111,3	110,3	112,3	110,6	2,7
16	110,2	109,6	111,6	110,6	109,5	110,3	110,2	110,3	111,5	110,2	112,2	110,6	2,7
18	110,5	109,9	111,2	110,2	109,3	110,2	110,3	110,4	111,3	110,5	112,2	110,6	2,9
20	110,3	109,9	111,1	110,3	109,6	110,4	110,2	110,2	111,6	110,3	112,2	110,6	2,6
22	110,3	109,8	111,2	110,2	109,8	110,5	110,3	110,3	111,3	110,2	112,0	110,6	2,2
24	110,6	109,9	111,0	110,3	109,6	110,3	110,1	110,2	111,4	110,6	112,0	110,5	2,4
26	110,3	109,5	111,3	110,2	109,6	110,3	110,2	110,3	111,2	110,2	112,0	110,5	2,5
28	110,4	109,6	111,3	110,1	109,5	110,2	110,0	110,2	111,3	110,3	112,1	110,5	2,6
30	110,2	109,5	111,6	110,0	109,9	110,3	110,3	110,3	111,1	110,2	112,3	110,6	2,8
32	110,0	109,6	111,2	110,1	109,6	110,1	110,2	110,3	111,2	110,3	112,2	110,5	2,6
34	110,2	109,6	111,5	110,2	109,6	110,2	110,5	110,5	111,3	110,3	112,1	110,6	2,5
36	110,3	109,9	111,3	110,3	109,6	110,3	110,3	110,6	111,2	110,6	112,2	110,6	2,6
38	110,3	109,6	111,2	110,5	109,6	110,6	110,3	110,1	111,3	110,3	112,3	110,6	2,7
40	110,5	109,6	111,4	110,3	109,5	110,2	110,2	110,0	111,2	110,3	112,4	110,5	2,9
42	110,3	109,6	111,3	110,6	109,3	110,5	110,2	110,4	111,2	110,2	112,5	110,6	3,2
44	110,2	109,5	111,2	110,2	109,3	110,3	110,0	110,2	111,3	110,3	112,6	110,5	3,3
46	110,3	109,3	111,3	110,5	109,9	110,5	110,0	110,3	111,3	110,6	112,5	110,6	3,2
48	110,5	109,2	111,2	110,3	109,8	110,3	110,3	110,6	111,2	110,2	112,3	110,5	3,1
50	110,3	109,6	111,3	110,4	109,6	110,2	110,3	110,2	111,6	110,4	112,5	110,6	2,9
52	110,2	109,5	111,2	110,2	109,8	110,4	110,1	110,3	111,4	110,2	112,3	110,5	2,8
54	110,3	109,6	111,3	110,3	109,6	110,5	110,2	110,3	111,3	110,3	112,5	110,6	2,9
56	110,4	109,9	111,6	110,2	109,5	110,3	110,5	110,5	111,2	110,5	112,3	110,7	2,8
58	110,3	109,5	111,5	110,3	109,9	110,2	110,3	110,3	111,3	110,3	112,5	110,6	3,0
60	110,5	109,6	111,2	110,3	109,6	110,3	110,4	110,6	111,1	110,6	112,3	110,6	2,7
<b>T. PROM</b>	110,3	109,6	111,3	110,3	109,6	110,3	110,2	110,3	111,3	110,3	112,3	110,6	
<b>T. MAX</b>	110,6	109,9	111,6	110,6	109,9	110,6	110,5	110,6	111,6	110,6	112,6		
<b>T. MIN</b>	110,0	109,2	111,0	110,0	109,3	110,0	110,0	110,0	111,1	110,2	112,0		
<b>DTT</b>	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	112,6	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,2	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,7	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	2,6	0,3
Estabilidad Media (±)	0,35	0,02
Uniformidad Media	3,4	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición  
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.  
 La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 035 - 2023

Página : 1 de 4

**Expediente** : T 025-2023  
**Fecha de emisión** : 2023-01-25

**1. Solicitante** : ARYU E.I.R.L.

**Dirección** : APV CESAR VIZCARRA VARGAS MZA. A LOTE. 15 P.J.  
CHEN CHEN - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

**2. Instrumento de Medición** : ESTUFA

**Indicación** : DIGITAL

**Marca del Equipo** : PINZUAR  
**Modelo del Equipo** : PG190  
**Serie del Equipo** : 322  
**Capacidad del Equipo** : 83 L  
**Código de Identificación** : NO INDICA

