

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**UDH**  
UNIVERSIDAD DE HUANUCO  
<http://www.udh.edu.pe>

**TESIS**

---

**“Adición de cal y filamentos de nylon y su efecto de la capacidad portante en suelos arcillosos, distrito de Huácar - provincia de Ambo - Huánuco - 2024”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Alania Atavillos, Milendes

ASESORA: Cecilio Reyes, Fátima Rosaria

HUÁNUCO – PERÚ

2025

# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( x )
- Trabajo de Suficiencia Profesional( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Estructuras

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería Civil

**Disciplina:** Ingeniería Civil

**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71061209

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 47064856

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0009-0001-5016-5538

**DATOS DE LOS JURADOS:**

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Malpartida Valderrama, Yenerit Pamela	Grado de magíster en medio ambiente y desarrollo sostenible mención en gestión ambiental mención en gestión ambiental	22516875	0000-0003-2705-4300
3	Taboada Trujillo, William Paolo	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40847625	0000-0002-4594-1491

# D

# H



**UDH**  
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
http://www.udh.edu.pe

# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:30 horas del día viernes 17 de octubre de 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

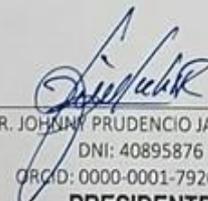
- |  |            |
|--|------------|
| ❖ DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS         | PRESIDENTE |
| ❖ MG. YENERIT PAMELA MALPARTIDA VALDERRAMA | SECRETARIA |
| ❖ DR. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO       | VOCAL      |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 2180-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO DE LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUÁCAR – PROVINCIA DE AMBO – HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Milendes ALANIA ATAVILLOS, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *a. aprobado por unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *11* y cualitativo de *suficiente*. (Art. 47).

Siendo las *16:22* horas del día 17 del mes de octubre del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS  
DNI: 40895876  
ORCID: 0000-0001-7920-1304  
**PRESIDENTE**

  
MG. YENERIT PAMELA MALPARTIDA VALDERRAMA  
DNI: 22516875  
ORCID: 0000-0003-2705-4300  
**SECRETARIO (A)**

  
DR. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO  
DNI: 40847625  
ORCID: 0000-0002-4594-1491  
**VOCAL**



## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: MILENDES ALANIA ATAVILLOS, de la investigación titulada "ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO DE LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUÁCAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024", con asesor(a) FÁTIMA ROSARIA CECILIO REYES, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 0884-2025-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 21 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 26 de septiembre de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA  
D.N.I.: 71345687  
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

## 210. Alania Atavillos, Milendes.docx

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="http://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
3	<a href="http://distancia.udh.edu.pe">distancia.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://repository.unipiloto.edu.co">repository.unipiloto.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA  
D.N.I.: 71345687  
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser la luz que guía mi camino, por darme fuerza en los momentos de dificultad y por permitirme alcanzar este logro. Gracias por darme la sabiduría y la paciencia para superar cada reto y por bendecirme con una familia tan amorosa y solidaria.

A mis padres, cuyo esfuerzo, sacrificio y amor incondicional han sido la base de mi éxito. Ustedes han sido mi mayor fuente de inspiración, y sin su apoyo constante, no habría logrado alcanzar este sueño. Este título es tan suyo como mío, porque me han enseñado con su ejemplo el valor de la perseverancia y la dedicación.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi asesora y a los profesores de la Universidad de Huánuco, quienes han sido fundamentales en mi formación académica y profesional. Agradezco profundamente su dedicación, paciencia y compromiso, los cuales han sido claves para mi desarrollo. Sus enseñanzas no solo me han proporcionado conocimientos técnicos, sino también valiosas lecciones de vida que llevaré siempre conmigo.

Agradezco a mi padre el Sr. Hilario Alania Calixto y a mi madre Sra. Julia Atavillos Serna quienes han sido mi mayor ejemplo de esfuerzo, dedicación y amor incondicional, gracias por ser mi base y mi impulso. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Su apoyo, tanto emocional como material, ha sido esencial para que hoy esté cumpliendo este logro. Esta tesis no solo es un reflejo de mi esfuerzo, sino también del amor y los valores que ustedes me han transmitido toda la vida.

Agradezco a mi novio Eliot Guardia Cierito, por ser mi compañero en este camino, tu amor, tu paciencia infinita y tu apoyo incondicional fueron fundamentales para que pudiera llegar hasta aquí, gracias por estar a mi lado en los momentos más difíciles, por escucharme cuando necesitaba desahogarme, por animarme cuando quise rendirme, y por celebrar cada pequeño avance como si fuera una gran victoria. Tu confianza en mí, incluso cuando yo misma dudaba, fue un impulso constante para seguir adelante.

Agradezco a mis hermanos que me apoyaron desde mi niñez hasta la actualidad.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XIV
CAPÍTULO I.....	15
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	16
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA .....	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA .....	18
1.5. LIMITACIONES.....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO .....	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	19

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES .....	22
2.2. BASES TEÓRICAS.....	23
2.2.1. CAL .....	23
2.2.2. NYLON .....	24
2.2.3. FILAMENTOS DE NYLON .....	24
2.2.4. CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS.....	25
2.2.5. ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE .....	26
2.2.5. SUELOS ARCILLOSOS .....	27
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	28
2.4. HIPÓTESIS .....	30
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	30
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	30
2.5. VARIABLES .....	30
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE.....	30
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	30
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	31
CAPÍTULO III .....	32
METODOLOGÍA .....	32
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	32
3.1.1. ENFOQUE.....	32
3.1.2. ALCANCE O NIVEL .....	32
3.1.3. DISEÑO.....	33
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	35
3.2.1. POBLACIÓN.....	35
3.2.2. MUESTRA .....	35
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	36

3.4. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	36
3.5. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	37
3.6. ASPECTOS ÉTICOS .....	37
CAPÍTULO IV.....	38
RESULTADOS.....	38
4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS .....	38
4.2. RESULTADOS INFERENCIALES .....	47
CAPÍTULO V.....	54
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	54
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	54
CONCLUSIONES .....	57
RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
ANEXOS.....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Propiedades del Nylon .....	25
Tabla 2 Descripción de la muestra seleccionada.....	36
Tabla 3 Resultados de la capacidad portante: muestras de suelo arcilloso con 0,4% de filamentos y 5% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón .....	38
Tabla 4 Resultados de la capacidad portante: muestras de suelo arcilloso con 0,8% de filamentos y 10% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón .....	40
Tabla 5 Resultados de la capacidad portante: muestras de suelo arcilloso con 1,2% de filamentos y 15% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón .....	42
Tabla 6 Resultados de la capacidad portante promedio: muestras de suelo arcilloso con 0,4%, 0,8% y 1,2% de filamentos y 5%, 10% y 15% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón .....	44
Tabla 7 Prueba de normalidad capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 0,4%, 0,8% y 1,2% de filamentos y 5%, 10% y 15% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón .....	47
Tabla 8 Prueba t student capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 0,4%, 0,8% y 1,2% de filamentos y 5%, 10% y 15% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón.....	48
Tabla 9 Prueba de normalidad capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 0,4% de filamentos y 5% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón ...	49
Tabla 10 Prueba t student capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 0,4% de filamentos y 5% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón.....	49
Tabla 11 Prueba de normalidad capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 0,8% de filamentos y 10% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón.....	50
Tabla 12 Prueba t student capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 0,8% de filamentos y 10% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón .....	51
Tabla 13 Prueba de normalidad capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 1,2% de filamentos y 15% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón.....	52
Tabla 14 Prueba t student capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 1,2% de filamentos y 15% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cal viva o quemada producto químico inorgánico .....	23
Figura 2 El nylon es uno de los ejemplos más conocidos de este tipo de polímero.....	24
Figura 3 Filamentos de nylon son hebras largas y delgadas fabricadas a partir de poliamida.....	25
Figura 4 Ensayo de compresión simple de suelos.....	27
Figura 5 Tipo de suelo que tiene una alta proporción de partículas de arcilla .....	28
Figura 6 Comparación de la capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 0,4% de filamentos y 5% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón ...	39
Figura 7 Comparación de la capacidad portante: muestras de suelo arcilloso con 0,8% de filamentos y 10% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón .	41
Figura 8 Comparación de la capacidad portante: muestras de suelo arcilloso con 1,2% de filamentos y 15% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón .	43
Figura 9 Comparación de la capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos con adición de 0,4%, 0,8% y 1,2% de filamentos y 5%, 10% y 15% de cal (kg/cm <sup>2</sup> ). .....	45
Figura 10 Análisis de tendencia de la capacidad portante vs las adiciones de nylon y cal.....	46
Figura 11 Excavación de calicata y extracción de material inalterada .....	132
Figura 12 El pesaje de la tierra para el ensayo granulométrico .....	132
Figura 13 Preparación para el ensayo granulométrico .....	133
Figura 14 Vibrado manual de los tamices .....	133
Figura 15 Pesaje de las muestras de suelos retenidas en los tamices .....	134
Figura 16 Pesaje de las muestras de suelos retenidas en los tamices .....	134
Figura 17 Pesaje de la muestra de suelo pasante del tamiz N° 40.....	135
Figura 18 Preparación de la muestra de suelo para el ensayo de Casagrande .....	135
Figura 19 Llenado de muestra a la cuchara de Casagrande .....	136
Figura 20 Trazo de hendidura con el acanalador de bronce.....	136
Figura 21 Golpes del suelo con la Casagrande .....	137
Figura 22 Pesaje de la muestra después del ensayo de Casagrande .....	137

Figura 23 Pesaje de la muestra de Casagrande.....	138
Figura 24 Ensayo de limite plástico del suelo .....	138
Figura 25 Pesaje de las muestras elipsoides del suelo .....	139
Figura 26 Pesajes de 0.4% de filamentos de Nylon y 5% de cal .....	139
Figura 27 Pesajes de 0.8% de filamentos de Nylon y 10% de cal .....	140
Figura 28 Pesajes de 1.2% de filamentos de Nylon y 15% de cal .....	140
Figura 29 La muestra extraída del suelo.....	141
Figura 30 Cortamos la muestra a una altura especificada de 4" .....	141
Figura 31 La muestra se pone en el entallador.....	142
Figura 32 Entallamiento de la muestra de suelo .....	142
Figura 33 Entallamiento de la muestra de suelo hasta llegar a su diámetro optimo .....	143
Figura 34 Medición de la muestra tallada .....	143
Figura 35 Medición de la muestra tallada .....	144
Figura 36 Se tamiza la tierra para las adiciones .....	144
Figura 37 Pesaje de la tierra tamizada .....	145
Figura 38 Adición de 0.4% de filamentos de Nylon y 5% de cal .....	145
Figura 39 Adición de 0.8% de filamentos de Nylon y 10% de cal .....	146
Figura 40 Adición de 1.2% de filamentos de Nylon y 15% de cal .....	146
Figura 41 Humedecemos la tierra.....	147
Figura 42 Se batirá el suelo con las adiciones hasta que el suelo este homogéneo.....	147
Figura 43 Proceso del llenado del molde cilíndrico con el suelo y sus adiciones .....	148
Figura 44 Proceso de desmoldeo de las muestras de suelo con sus respectivas adiciones.....	148
Figura 45 Muestra poblacional de los testigos cilíndricos de suelos con adiciones de fibras de Nylon y cal.....	148
Figura 46 Colocación de la muestra de suelo (Patrón).....	149
Figura 47 Registro de la carga máxima y deformación que da el suelo.....	150
Figura 48 Colocación de la muestra de suelo con adición de 0.4% de Nylon y 5% de cal .....	150
Figura 49 Registro de la carga máxima y deformación que da el suelo con adición de 0.4% de Nylon y 5% de cal.....	151