**Marca de indicador** : AUTONICS  
**Modelo de indicador** : TZ4ST  
**Serie de indicador** : NO INDICA  
**Temperatura calibrada** : 110 °C

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABORATORIO DE ARYU E.I.R.L.  
22 - ENERO - 2023

**4. Método de Calibración**  
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración  
PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2020	INACAL - DM

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25,1	25,6
Humedad %	60	59

**7. Conclusiones**  
La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C ± 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

**8. Observaciones**  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde, con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 031 - 2023

Página 1 de 3

## PESAS DE CORTE DIRECTO

IDENTIFICACIÓN	VALOR NOMINAL	VALOR DETERMINADO	CORRECCIÓN
	g	g	g
1	900	902,6	-2,6
2	900	903,8	-3,8
3	1800	1798,8	1,2
4	1800	1805,6	-5,6
5	3600	3606,7	-6,7
6	3600	3607,5	-7,5
7	7200	7205,7	-5,7
8	7200	7205,3	-5,3

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 031 - 2023

Página : 2 de 3

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" N	SERIES DE VERIFICACIÓN (N)				PROMEDIO "B" N	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
250	249,51	249,32	0,20	0,27	249,42	0,23	0,08
500	499,85	499,51	0,03	0,10	499,68	0,06	0,07
750	752,72	755,41	-0,36	-0,72	754,07	-0,54	-0,36
1000	998,83	1001,63	0,12	-0,16	1000,23	-0,02	-0,28
1250	1249,82	1250,49	0,01	-0,04	1250,16	-0,01	-0,05
1500	1504,91	1503,52	-0,33	-0,23	1504,22	-0,28	0,09
1750	1749,69	1751,49	0,02	-0,09	1750,59	-0,03	-0,10
2000	1998,44	1998,71	0,08	0,06	1998,58	0,07	-0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = \frac{(A-B)}{B} \cdot 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

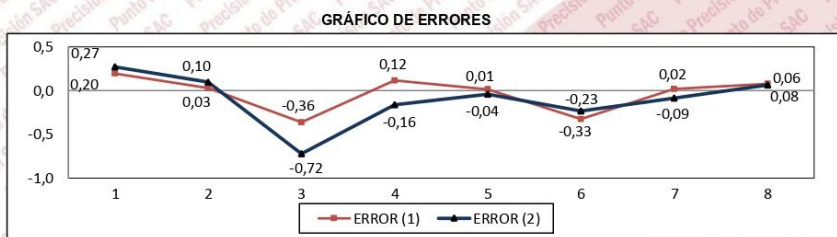
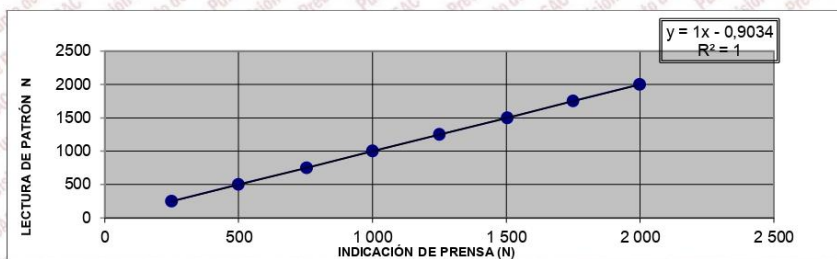
2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1x + 0,9034$

Donde: x : Lectura de la pantalla

y : Fuerza promedio (N)



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 031 - 2023

Página : 1 de 3

**Expediente** : T 025-2023  
**Fecha de emisión** : 2023-01-25

**1. Solicitante** : ARYU E.I.R.L.

**Dirección** : APV CESAR VIZCARRA VARGAS MZA. A LOTE. 15 P.J.  
CHEN CHEN - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

**2. Descripción del Equipo** : CELDA DE CARGA Y PESAS PARA CORTE  
DIRECTO

**Marca de Corte Directo** : PINZUAR  
**Modelo de Corte Directo** : PS-107 - C  
**Serie de Corte Directo** : 138  
**Código de Identificación** : NO INDICA

**Marca de Celda** : NING B BOARD ELECTRIC CO.LTD  
**Modelo de Celda** : TSA-300 kg  
**Serie de Celda** : G03AC21080  
**Capacidad de Celda** : 2500 N

**Marca de Indicador** : PINZUAR  
**Modelo de Indicador** : PS-107 - C  
**Serie de Indicador** : 138

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABORATORIO DE ARYU E.I.R.L.  
22 - ENERO - 2023

**4. Método de Calibración**  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,9	25,1
Humedad %	61	60

### 7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

LC - 010 - 2023

- Cliente** : ROEL Consultoría y Monitoreo Ambiental EIRL
- Dirección** : Avenida Ejercito Ñ 32
- Datos del Instrumento**  
**Instrumento de medición** : Cazuela Casagrande Manual  
**Marca** : PINZUAR LTDA.  
**Modelo** : PS - 11  
**Serie** : 1938  
**Tipo** : Manual
- Lugar y fecha de calibración**  
**Lugar** : Laboratorio de Mecánica de Suelos ROELCYMA  
**Fecha** : 18-03-2023
- Método de Calibración**  
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones calibrados por Laboratorio Acreditado INACAL. Tomando como referencia la Norma ASTM D-4318

**6. Trazabilidad**

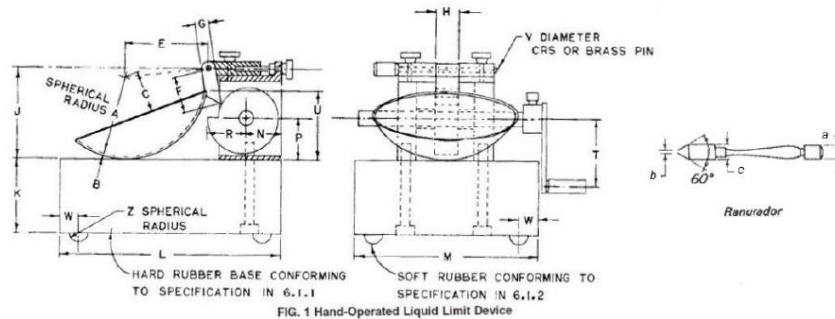
Instrumento	Marca	Certificado
Pie de Rey	INSIZE	TC - 03811 - 2023

**7. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura °C	24.5	25.6
Humedad %	23.1	18.2

**8. Resultados**

Medidas	Copa Casa Grande						Ranurador			
	Conjunto de la cazuela			Base			Ranurador metálico			
	A	B	C	U	K	L	M	a	b	c
Actual	54.30	2.07	27.05	47.00	50.50	150.87	125.39	10.02	2.07	13.41
Estándar	54	2	27	47	50	150	125	10	2	13.5
Tolerancia	±0.50	±0.10	±0.50	±1.00	±2.00	±2.00	±2.00	±0.10	±0.10	±0.10
Error	-0.20	0.07	0.05	0.00	0.50	0.87	0.39	0.02	0.07	-0.09



**9. Observaciones**

- Las especificaciones del instrumento fueron tomadas del manual del equipo.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firmas y sellos carecen de validez.

Fecha de Emisión:  
20-03-2023

FRANK RONY TOLEDO RAMOS  
INGENIERO CIP. 163547

Ing. Frank Rony Toledo Ramos  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
ROELCYMA



## Anexo 4: Reporte de originalidad de Turnitin

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface. The main document content is centered and includes the following information:

- UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**
- FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**
- ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**
- TÍTULO DE LA TESIS**  
Variación del Comportamiento Físico Mecánico de la Subrasante Reforzados con Fibra de Vidrio, Avenida El Paraiso Distrito San Antonio Moquegua 2023
- TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**
- AUTOR:**  
Yulisa Nely Pilco Ninaraqui (<https://orcid.org/0009-0000-6071-6359>)
- ASESOR:**  
Dr. Kiko Félix Depaz Celi (<https://orcid.org/0000-0001-7086-1031>)
- LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño De Infraestructura Vial
- LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**  
Construcción Sostenible

On the right side, a sidebar titled "Resumen de coincidencias" (Summary of matches) shows a total similarity score of 19%. Below this, a list of 11 sources is provided with their respective match percentages:

Rank	Source	Match Percentage
1	hdl.handle.net	4 %
2	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	2 %
3	ujcm.edu.pe	2 %
4	repositorio.ucv.edu.pe	1 %
5	www.slideshare.net	1 %
6	repositorio.upn.edu.pe	1 %
7	www.coursehero.com	<1 %
8	repositorio.uandina.ed...	<1 %
9	ea.scribd.com	<1 %
10	www.researchgate.net	<1 %
11	repositorio.uap.edu.pe	<1 %

At the bottom of the page, the status bar indicates "Página: 1 de 107", "Número de palabras: 32441", and "Versión solo texto del informe". The system tray shows the date as 2/07/2024 and the time as 11:20.