Figura 50 Colocación de la muestra de suelo con adición de 0.8% de Nylon y 10% de cal .....	151
Figura 51 Registro de la carga máxima y deformación que da el suelo con adición de 0.8% de Nylon y 10% de cal.....	152
Figura 52 Colocación de la muestra de suelo con adición de 1.2% de Nylon y 15% de cal .....	152
Figura 53 Registro de la carga máxima y deformación que da el suelo con adición de 1.2% de Nylon y 15% de cal.....	153
Figura 54 Pesaje de la muestra cilíndrica (patrón).....	153
Figura 55 Pesaje de la muestra cilíndrica con adición de 0.4% de Nylon y 5% de cal .....	154
Figura 56 Pesaje de la muestra cilíndrica con adición de 0.8% de Nylon y 10% de cal .....	154
Figura 57 Pesaje de la muestra cilíndrica con adición de 1.2% de Nylon y 15% de cal .....	155
Figura 58 Llevado al horno .....	155

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general determinar el efecto de la adición de filamentos de Nylon y cal sobre la capacidad portante de los suelos arcillosos en el distrito de Huácar, provincia de Ambo, Huánuco, durante el año 2024. Para abordar este objetivo, se utilizó un enfoque cuantitativo con un diseño cuasiexperimental. En el estudio, se realizaron pruebas de capacidad portante en muestras de suelos arcillosos, a las que se les incorporaron filamentos de Nylon en proporciones de 0,4%, 0,8% y 1,2%, y cal en proporciones de 5%, 10% y 15%, en relación con el peso seco del suelo. Estos experimentos se compararon con muestras de suelo arcilloso sin aditivos, lo que permitió evaluar el impacto de los aditivos sobre las propiedades mecánicas del suelo.

Los resultados obtenidos mostraron que la adición de filamentos de Nylon y cal incrementó de manera significativa la capacidad portante del suelo arcilloso. El valor  $t = 48,270$  obtenido en la prueba  $t$  de Student indica que la diferencia entre los grupos comparados es muy grande en relación con la variabilidad de los datos, mientras que el valor  $p = 0,001$ , al ser menor que 0,05, confirma que dicha diferencia es estadísticamente significativa y no atribuible al azar. Los suelos con los aditivos alcanzaron un promedio de 12,11 kg/cm<sup>2</sup> de capacidad portante, en comparación con el valor promedio de 9,73 kg/cm<sup>2</sup> de las muestras sin aditivos. Estos resultados indican que la combinación de filamentos de nylon y cal tiene un efecto positivo y efectivo en la mejora de la resistencia del suelo, lo que podría ser aprovechado para diversas aplicaciones en la ingeniería civil.

En conclusión, la investigación demuestra que la adición de filamentos de Nylon y cal mejora significativamente la capacidad portante de los suelos arcillosos, lo que implica un potencial importante para la estabilización de suelos en proyectos de construcción. Este resultado confirma la eficacia de estos materiales como aditivos para mejorar las propiedades mecánicas de suelos de baja resistencia, representando una solución económica y sostenible para la construcción de infraestructuras en zonas donde predominan suelos arcillosos.

**Palabras clave:** Cal, capacidad portante, carga axial, filamentos de nylon y suelo arcilloso.

## ABSTRACT

The main objective of this research was to determine the effect of adding nylon filaments and lime on the bearing capacity of clayey soils in the district of Huácar, province of Ambo, Huánuco, during the year 2024. To address this objective, a quantitative approach with a quasi-experimental design was used. Bearing capacity tests were conducted on clay soil samples with the addition of nylon filaments in proportions of 0.4%, 0.8%, and 1.2%, and lime in proportions of 5%, 10%, and 15%, relative to the dry weight of the soil. These experiments were compared with untreated clay soil samples to evaluate the impact of the additives on the soil's mechanical properties.

The results showed that the addition of nylon filaments and lime significantly increased the bearing capacity of the clayey soil. Statistical analysis, with a t-value of 48.270 and a p-value of 0.001 (less than 0.05), confirmed that the observed changes were statistically significant. Soils treated with the additives reached an average bearing capacity of 12.11 kg/cm<sup>2</sup>, compared to an average of 9.73 kg/cm<sup>2</sup> for untreated samples. These findings indicate that the combination of nylon filaments and lime has a positive and effective impact on improving soil strength, making it applicable to various civil engineering projects.

In conclusion, the research demonstrates that the addition of nylon filaments and lime significantly improves the bearing capacity of clayey soils, which highlights the potential for soil stabilization in construction projects. These results confirm the effectiveness of these materials as additives to enhance the mechanical properties of low-strength soils, offering an economical and sustainable solution for infrastructure development in areas dominated by clayey soils.

**Keywords:** Lime, bearing capacity, axial load, nylon filaments, clayey soil.

## INTRODUCCIÓN

La estabilidad y resistencia de los suelos son factores fundamentales en la ingeniería civil, especialmente en regiones donde los suelos presentan características que limitan su capacidad portante. En el contexto nacional, el uso de suelos arcillosos es común debido a su amplia distribución en diversas zonas del país, lo que representa un desafío para su utilización en la construcción de infraestructuras resistentes y duraderas. Estos suelos, si no son adecuadamente tratados, pueden presentar problemas de asentamientos, deformaciones y fallas estructurales, afectando la seguridad y sostenibilidad de las edificaciones.

En particular, en la región de Huánuco, y más específicamente en el distrito de Huacar, se observa la presencia de suelos arcillosos que, debido a su alta plasticidad y baja resistencia, requieren de procesos de estabilización para ser utilizados en proyectos de construcción. Ante esta problemática, surge la necesidad de investigar métodos innovadores y sostenibles para mejorar las propiedades mecánicas de estos suelos.

En este sentido, la adición de materiales como filamentos de Nylon y cal ha sido reconocida como una alternativa efectiva para incrementar la capacidad portante de suelos problemáticos. Estos aditivos no solo son accesibles y económicos, sino que también pueden contribuir al aprovechamiento de materiales reciclados, lo que resulta en un beneficio adicional desde la perspectiva medioambiental.

Esta investigación se enfoca en evaluar el impacto de la incorporación de filamentos de Nylon y cal en la capacidad portante de suelos arcillosos en el distrito de Huacar, provincia de Ambo, Huánuco. El objetivo es aportar soluciones viables y sostenibles que puedan ser implementadas en la región, favoreciendo el desarrollo de infraestructuras más seguras y resistentes, y promoviendo el uso racional de los recursos disponibles. La combinación de estos materiales ofrece una propuesta innovadora que puede ser aplicada en otros contextos nacionales, especialmente en áreas con características geológicas similares.

# CAPÍTULO I

## DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La capacidad de carga en suelos arcillosos representa un desafío de relevancia global, dada la amplia distribución de estos suelos en diversas regiones del mundo. Estos suelos, caracterizados por su composición de partículas finas, presentan propiedades problemáticas, como su baja resistencia y su tendencia a compactarse bajo cargas. Con el fin de abordar estos desafíos, se pretende investigar el potencial de mejorar las propiedades mecánicas de estos suelos mediante la incorporación de aditivos como filamentos de nylon y cal (Quispe, 2022).

Los suelos arcillosos se distinguen por su alta plasticidad y contenido de arcilla, y la construcción en áreas con suelos de este tipo a menudo requiere la implementación de medidas para mejorar sus características con el objetivo de garantizar la seguridad y estabilidad de las estructuras. La adición de filamentos de nylon y cal emerge como una posible solución para mejorar la capacidad de carga y reducir la compresibilidad de estos suelos (Quispe, 2022).

El Perú se caracteriza por tener una geología muy variada, con suelos de distinta naturaleza, una topografía accidentada y una amplia diversidad de climas, producto de la influencia de la cordillera de los Andes. En muchas zonas predominan los suelos de origen sedimentario, especialmente los de tipo arcilloso, que al entrar en contacto con el agua tienden a cambiar de volumen, lo que ocasiona problemas de estabilidad (Zapana, 2022).

La investigación se centra en la necesidad de obtener un entendimiento más completo y detallado acerca de cómo la inclusión de filamentos de nylon y cal afecta la capacidad de carga de los suelos arcillosos. En concreto, se pretende averiguar si estas incorporaciones tienen la capacidad de elevar la resistencia del suelo, disminuir su capacidad de compactación y mejorar su estabilidad. Esto, a su vez, podría tener implicaciones significativas en la

construcción de infraestructuras y edificios en regiones donde predominan los suelos arcillosos.

Este estudio se enfocará en suelos arcillosos y no abordará otros tipos de suelos. Además, se limitará a la evaluación de la capacidad portante y las propiedades mecánicas, sin profundizar en otros aspectos geotécnicos. El estudio se llevará a cabo en el distrito de Huacar provincia de Ambo ya que es de interés comunitario por el desarrollo urbano en crecimiento en esa localidad y bajo condiciones controladas de laboratorio.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

PG: ¿Cuál es el efecto de la adición de filamentos de Nylon y cal en la capacidad portante de suelos arcillosos, Distrito de Huacar - Provincia de Ambo - Huánuco - 2024?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

PE1: ¿Qué efecto ocasiona la adición de 0,4% de filamentos y 5% de cal respecto al peso seco del suelo en la capacidad portante del suelo arcilloso?

PE2: ¿Qué efecto ocasiona la adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal respecto al peso seco del suelo en la capacidad portante del suelo arcilloso?

PE3: ¿Qué efecto ocasiona la adición de 1,2% de filamentos y 15% de cal respecto al peso seco del suelo en la capacidad portante del suelo arcilloso?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

OG: Determinar el efecto de la adición de filamentos de Nylon y cal en la capacidad portante de suelos arcillosos, Distrito de Huacar - Provincia de Ambo - Huánuco - 2024.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

OE1: Determinar el efecto que ocasiona la adición de 0,4% de filamentos y 5% de cal respecto al peso seco del suelo en la capacidad portante del suelo arcilloso.

OE2: Determinar el efecto que ocasiona la adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal respecto al peso seco del suelo en la capacidad portante del suelo arcilloso.

OE3: Determinar el efecto que ocasiona la adición de 1,2% de filamentos y 15% de cal respecto al peso seco del suelo en la capacidad portante del suelo arcilloso.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN**

### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

La investigación ofreció la oportunidad de contribuir al conocimiento científico, proporcionó una base para el diseño de soluciones innovadoras, mejoró la comprensión del comportamiento del suelo y aportó al fortalecimiento de la seguridad y eficiencia en proyectos de construcción y geotecnia. Los resultados generaron una base teórica para futuros estudios y aplicaciones prácticas en la construcción reforzada con materiales innovadores.

### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

La investigación sobre la adición de cal y filamentos de nylon en suelos arcillosos tuvo una justificación práctica sólida, ya que permitió mejoras significativas en la estabilidad de las construcciones, redujo costos de construcción, pudo ser aplicada en proyectos existentes y generó un impacto positivo. Estas razones hicieron que el estudio fuese altamente relevante y beneficioso desde una perspectiva práctica.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La investigación respondió a la necesidad de garantizar la confiabilidad, la objetividad y la aplicabilidad de los resultados relacionados con la adición de cal y filamentos de nylon en suelos arcillosos. Se empleó una metodología sólida que permitió desarrollar un estudio riguroso y obtener resultados útiles, lo que a su vez respaldó la relevancia y el valor científico del trabajo realizado.

### **1.5. LIMITACIONES**

La limitación estará en el aspecto económico, ya que los gastos serán asumidos por el investigador. Se espera que las actividades de laboratorio no excedan el presupuesto previsto, deben ser consideradas cuidadosamente al interpretar los resultados de la investigación y aplicar de manera adecuada los hallazgos de la investigación en contextos prácticos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Tapia (2022), tuvo como objetivo de recopilar y comentar la información relacionada con el tratamiento de suelos arcillosos expansivos en proyectos de parques lineales. Se analizan distintos tratamientos y experiencias previas, a partir de los cuales se plantea una metodología aplicable a proyectos de parques lineales construidos sobre suelos expansivos en la ciudad de Cartagena. La estabilización del terreno se relaciona directamente con el procedimiento constructivo de las capas tratadas con cal, lo que implica escarificar o pulverizar la superficie del suelo, distribuir la cal, añadir agua, mezclar y compactar hasta alcanzar la densidad máxima. Asimismo, es necesario considerar medidas complementarias como el uso de geomembranas o imprimaciones bituminosas, pendientes adecuadas y sistemas de drenaje eficientes. En conclusión, las propiedades índices, las características de compactación y resistencia serán determinantes al momento de definir como los materiales usados en una posible mezcla realmente representarán una mejora respecto de las condiciones iniciales.

Chocontá (2020), tuvo como objetivo de analizar la estabilización de un suelo arcilloso de la zona dental sabana de Bogotá con adición de cal hidratada comparando métodos de elementos finitos y semiempíricos. Se evaluaron los parámetros de resistencia de un suelo arcilloso de alta plasticidad con el propósito de establecer una relación entre los resultados obtenidos en suelos de Bogotá y la información proveniente de distintas fuentes. Esto permitió analizar cómo cambian las propiedades de un suelo natural al ser estabilizado con cal hidratada. Los resultados obtenidos evidenciaron tanto ventajas como limitaciones, lo que facilitó determinar la variación en la capacidad portante de

cimentaciones superficiales en función del uso de cal. En conclusión, se comprobó que la cal hidratada incrementa la capacidad portante y mejora los parámetros de resistencia de los suelos arcillosos.

Méndez y López (2020), tuvieron como objetivo de evaluar el comportamiento físico-mecánico de un suelo virgen y un suelo modificado con cal viva en polvo y cenizas de cascarilla de arroz. Se realizarán 5 tipos de ensayos de laboratorio los cuales deberán cumplir con los requisitos y normas actuales expedidas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), dichos ensayos serán los de granulometría del material, Limite líquido, Limite plástico e índice de plasticidad, Proctor modificado, Presión inconfiada. Los cuales deberán realizarse en la muestra virgen del material representativo (tipo arcilloso, simulando una subrasante difícil y costosa de tratar) y en la muestra alterada con cal y ceniza de la cascarilla de arroz. Gracias a los distintos métodos de ensayos para caracterización de suelos, podemos observar más detalladamente cómo son los comportamientos físicos y mecánicos que tiene un suelo a la hora de ser implementados en obras civiles. En conclusión, el comportamiento físico mecánico de la resistencia de un suelo arcilloso con adición de cal y cenizas de cascarilla de arroz no mejora.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Angulo y Zavaleta (2020), tuvieron como objetivo de estudiar el comportamiento de las propiedades físicas – mecánicas de diferentes tipos de suelos al ser tratados (estabilizados) con cal hidratada y cal viva, estos suelos pertenecen a la Prolongación Navarro Cauper. Se aplicaron dosis de 2%, 4% y 6% de cal viva y cal hidratada en dos tipos de suelos: la calicata 01, caracterizada por su alta plasticidad y expansión, y la calicata 02, con baja plasticidad y menor grado de expansión. Los resultados mostraron que la cal viva incrementa la resistencia, controla el efecto expansivo y reduce de manera ligera la densidad y la plasticidad. En conclusión, en suelos arcillosos expansivos y de alta

plasticidad, la cal viva resulta adecuada para la estabilización, especialmente en zonas sin capa de rodadura.

Vargas (2020), tuvo como objetivo evaluar la estabilización del suelo arcilloso mediante la adición de ceniza volcánica para mejorar la subrasante, además de determinar la variación de las propiedades físicas del suelo y conocer la variación de la capacidad de soporte del este (CBR). Se realizó un experimento para determinar la proporción óptima de ceniza volcánica en un suelo arcilloso, evaluando contenidos de 15%, 20% y 25%. Los resultados mostraron que el índice de plasticidad disminuyó de 14.85% a 9.08%. La capacidad de soporte también mejoró: la muestra estándar presentó un CBR de 4.58%, mientras que las mezclas con ceniza alcanzaron 8.20%, 11.75% y 6.80%. El análisis indicó que la dosificación más adecuada es 20%, con un aumento de 61.02% en la capacidad de soporte respecto a la muestra original. En conclusión, la adición de ceniza volcánica mejora las propiedades físicas y la capacidad portante del suelo arcilloso, elevando una subrasante de baja calidad a una de buen desempeño según el manual del MTC (10).

Moale y Rivera (2019), con el objetivo de estudiar el procedimiento de estabilización de suelos arcillosos con cal y determinar el óptimo contenido del estabilizante que asegure un aumento significativo en la capacidad de soporte de la subrasante para pavimentos flexibles. Se llevaron a cabo ensayos de granulometría, límites de consistencia, gravedad específica, Proctor modificado y CBR en muestras de suelo tanto en estado natural como con adiciones de 9%, 15% y 21% de cal. Asimismo, se realizó la clasificación de los suelos mediante los sistemas AASHTO y SUCS para complementar los cálculos requeridos. Adicionalmente, se efectuó un análisis comparativo de costos en el diseño de la estructura de pavimento, modelando la subrasante en su condición natural y en estado mejorado con el porcentaje óptimo de cal obtenido. Como resultado, se determinó que la dosificación más adecuada corresponde al 15%, con la cual el CBR del suelo se incrementó de 3.3% a 5.9%.

### 2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Ramirez (2023), tuvo como objetivo principal determinar el porcentaje óptimo de óxido de calcio (CaO) para mejorar las propiedades del suelo arcilloso en las calles principales del centro poblado Supte San Jorge y utilizarlo como base para diferentes tipos de pavimentos. Sus resultados fueron que el suelo arcilloso presenta baja resistencia mecánica, alta plasticidad y expansividad, y susceptibilidad a cambios de humedad, el CaO reduce la plasticidad y expansividad del suelo, aumenta su resistencia mecánica y mejora su capacidad de soporte y el porcentaje óptimo de CaO para la estabilización del suelo fue del 6%. Finalmente se concluye que la estabilización con CaO es una técnica efectiva para mejorar las propiedades del suelo arcilloso en Supte San Jorge y el uso de suelo estabilizado con CaO como base para pavimentos reduce los costos de construcción y mantenimiento.

Morales (2022), su objetivo principal fue evaluar la eficacia del cloruro cálcico y permazyme como estabilizantes de suelo en la superficie de rodadura de carreteras no pavimentadas en el distrito y provincia de Ambo, región Huánuco. Sus resultados fueron que el cloruro cálcico y permazyme mejoraron significativamente la resistencia a la compresión no confinada, el CBR y la resistencia al corte del suelo; el permazyme fue más efectivo que el cloruro cálcico en la reducción de la plasticidad del suelo por lo tanto ambos estabilizantes redujeron la susceptibilidad del suelo a la erosión. Finalmente concluye que el cloruro cálcico y permazyme son estabilizantes de suelo efectivos para mejorar las propiedades de las carreteras no pavimentadas y el permazyme es una mejor opción que el cloruro cálcico para suelos con alta plasticidad.

Apolinario y Delgado (2019), tuvo como objetivo de incrementar la capacidad de soporte del suelo de la subrasante, con la aplicación del aditivo proes, con la finalidad de mejorar su desempeño como sub rasante. Como alternativa, se utilizó un aditivo químico para mejorar el suelo local, aumentando su resistencia y evitando el uso de material de préstamo. Este método también reduce el espesor del afirmado y los

costos, siendo una opción técnica y económicamente viable. Se concluyó que el aditivo PROES incrementa la capacidad de soporte relativo con una dosificación de 0.27 L/m<sup>3</sup> de aditivo líquido PROES y 50 kg/m<sup>3</sup> de cemento portland.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. CAL

La cal se refiere a la cal viva o cal quemada, que es un producto químico inorgánico obtenido a partir de la calcinación (calentamiento a altas temperaturas) de la piedra caliza (carbonato de calcio). Durante el proceso de calcinación, la piedra caliza se somete a temperaturas elevadas, generalmente por encima de los 900 grados Celsius, lo que provoca la descomposición del carbonato de calcio y la liberación de dióxido de carbono, dejando como resultado la cal viva. Es importante destacar que la cal viva es altamente cáustica y debe manejarse con precaución. Cuando entra en contacto con agua, genera calor y se convierte en hidróxido de calcio, liberando hidróxido de calcio en forma de polvo. Por lo tanto, se debe seguir un protocolo de seguridad al manipularla para evitar lesiones (Usedo, 2015).

**Figura 1**

*Cal viva o quemada producto químico inorgánico*



*Nota.* El proceso de calcinación, la piedra caliza se somete a temperaturas elevadas, generalmente por encima de los 900 grados Celsius. Fuente: (Caltek, 2022).

### 2.2.2. NYLON

Grupo de polímeros sintéticos conocidos como poliamidas, las poliamidas son polímeros que contienen enlaces amida (-CONH-) en su estructura, y el nylon es uno de los ejemplos más conocidos de este tipo de polímero. El nylon se caracteriza por su resistencia, durabilidad y versatilidad, y se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones. Se utiliza en aplicaciones más especializadas, como en la fabricación de piezas de ingeniería, envases y equipos deportivos. La versatilidad del nylon y sus propiedades hacen que sea un material ampliamente utilizado en diversas industrias (Carrion, 2014).

#### Figura 2

*El nylon es uno de los ejemplos más conocidos de este tipo de polímero*



*Nota.* Se utiliza comúnmente para referirse a un grupo de polímeros sintéticos conocidos como poliamidas. Fuente: (CordeNylon, 2022).

### 2.2.3. FILAMENTOS DE NYLON

Los filamentos de nylon son hebras largas y delgadas fabricadas a partir de poliamida, que es un polímero sintético conocido por su resistencia, durabilidad y versatilidad. Los filamentos de nylon se utilizan en una variedad de aplicaciones en la industria manufacturera, la industria textil y otros campos debido a sus propiedades específicas. La

versatilidad y la resistencia del nylon lo convierten en un material ampliamente utilizado en muchas aplicaciones diferentes, y los filamentos de nylon son un formato específico que se adapta a muchas de estas aplicaciones (Pérez, 2018).

**Tabla 1**

*Propiedades del Nylon*

DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD	NORMA
Resistencia a tracción	86	Mpa	ASTM D 638
Resistencia a flexión	86	Mpa	ASTM D 790
Módulo de elasticidad (ensayo a tracción)	3200	Mpa	ASTM D 638
Resistencia a compresión	99	Mpa	ASTM D 695

*Nota.* propiedades mecánicas del Nylon. Fuente: (Ensinger, 2020)

**Figura 3**

*Filamentos de nylon son hebras largas y delgadas fabricadas a partir de poliamida*



*Nota.* Los filamentos de nylon se utilizan en una variedad de aplicaciones en la industria manufacturera, la industria textil y otros campos. Fuente: (JDpont, 2022).

#### **2.2.4. CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS**

Capacidad de un suelo para soportar cargas sin que ocurran fallas excesivas, como hundimientos o deformaciones inaceptables. Esta propiedad es de suma importancia en la ingeniería geotécnica y civil, ya que afecta directamente la seguridad y estabilidad de las estructuras construidas sobre el suelo, como edificios, puentes, carreteras, cimientos de viviendas y otros proyectos de construcción. La capacidad portante

de un suelo se evalúa mediante pruebas geotécnicas y cálculos de ingeniería, Es importante comprender y evaluar cuidadosamente la capacidad portante del suelo en un sitio de construcción antes de iniciar cualquier proyecto para garantizar que las estructuras se construyan de manera segura y duradera (Amorin, 2015).

### **2.2.5. ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE**

La resistencia a la compresión simple es una propiedad mecánica clave de los suelos que define su capacidad para soportar cargas axiales. Este parámetro es esencial para determinar la estabilidad de estructuras y la seguridad de las cimentaciones. El conocimiento profundo de los fundamentos teóricos que rigen la resistencia a la compresión simple en suelos es crucial para la correcta interpretación de los resultados de las pruebas y la aplicación efectiva en proyectos de ingeniería (Montejo Fonseca et al., 2019).

La resistencia a la compresión simple está estrechamente relacionada con las propiedades físicas y químicas del suelo. La textura, la humedad, la densidad y la mineralogía son factores que influyen en la resistencia del suelo a las fuerzas de compresión. La comprensión detallada de estas propiedades es esencial para interpretar los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión simple (Crespo Villalaz, 2007).

Diversas teorías explican el comportamiento de los suelos bajo carga. La teoría de Terzaghi, consolidada y ampliamente aceptada, considera la presión efectiva y la cohesión como factores clave. Otras teorías, como la teoría de la tensión efectiva de Bishop y la teoría de plasticidad de Coulomb, ofrecen enfoques alternativos. Comprender estas teorías proporciona una base sólida para la interpretación de resultados experimentales (Llorens Durán y Pons Valladares, 2021).

**Figura 4**  
*Ensayo de compresión simple de suelos*



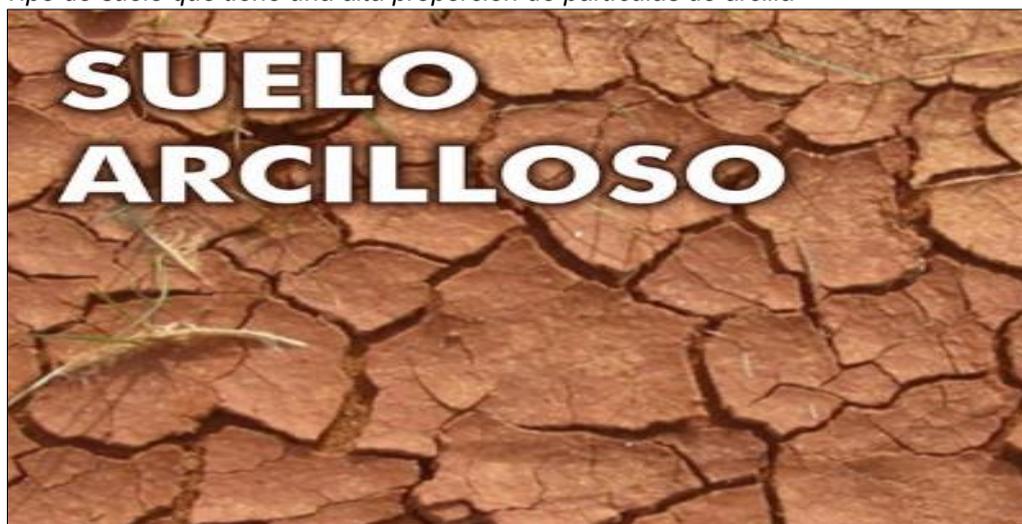
*Nota.* Ensayo de compresión simple para suelos. Fuente: Sacada de la tesis “Influencia del cemento Quisqueya, Inka y Viaforte en la estabilización de suelos para subrasante en los distritos de Huanchaco y Trujillo” (Cruzado Sagástegui, 2021).

### **2.2.5. SUELOS ARCILLOSOS**

Se caracteriza por contener una alta proporción de partículas de arcilla en su composición. La arcilla es un tipo de suelo fino y sedimentario compuesto principalmente por minerales como la caolinita, la illita y la montmorillonita. Los suelos arcillosos tienen propiedades distintivas que los diferencian de otros tipos de suelos, como los arenosos o los limosos. Se encuentran en muchas regiones del mundo y pueden ser tanto una bendición como un desafío para la agricultura, la construcción y otros usos. La comprensión de las propiedades y características de estos suelos es esencial para tomar decisiones adecuadas en proyectos que involucran suelos arcillosos (Leiva, 2017).

**Figura 5**

*Tipo de suelo que tiene una alta proporción de partículas de arcilla*



*Nota.* La arcilla es un tipo de suelo fino y sedimentario compuesto principalmente por minerales como la caolinita, la illita y la montmorillonita. Fuente: (Pineda, 2022).

### **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

**Abrasión:** Término que se utiliza en diversos contextos para describir un proceso físico en el cual un material sólido es desgastado o erosionado gradualmente debido al roce o la fricción con otro material (Tapia, 2020).

**Cal viva:** Material obtenido mediante la calcinación de rocas calizas, compuesto principalmente por óxido de calcio (CaO) (Calco, 2013).

**Cal hidratada:** Calcinación del carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), presente en la piedra caliza, transformándose en óxido de calcio (CaO) acompañado de óxido de magnesio (MgO) (Calco, 2013).

**Carga aplicada:** Magnitud y la distribución de la carga que se aplicará sobre el suelo son factores críticos. Las estructuras pesadas o cargas concentradas pueden requerir una capacidad portante mayor (Mayori, 2014).

**Cohesión:** Altamente cohesivos y pueden retener su forma incluso cuando están húmedos. Esto los hace adecuados para la fabricación de ladrillos y cerámica (Flores, 2022).

**Compactación:** Propensos a la compactación, lo que significa que las partículas pueden comprimirse con facilidad, reduciendo la porosidad y afectando la capacidad de infiltración de agua y aire (Fertilab, 2017).

**Densidad:** Propiedad física esencial que indica la cantidad de masa que ocupa un determinado volumen de una sustancia o material. En términos simples, representa cuánta materia se concentra en un espacio específico (Leoni, 2015).

**Ensayo de corte directo:** Prueba de laboratorio utilizada en geotecnia y mecánica de suelos para determinar la resistencia al corte de un material, especialmente suelos y rocas. (Patiño, 2006).

**Fertilidad:** Ricos en nutrientes, la retención de agua puede ser una desventaja en épocas de lluvia, ya que puede dificultar el drenaje y provocar inundaciones.

**Prueba de penetración estándar:** Conocida comúnmente como SPT por sus siglas en inglés (Standard Penetration Test), es un ensayo de campo ampliamente utilizado en geotecnia e ingeniería civil para determinar las propiedades del suelo y su capacidad de soporte en una ubicación específica (García, 2013).

**Resistencia mecánica:** Propiedad esencial de los materiales que define su capacidad para resistir cargas y esfuerzos externos sin sufrir deformaciones notables o llegar a fallar (Trinidad, 2022).

**Retención de agua:** Capacidad para retener agua debido a su naturaleza fina y su capacidad para atraer y retener moléculas de agua (Pachés, 2019).

**Suelo arcilloso:** Suelo caracterizado por su alta proporción de partículas de arcilla en su composición. Es uno de los principales tipos de suelo en la clasificación de suelos y se distingue por sus propiedades específicas, que incluyen una textura fina cohesiva, una alta retención de agua y una tendencia a la compactación (Zapata, 2018).

**Textura fina:** Conocidos por tener partículas de arcilla extremadamente pequeñas, lo que les confiere una alta cohesión (Ciancaglini, 2016).

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

HG: La adición de filamentos de Nylon y cal tiene un efecto significativo en la capacidad portante de suelos arcillosos, Distrito de Huacar - Provincia de Ambo - Huánuco - 2024.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

HE1: La adición de 0,4% de filamentos y 5% de cal respecto al peso seco del suelo tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso.

HE2: La adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal respecto al peso seco del suelo tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso.

HE3: La adición de 1,2% de filamentos y 15% de cal respecto al peso seco del suelo tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Capacidad portante de suelos arcillosos

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Filamentos de Nylon y cal.

## 2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Filamentos de Nylon y cal	<p>Los filamentos de nylon son largos y delgados hilos o cuerdas hechos de poliamida, un polímero sintético. El nylon es un material plástico resistente y flexible que se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones debido a sus propiedades mecánicas, como su durabilidad, resistencia a la tracción y capacidad de estiramiento (Billmeyer, 2020).</p>	<p>Para determinar la cantidad de los filamentos y cal se usará una balanza calibrada la cual nos indicará el peso.</p>	<p>Peso del 0,4%, 0,8% y 1,2% de filamentos de Nylon y 5%, 10% y 15% de cal respecto al peso seco del suelo.</p>	<p>Kilogramos (Kg)</p>	<p>Ficha de campo.</p>
	<p>La cal es un polvo blanco o grisáceo que, al entrar en contacto con el agua, experimenta una reacción exotérmica y se convierte en cal apagada (Gallegos Vargas, 2005).</p>				
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Capacidad portante en suelos arcillosos	<p>La capacidad portante en suelos arcillosos se refiere a la capacidad de un suelo compuesto principalmente por arcilla para soportar cargas sin sufrir deformaciones excesivas o fallas. La arcilla es un tipo de suelo que tiende a retener agua y puede volverse muy plástico cuando está húmeda, lo que lo hace susceptible a la compresión y la deformación bajo carga (Crespo Villalaz, 2007)</p>	<p>La capacidad portante del suelo arcilloso se determinará por medio de la prueba axial simple no confinada.</p>	<p>Capacidad portante del suelo arcilloso con 0,4%, 0,8% y 1,2% de filamentos de Nylon y 5%, 10% y 15% de cal respecto al peso seco del suelo.</p>	<p>Capacidad portante del suelo (kg/cm<sup>2</sup>)</p>	<p>Ficha de laboratorio del ensayo de corte directo.</p>

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación aplicada busca resolver problemas concretos o generar conocimientos con uso directo en la práctica. A diferencia de la investigación básica, que se centra en comprender principios y teorías fundamentales, la aplicada se enfoca en obtener resultados útiles y aplicables en el mundo real (Quezada, 2010).

En este estudio se emplearon conceptos como capacidad portante, suelos arcillosos, cal y filamentos de nylon para generar un nuevo conocimiento, centrado en analizar el efecto que estos materiales tuvieron sobre la capacidad portante de los suelos arcillosos.

##### **3.1.1. ENFOQUE**

El enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativo, basado en la recolección y análisis de datos numéricos y estadísticos con el propósito de responder a las preguntas planteadas y contrastar la hipótesis (Carrasco, 2015).

De acuerdo con lo mencionado por el autor, esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo, ya que se centró en la objetividad y la medición precisa de las variables, con el propósito de proporcionar resultados claros y cuantificables. Se siguieron procesos secuenciales para comprobar las hipótesis, y los datos analizados fueron de naturaleza numérica, como fue el caso de la capacidad portante del suelo arcilloso.

##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

La investigación explicativa se refiere a la extensión y claridad con la que se detalla y se explica el propósito, los objetivos, la metodología y los límites de la investigación (Quezada, 2010).

la investigación presentó un alcance explicativo, puesto que buscó comprender a fondo los objetivos y el propósito del estudio desde el inicio. Esto ayudó a establecer expectativas claras y a proporcionar un marco estructurado que facilitó la comprensión de la relevancia y la contribución de la investigación en el campo del análisis del efecto que produce la adición de cal y filamentos de nylon en la capacidad portante de suelos arcillosos.

### **3.1.3. DISEÑO**

El diseño cuasi experimental se utiliza cuando no es posible aplicar un diseño experimental puro por restricciones éticas o logísticas. En este tipo de estudio, el investigador no controla totalmente la asignación de los participantes a los grupos de tratamiento y control, lo que lo diferencia de un diseño experimental aleatorio (Quezada, 2010).

El diseño se define como cuasi-experimental por limitaciones prácticas de aleatorización en campo; sin embargo, la validez interna fue robustecida mediante la definición de un grupo control explícito (0% nylon, 0% cal), bloqueo por homogeneidad de suelos, asignación balanceada de tratamientos dentro de bloques, réplicas suficientes, mediciones antes y después del ensayo cuando fue posible, estandarización de procedimientos e instrumentos calibrados, además del uso de análisis estadístico para controlar las variables. Estas medidas reducen las principales amenazas a la validez interna y permiten atribuir con razonable seguridad los efectos observados a la adición de filamentos de nylon.

La elección de las muestras se ha realizado sin emplear la aleatoriedad, en nuestro caso la variable que se intervendrá será el los filamentos de Nylon y cal.

NA GR 1.....X1.....R1  
NA GR 2.....X2.....R2  
NA GR 3.....X3.....R3  
NA GR 4.....\_\_\_\_.....R4

Donde:

GR1: Muestras de suelo arcilloso con adición de 0,4% de filamentos de Nylon y 5% de cal respecto al peso seco del suelo.

GR2: Muestras de suelo arcilloso con adición de 0,8% de filamentos de Nylon y 10% de cal respecto al peso seco del suelo.

GR3: Muestras de suelo arcilloso con adición de 1,2% de filamentos de Nylon y 15% de cal respecto al peso seco del suelo.

GR4: Muestras de suelo arcilloso sin adición de filamento Nylon y cal.

X1: Manipulación de la variable independiente (0,4% de filamentos de Nylon y 5% de cal respecto al peso seco del suelo).

X2: Manipulación de la variable independiente (0,8% de filamentos de Nylon y 10% de cal respecto al peso seco del suelo).

X3: Manipulación de la variable independiente (1,2% de filamentos de Nylon y 15% de cal respecto al peso seco del suelo).

R1: Resultados de ensayo de compresión simple para suelo arcilloso con adición de 0,4% de filamentos de Nylon y 5% de cal respecto al peso seco del suelo.

R2: Resultados de ensayo de compresión simple para suelo arcilloso con adición de 0,8% de filamentos de Nylon y 10% de cal respecto al peso seco del suelo.

R3: Resultados de ensayo de compresión simple para suelo arcilloso con adición de 1,2% de filamentos de Nylon y 15% de cal respecto al peso seco del suelo.

R4: Resultados de ensayo de compresión simple de suelo arcillo sin adición de filamento Nylon y cal.

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

La población es el grupo total de individuos que realmente se desea estudiar y sobre el cual se busca obtener conclusiones y generalizaciones. Esta característica compartida puede ser cualquier cosa, desde edad, género, ubicación geográfica, nivel educativo, ocupación, condición de salud, entre otros (Quezada, 2010).

La población estuvo conformada por un total de 40 muestras, incluyendo tanto aquellas con adición de filamentos de nylon y cal como las que no los contenían. Para obtener dichas muestras, se realizaron 40 calicatas con una profundidad de 1,50 m y dimensiones de 0,80 m x 0,80 m, siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma Técnica Peruana E.050 de Suelos y Cimentaciones.

### **3.2.2. MUESTRA**

En una muestra no probabilística, no todos los integrantes de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados, ya que la elección de los elementos se realiza de forma intencional o subjetiva (Quezada, 2010).

Las proporciones de filamentos de nylon y de cal fueron definidas bajo un muestreo no probabilístico por criterio del investigador, considerando la necesidad de explorar niveles graduales de refuerzo que resultaran técnicamente viables y comparables en las condiciones del estudio. De esta manera, si bien las proporciones fueron establecidas por criterio del investigador, su selección se sustenta en literatura técnica y responde a la búsqueda de intervalos adecuados que permitan evidenciar la tendencia del efecto de ambos materiales sobre la capacidad portante de los suelos arcillosos en el contexto local.

A continuación, se detalla la distribución de las muestras de estudio:

**Tabla 2**  
*Descripción de la muestra seleccionada*

<b>MUESTRAS PARA ENSAYOS DE CORTE DIRECTO</b>	<b>NÚMERO DE MUESTRAS</b>
Muestras de suelo arcilloso sin adición de filamentos de Nylon y cal.	10
Muestras de suelo arcilloso con adición 0,4% de filamentos de Nylon y 5% de cal respecto al peso seco del suelo.	10
Muestras de suelo arcilloso con adición 0,8% de filamentos de Nylon y 10% de cal respecto al peso seco del suelo.	10
Muestras de suelo arcilloso con adición 1,2% de filamentos de Nylon y 15% de cal respecto al peso seco del suelo.	10
<b>TOTAL=</b>	<b>40</b>

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La investigación empleó la observación directa y ensayos de laboratorio para obtener datos precisos sobre la capacidad portante de los suelos arcillosos tratados con diferentes proporciones de cal y filamentos de nylon. Se utilizaron balanzas calibradas, moldes cilíndricos y una máquina de compresión para preparar y ensayar las muestras, además de fichas de laboratorio para registrar los resultados. Los datos fueron organizados en tablas y gráficos mediante Microsoft Excel, y analizados estadísticamente con el software SPSS versión 25, aplicando pruebas de normalidad y la t de Student para verificar la significancia de los resultados.

### **3.4. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se empleó la técnica de observación directa, lo cual permitió obtener información precisa sobre las variables estudiadas. También se utilizaron técnicas de laboratorio, ya que fue necesario contar con instalaciones especializadas para obtener los datos requeridos. Se fabricaron muestras de suelo arcilloso con diferentes proporciones de filamentos de nylon y cal respecto al peso seco del suelo. Las proporciones utilizadas fueron de (0,4% y 0,5%), (0,8% y 10%) y (1,2% y 15%) de filamentos de nylon y cal respectivamente, elaborando 10 muestras por cada nivel de adición, además

de las muestras patrón sin aditivos. Los bloques de suelo, con dimensiones estándar para ensayos de compresión, fueron sometidos a pruebas de capacidad portante, alcanzando un total de 40 muestras evaluadas. Todas las muestras fueron identificadas correctamente y el procedimiento experimental se documentó mediante registros fotográficos, con el fin de asegurar una mejor comprensión y trazabilidad del proceso (Ver anexo).

### **3.5. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

El software estadístico SPSS versión 25 fue utilizado para analizar e interpretar los resultados obtenidos sobre la capacidad portante de las muestras. Este análisis permitió verificar o refutar las hipótesis planteadas mediante la aplicación de técnicas de estadística inferencial, aportando solidez a las conclusiones del estudio.

### **3.6. ASPECTOS ÉTICOS**

El estudio se desarrolló bajo principios éticos de honestidad, transparencia y respeto por las normas científicas, garantizando la veracidad de los datos y la originalidad del trabajo. Se manejaron los materiales con responsabilidad ambiental y se cumplieron las normas de seguridad en laboratorio, especialmente en el uso de la cal. Además, se respetaron los derechos de autor mediante citas conforme a las normas APA 2020 y se contó con la supervisión académica del asesor, asegurando la integridad metodológica y ética de la investigación.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS

En esta sección se presenta el análisis de los datos relacionados con la resistencia a las características geotécnicas, tales como la capacidad de carga obtenidos mediante ensayos llevados a cabo por el laboratorio especializado en suelos y concreto.

**Tabla 3**

*Resultados de la capacidad portante: muestras de suelo arcilloso con 0,4% de filamentos y 5% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón*

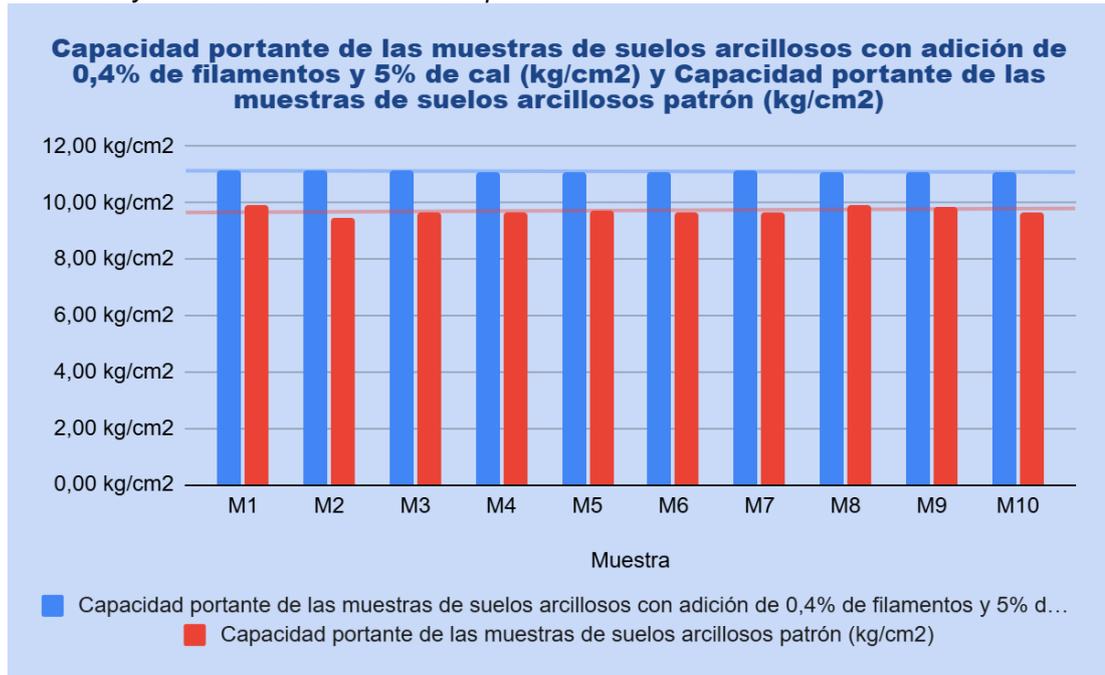
<b>Muestra</b>	<b>Capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos con adición de 0,4% de filamentos y 5% de cal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos patrón (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
M1	11,12	9,91
M2	11,17	9,46
M3	11,15	9,66
M4	11,10	9,65
M5	11,09	9,75
M6	11,08	9,69
M7	11,16	9,69
M8	11,10	9,93
M9	11,09	9,87
M10	11,11	9,69
<b>Media</b>	<b>11,12 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>9,73 kg/cm<sup>2</sup></b>

#### **Interpretación:**

Los resultados muestran que la adición de 0,4% de filamentos y 5% de cal incrementa la capacidad portante del suelo. La muestra tratada con el mayor valor (M2) alcanzó 11,17 kg/cm<sup>2</sup>, superando al valor más alto del suelo patrón (M8), que fue de 9,93 kg/cm<sup>2</sup>. En promedio, las muestras con aditivos presentaron una capacidad portante de 11,12 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las del suelo sin adiciones alcanzaron 9,73 kg/cm<sup>2</sup>, evidenciando una mejora significativa en la resistencia del suelo tratado.

**Figura 6**

Comparación de la capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 0,4% de filamentos y 5% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón



### Interpretación:

El gráfico de barras muestra que la muestra M2, correspondiente al suelo arcilloso con adición de 0,4% de filamentos y 5% de cal, alcanzó el valor más alto de capacidad portante con aproximadamente 11,17 kg/cm<sup>2</sup>, siendo la más resistente dentro de su grupo; mientras que en el caso del suelo arcilloso patrón, la muestra M8 registró el mayor valor con 9,93 kg/cm<sup>2</sup>, destacando como la que presentó la mayor capacidad de soporte de manera natural; al comparar ambos resultados se observa que la incorporación de filamentos de nylon y cal generó un incremento de 1,24 kg/cm<sup>2</sup> en la resistencia, lo que representa un aumento aproximado del 12,5% respecto a la capacidad portante del suelo patrón, reforzando así la evidencia de que la adición de estos materiales mejora significativamente el desempeño del suelo.

**Tabla 4**

*Resultados de la capacidad portante: muestras de suelo arcilloso con 0,8% de filamentos y 10% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón*

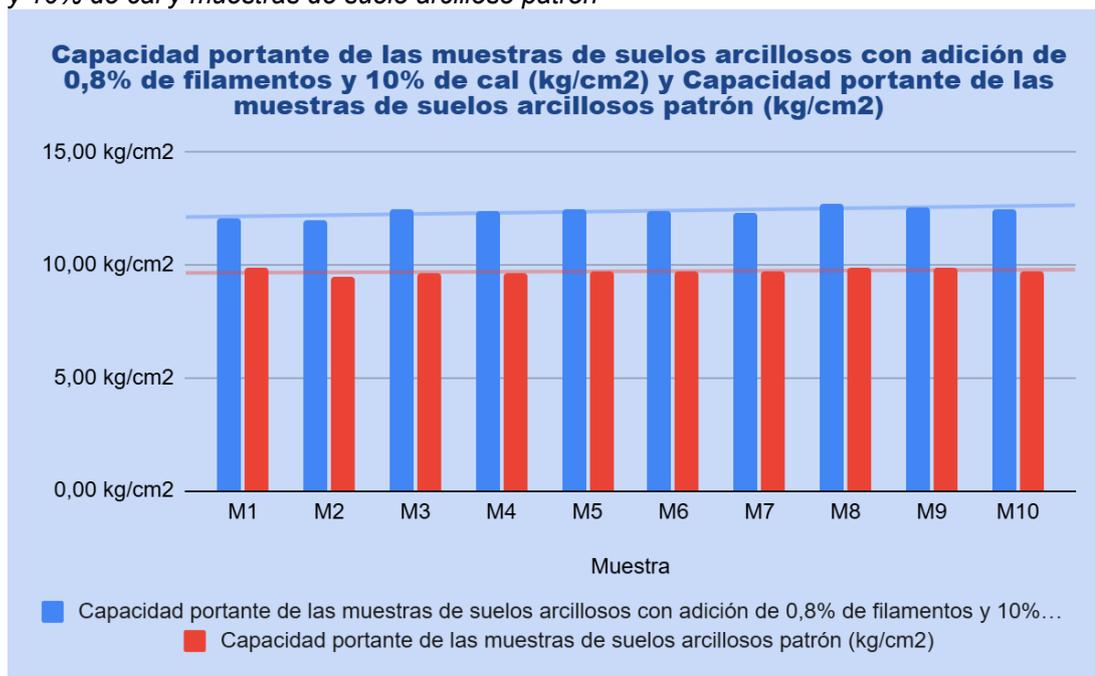
<b>Muestra</b>	<b>Capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos con adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos patrón (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
M1	12,07	9,91
M2	12,00	9,46
M3	12,49	9,66
M4	12,42	9,65
M5	12,49	9,75
M6	12,42	9,69
M7	12,36	9,69
M8	12,69	9,93
M9	12,59	9,87
M10	12,46	9,69
<b>Media</b>	<b>12,40 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>9,73 kg/cm<sup>2</sup></b>

### **Interpretación:**

En esta tabla, se observa que las muestras M3 y M5, tratadas con una mayor adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal, alcanzaron la mayor capacidad portante registrada, con un valor de 12,49 kg/cm<sup>2</sup>. En el caso del suelo arcilloso sin aditivos (patrón), la muestra M8 continúa destacando con el valor más alto, de 9,93 kg/cm<sup>2</sup>, al igual que en la tabla anterior. Esto indica que el aumento en la proporción de aditivos permitió, en condiciones específicas como las de M3 y M5, mejorar significativamente la capacidad de soporte del suelo tratado. Al analizar los valores promedio, se tiene que el suelo con adiciones presenta una media de 12,40 kg/cm<sup>2</sup>, superando el promedio anterior de 11,12 kg/cm<sup>2</sup> (con 0,4% de filamentos y 5% de cal), mientras que el suelo patrón mantiene su media constante en 9,73 kg/cm<sup>2</sup>. Esta comparación evidencia que el incremento de los porcentajes de filamentos y cal ha tenido un efecto positivo en la capacidad portante del suelo arcilloso, reflejando una mejora significativa en su comportamiento mecánico frente al suelo sin aditivos.

**Figura 7**

*Comparación de la capacidad portante: muestras de suelo arcilloso con 0,8% de filamentos y 10% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón*



### **Interpretación:**

Al observar el gráfico de barras que representa los datos de la tabla anterior, se puede interpretar que las muestras de suelo con la adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal, representadas por barras azules, alcanzaron sus valores más altos de capacidad portante en las muestras M3 y M5, ambas con aproximadamente 12,49 kg/cm<sup>2</sup>; estas barras destacan por su altura uniforme y superior al resto, lo que confirma que dichas muestras fueron las más resistentes a la carga tras la aplicación de los aditivos en mayor proporción. En contraste, dentro del grupo de suelo arcilloso patrón, identificado con barras rojas, la muestra M8 presentó el valor más alto, con aproximadamente 9,93 kg/cm<sup>2</sup>, siendo visualmente la barra más alta de ese grupo y, por tanto, la que mostró la mayor capacidad portante de forma natural, sin modificaciones. Al comparar los valores máximos obtenidos, se evidencia que la adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal produjo un incremento de 2,56 kg/cm<sup>2</sup> en la capacidad portante con respecto al patrón, lo que equivale a un aumento aproximado del 25,8%, confirmando que la incorporación de mayores proporciones de aditivos mejora significativamente el desempeño mecánico del suelo.

**Tabla 5**

*Resultados de la capacidad portante: muestras de suelo arcilloso con 1,2% de filamentos y 15% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón*

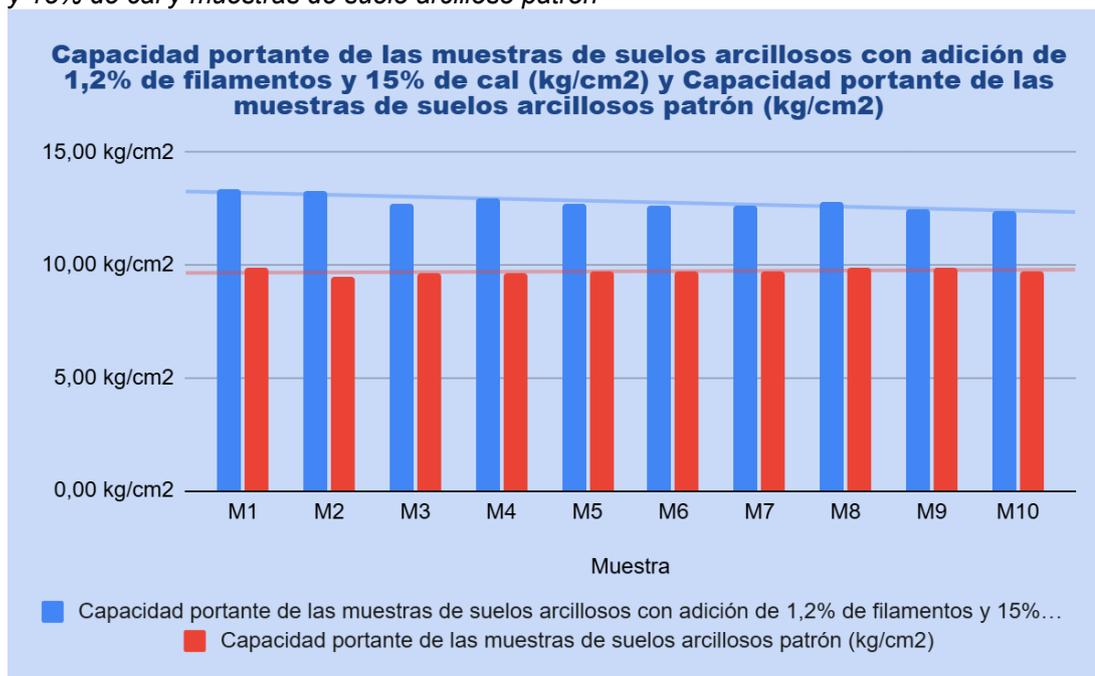
<b>Muestra</b>	<b>Capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos con adición de 1,2% de filamentos y 15% de cal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos patrón (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
M1	13,34	9,91
M2	13,31	9,46
M3	12,75	9,66
M4	12,95	9,65
M5	12,75	9,75
M6	12,67	9,69
M7	12,64	9,69
M8	12,79	9,93
M9	12,50	9,87
M10	12,44	9,69
<b>Media</b>	<b>12,81 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>9,73 kg/cm<sup>2</sup></b>

**Interpretación:**

La tabla muestra los resultados de la capacidad portante de muestras de suelo arcilloso tratadas con una proporción de 1,2% de filamentos y 15% de cal, comparadas con las muestras de suelo patrón. Al analizar los valores individuales, se identifica que la muestra M1 alcanza la mayor capacidad portante dentro del grupo tratado, registrando un valor de 13,34 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto al suelo sin aditivos, la muestra M8 mantiene su posición como la más resistente, con un valor de 9,93 kg/cm<sup>2</sup>. Esto demuestra que, bajo las condiciones específicas de la muestra M1, la mayor proporción de filamentos y cal permitió obtener el nivel más alto de resistencia a la carga entre todas las muestras tratadas. Al observar los promedios, se encuentra que la media de capacidad portante para el suelo tratado con 1,2% de filamentos y 15% de cal asciende a 12,81 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la media del suelo patrón permanece en 9,73 kg/cm<sup>2</sup>. Esta comparación pone en evidencia que el incremento progresivo en la proporción de aditivos continúa elevando la capacidad portante del suelo arcilloso tratado, pasando de 12,40 kg/cm<sup>2</sup> en la tabla anterior a 12,81 kg/cm<sup>2</sup> en la actual, mientras que el suelo sin aditivos mantiene sus características sin variaciones.

**Figura 8**

*Comparación de la capacidad portante: muestras de suelo arcilloso con 1,2% de filamentos y 15% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón*



### **Interpretación:**

Al observar el gráfico de barras, se aprecia que la muestra M1, perteneciente al grupo de suelo arcilloso tratado con 1,2% de filamentos y 15% de cal (barras azules), alcanza el valor más alto de capacidad portante con aproximadamente 13,34 kg/cm<sup>2</sup>, destacándose claramente por su altura y evidenciando que fue la más resistente a la carga dentro de las muestras con mayor proporción de aditivos. Por otro lado, en el grupo de suelo arcilloso patrón (barras rojas), la muestra M8 continúa siendo la que presenta la mayor capacidad portante, con un valor cercano a 9,93 kg/cm<sup>2</sup>, tal como se observó en los gráficos anteriores. Al comparar ambos resultados, se determina que la adición de 1,2% de filamentos y 15% de cal incrementó la resistencia en 3,41 kg/cm<sup>2</sup> respecto al patrón, lo que equivale a un aumento aproximado del 34,3%, confirmando que esta dosificación fue la que otorgó la mayor mejora en el desempeño mecánico del suelo arcilloso.

**Tabla 6**

*Resultados de la capacidad portante promedio: muestras de suelo arcilloso con 0,4%, 0,8% y 1,2% de filamentos y 5%, 10% y 15% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón*

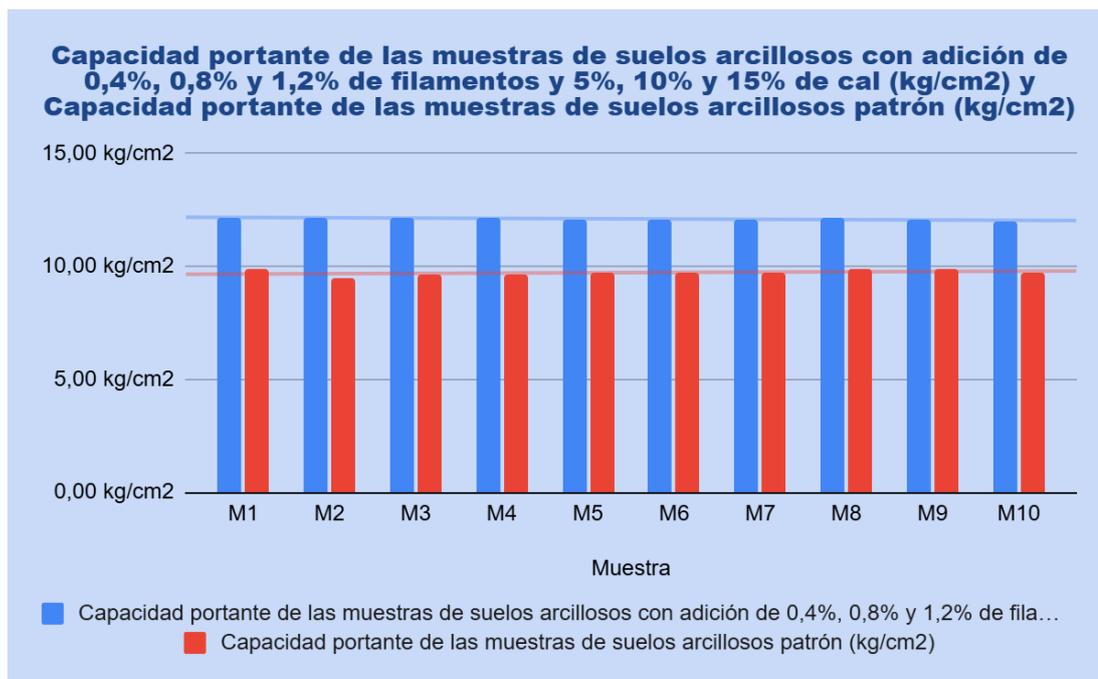
<b>Muestra</b>	<b>Capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos con adición de 0,4%, 0,8% y 1,2% de filamentos y 5%, 10% y 15% de cal (kg/cm2)</b>	<b>Capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos patrón (kg/cm2)</b>
M1	12,18	9,91
M2	12,16	9,46
M3	12,13	9,66
M4	12,16	9,65
M5	12,11	9,75
M6	12,06	9,69
M7	12,05	9,69
M8	12,19	9,93
M9	12,06	9,87
M10	12,00	9,69
<b>Media</b>	<b>12,11 kg/cm2</b>	<b>9,73 kg/cm2</b>

**Interpretación:**

Al revisar los valores individuales de capacidad portante en esta tabla, se observa que la muestra M8 alcanza el valor más alto dentro del grupo de suelo tratado con la combinación de proporciones de 0,4%, 0,8% y 1,2% de filamentos, junto con 5%, 10% y 15% de cal, registrando un valor de 12,19 kg/cm<sup>2</sup>. Del mismo modo, la muestra M8 también presenta el mayor valor de capacidad portante dentro del grupo de suelo patrón, con 9,93 kg/cm<sup>2</sup>, lo que reafirma su comportamiento consistente en todas las tablas analizadas. Esto sugiere que, en las condiciones particulares de esta muestra, la combinación de aditivos contribuyó a alcanzar la máxima resistencia a la carga, mientras que en su estado natural continúa destacando como la muestra más fuerte del conjunto sin aditivos. Al observar los promedios, se identifica que la media de capacidad portante para el grupo tratado con la combinación de filamentos y cal es de 12,11 kg/cm<sup>2</sup>, superando notablemente la media del grupo patrón, que se mantiene en 9,73 kg/cm<sup>2</sup>. Esta diferencia confirma que la adición combinada de los estabilizantes mejora significativamente la capacidad de soporte del suelo en comparación con su estado natural.

**Figura 9**

Comparación de la capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos con adición de 0,4%, 0,8% y 1,2% de filamentos y 5%, 10% y 15% de cal (kg/cm<sup>2</sup>).

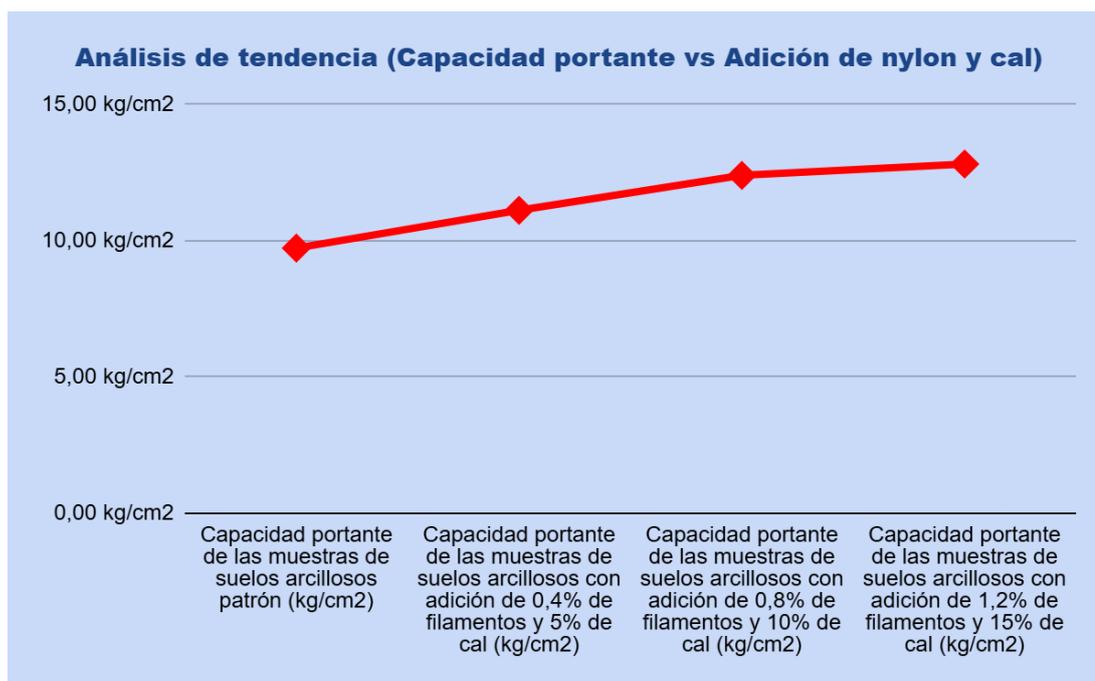


### Interpretación:

Al observar el gráfico de barras de la figura, se aprecia que las muestras de suelo con adición de 0,4%, 0,8% y 1,2% de filamentos y 5%, 10% y 15% de cal alcanzaron un valor máximo de capacidad portante de aproximadamente 12,19 kg/cm<sup>2</sup>, lo que evidencia un desempeño superior frente a las muestras de suelo arcilloso patrón, cuyo valor más alto correspondió a la muestra con 9,93 kg/cm<sup>2</sup>. Esta diferencia indica que la incorporación de aditivos incrementó la resistencia en 2,26 kg/cm<sup>2</sup> respecto al suelo sin modificaciones, lo que equivale a un aumento aproximado del 22,8%. En conjunto, el gráfico confirma que las mezclas tratadas con filamentos de nylon y cal presentaron una mejora significativa en su capacidad portante frente al suelo natural, reforzando la eficacia de la adición de estos materiales en el mejoramiento del comportamiento mecánico del suelo.

**Figura 10**

*Análisis de tendencia de la capacidad portante vs las adiciones de nylon y cal*



### **Interpretación:**

El gráfico de líneas de la figura muestra la tendencia creciente de la capacidad portante del suelo conforme se incrementa el porcentaje de adición de filamentos de nylon y cal. El valor más bajo corresponde al suelo patrón, con 9,73 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con la adición de 0,4% de filamentos y 5% de cal la resistencia aumenta a 11,12 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un incremento de 1,39 kg/cm<sup>2</sup> respecto al patrón, equivalente a un 14,3% de mejora. Al incrementar la dosificación a 0,8% de filamentos y 10% de cal, la capacidad portante alcanza los 12,40 kg/cm<sup>2</sup>, con una ganancia de 2,67 kg/cm<sup>2</sup> frente al patrón, equivalente a un 27,4% de aumento. Finalmente, con la mayor dosificación de 1,2% de filamentos y 15% de cal, la resistencia se eleva hasta 12,81 kg/cm<sup>2</sup>, logrando un incremento de 3,08 kg/cm<sup>2</sup> respecto al patrón, equivalente a un 31,7%. En conjunto, la tendencia del gráfico confirma que, a mayor porcentaje de adición de nylon y cal, mayor es la capacidad portante del suelo arcilloso, aunque la curva evidencia que el crecimiento tiende a estabilizarse en las dosificaciones más altas.

## 4.2. RESULTADOS INFERENCIALES

El contraste de las hipótesis se ha realizado empleando el programa estadístico SPSS.

### Para la hipótesis general:

HG: La adición de filamentos de Nylon y cal tiene un efecto significativo en la capacidad portante de suelos arcillosos, Distrito de Huacar - Provincia de Ambo - Huánuco - 2024.

H0: La adición de filamentos de Nylon y cal no tiene un efecto significativo en la capacidad portante de suelos arcillosos, Distrito de Huacar - Provincia de Ambo - Huánuco - 2024.

### Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis general

**Tabla 7**

*Prueba de normalidad capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 0,4%, 0,8% y 1,2% de filamentos y 5%, 10% y 15% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón*

<b>Shapiro-Wilk</b>			
	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
Capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos con adición de 0,4%, 0,8% y 1,2% de filamentos y 5%, 10% y 15% de cal (kg/cm <sup>2</sup> )	,928	10	,427
Capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos patrón (kg/cm <sup>2</sup> )	,916	10	,322

### Interpretación:

La tabla muestra los resultados de la prueba Shapiro-Wilk aplicada a la capacidad portante de muestras de suelo arcilloso con diferentes porcentajes de adición de filamentos (0.4%, 0.8% y 1.2%) y cal (5%, 10% y 15%), así como a las muestras de suelo arcilloso patrón. Para las muestras con aditivos, el estadístico de Shapiro-Wilk es 0,928 con un valor de significancia de 0,427, mientras que para las muestras patrón, el estadístico es 0,916 con un valor de significancia de 0,322. Dado que en ambos casos el valor de significancia es mayor que 0.05, se concluye que los datos siguen una distribución normal.

Dado que los datos cumplen con el supuesto de normalidad, se empleará t de Student para muestras independientes, por tratarse de la comparación de dos grupos experimentales, siendo esta la prueba más adecuada para determinar si existe una diferencia significativa entre sus medias.

### Análisis inferencial para la hipótesis general

**Tabla 8**

*Prueba t student capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 0,4%, 0,8% y 1,2% de filamentos y 5%, 10% y 15% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón*

Prueba de Levene de igualdad de varianzas	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
Se asumen varianzas iguales	3,595	0,074	48,270	18	0,001	2,280
No se asumen varianzas iguales			48,270	12,560	0,001	2,380

### Interpretación

Del análisis realizado con el software SPSS se toma la hipótesis alterna en la cual nos indica que la adición de filamentos de Nylon y cal tiene un efecto significativo en la capacidad portante de suelos arcillosos, Distrito de Huacar - Provincia de Ambo - Huánuco - 2024. Con una contrastación de ( $t=48,270$ ;  $p=0,001 < 0,05$ ).

### Para la hipótesis específica 1:

HE1: La adición de 0,4% de filamentos y 5% de cal respecto al peso seco del suelo tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso.

HE1: La adición de 0,4% de filamentos y 5% de cal respecto al peso seco del suelo no tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso.

## Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 1

**Tabla 9**

*Prueba de normalidad capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 0,4% de filamentos y 5% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón*

Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
Capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos con adición de 0,4% de filamentos y 5% de cal (kg/cm2)	,887	10	,157
Capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos patrón (kg/cm2)	,916	10	,322

### Interpretación:

La tabla muestra los resultados de la prueba Shapiro-Wilk aplicada a la capacidad portante de muestras de suelo arcilloso con 0,4% de filamentos y 5% de cal, así como a las muestras de suelo arcilloso patrón. Para las muestras con aditivos, el estadístico de Shapiro-Wilk es 0,887 con un valor de significancia de 0,157, mientras que para las muestras patrón, el estadístico es 0,916 con un valor de significancia de 0,322. Dado que en ambos casos el valor de significancia es mayor que 0.05, se concluye que los datos siguen una distribución normal. Dado que los datos cumplen con el supuesto de normalidad, se empleará t de Student para muestras independientes, por tratarse de la comparación de dos grupos experimentales, siendo esta la prueba más adecuada para determinar si existe una diferencia significativa entre sus medias.

## Análisis inferencial para la hipótesis específica 1

**Tabla 10**

*Prueba t student capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 0,4% de filamentos y 5% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón*

Prueba de Levene de igualdad de varianzas						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias

Se asumen						
varianzas	8,994	0,008	30,139	18	0,001	1,387
iguales						
No se						
asumen						
varianzas			30,139	9,912	0,001	1,387
iguales						

### Interpretación:

Del análisis realizado con el software SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal respecto al peso seco del suelo tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso. Con una contrastación de ( $t=30,139$ ;  $p=0,001 < 0,05$ ).

### Para la hipótesis específica 2:

HE2: La adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal respecto al peso seco del suelo tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso.

HE2: La adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal respecto al peso seco del suelo no tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso.

### Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 2

**Tabla 11**

*Prueba de normalidad capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 0,8% de filamentos y 10% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos con adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal (kg/cm <sup>2</sup> )	,890	10	,169
Capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos patrón (kg/cm <sup>2</sup> )	,916	10	,322

## Interpretación:

La tabla muestra los resultados de la prueba Shapiro-Wilk aplicada a la capacidad portante de muestras de suelo arcilloso con 0,8% de filamentos y 10% de cal, así como a las muestras de suelo arcilloso patrón. Para las muestras con aditivos, el estadístico de Shapiro-Wilk es 0,890 con un valor de significancia de 0,169, mientras que para las muestras patrón, el estadístico es 0,916 con un valor de significancia de 0,322. Dado que en ambos casos el valor de significancia es mayor que 0.05, se concluye que los datos siguen una distribución normal. Dado que los datos cumplen con el supuesto de normalidad, se empleará t de Student para muestras independientes, por tratarse de la comparación de dos grupos experimentales, siendo esta la prueba más adecuada para determinar si existe una diferencia significativa entre sus medias.

## Análisis inferencial para la hipótesis específica 2

**Tabla 12**

*Prueba t student capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 0,8% de filamentos y 10% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón*

<b>Prueba de Levene de igualdad de varianzas</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>	<b>t</b>	<b>gl</b>	<b>Sig. (bilateral)</b>	<b>Diferencia de medias</b>
Se asumen varianzas iguales	0,771	0,392	32,889	18	0,001	2,669
No se asumen varianzas iguales			32,889	15,646	0,001	2,669

## Interpretación:

Del análisis realizado con el software SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal respecto al peso seco del suelo tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso. Con una contrastación de ( $t=32,889$ ;  $p=0,001 < 0,05$ ).

### Para la hipótesis específica 3:

HE3: La adición de 1,2% de filamentos y 15% de cal respecto al peso seco del suelo tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso.

HE3: La adición de 1,2% de filamentos y 15% de cal respecto al peso seco del suelo no tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso.

### Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 3

**Tabla 13**

*Prueba de normalidad capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 1,2% de filamentos y 15% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos con adición de 1,2% de filamentos y 15% de cal (kg/cm <sup>2</sup> )	,889	10	,166
Capacidad portante de las muestras de suelos arcillosos patrón (kg/cm <sup>2</sup> )	,916	10	,322

### Interpretación:

La tabla muestra los resultados de la prueba Shapiro-Wilk aplicada a la capacidad portante de muestras de suelo arcilloso con 1,2% de filamentos y 15% de cal, así como a las muestras de suelo arcilloso patrón. Para las muestras con aditivos, el estadístico de Shapiro-Wilk es 0,889 con un valor de significancia de 0,166, mientras que para las muestras patrón, el estadístico es 0,916 con un valor de significancia de 0,322. Dado que en ambos casos el valor de significancia es mayor que 0,05, se concluye que los datos siguen una distribución normal. Dado que los datos cumplen con el supuesto de normalidad, se empleará t de Student para muestras independientes, por tratarse de la comparación de dos grupos experimentales, siendo esta la prueba más adecuada para determinar si existe una diferencia significativa entre sus medias.

### Análisis inferencial para la hipótesis específica 3

**Tabla 14**

*Prueba t student capacidad portante muestras de suelo arcilloso con 1,2% de filamentos y 15% de cal y muestras de suelo arcilloso patrón*

Prueba de Levene de igualdad de varianzas	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
Se asumen varianzas iguales	3,738	0,069	28,957	18	0,001	3,084
No se asumen varianzas iguales			28,957	12,716	0,001	2,084

#### Interpretación:

Del análisis realizado con el software SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la adición de 1,2% de filamentos y 15% de cal respecto al peso seco del suelo tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso. Con una contrastación de ( $t=28,957$ ;  $p=0,001 < 0,05$ ).

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En comparación con el estudio realizado por Tapia (2022), quien propone una metodología de estabilización con cal para suelos arcillosos expansivos en proyectos de parques lineales, resaltando la influencia del procedimiento constructivo y las condiciones climáticas en el endurecimiento del suelo, los hallazgos de la presente investigación coinciden parcialmente, aunque aportan un enfoque complementario. En ambos casos se confirma que la cal mejora significativamente las propiedades mecánicas del suelo; sin embargo, en esta investigación se evidencia que la incorporación conjunta de aditivos específicamente un 0,4% de filamentos de Nylon y un 5% de cal respecto al peso seco genera un refuerzo adicional, elevando la capacidad portante a 11,12 kg/cm<sup>2</sup> frente a los 9,73 kg/cm<sup>2</sup> del suelo natural, lo que representa un incremento del 14,3%. Este resultado demuestra que, a diferencia del planteamiento de Tapia centrado únicamente en la cal, la combinación de estabilizantes minerales y refuerzos fibrosos puede potenciar aún más la resistencia de suelos arcillosos expansivos. En el contexto de Huácar, estas mejoras tienen implicancias prácticas relevantes, pues permiten plantear soluciones más eficientes para pavimentos de tránsito ligero, cimentaciones de viviendas de interés social y proyectos municipales (como veredas y áreas recreativas), donde la durabilidad y la reducción de asentamientos diferenciales son determinantes. De esta manera, la propuesta no solo complementa, sino que amplía la aplicabilidad de la metodología previa, ofreciendo alternativas más adaptadas a las condiciones urbanas y geotécnicas locales.

En comparación con el estudio de Angulo y Zavaleta (2020), quienes evaluaron la estabilización de suelos arcillosos con cal hidratada y cal viva en la Prolongación Navarro Cauper, concluyendo que la cal viva es más efectiva en suelos de alta plasticidad al incrementar la resistencia y reducir la

expansión, los resultados de la presente investigación coinciden y, a la vez, amplían dichos hallazgos. Al igual que en el estudio previo, se confirma la eficacia de la cal como estabilizante; sin embargo, al emplear adicionalmente un 0,8% de filamentos de Nylon junto con un 10% de cal respecto al peso seco del suelo, se obtuvo una capacidad portante de 12,40 kg/cm<sup>2</sup> frente a los 9,73 kg/cm<sup>2</sup> del suelo sin tratamiento, lo que representa un incremento del 27,4%. Este hallazgo demuestra que, si bien la cal por sí sola es efectiva en la mejora de suelos arcillosos expansivos, su combinación con fibras sintéticas potencia aún más el comportamiento mecánico del material, reforzando su estructura interna y reduciendo los riesgos de deformación. En el contexto de Huácar, esta alternativa resulta especialmente útil para la construcción de pavimentos, plataformas de cimentación y proyectos municipales, pues permite garantizar una mayor durabilidad y seguridad de las infraestructuras, disminuyendo costos de mantenimiento asociados a fallas del suelo. De esta manera, la investigación no solo valida lo reportado por Angulo y Zavaleta, sino que aporta una solución más robusta y adaptable a las condiciones locales.

En comparación con el estudio realizado por Ramírez (2023), quien determinó que la estabilización de suelos arcillosos con un 6% de óxido de calcio (CaO) en Supte San Jorge mejora sus propiedades físicas y mecánicas, reduciendo la plasticidad y expansividad y permitiendo su uso como base para pavimentos con menores costos de construcción y mantenimiento, los resultados de la presente investigación coinciden y amplían estos hallazgos. Al igual que en el estudio de Ramírez, se confirma la eficacia de la cal en la estabilización de suelos expansivos; sin embargo, al emplear una combinación de un 1,2% de filamentos de Nylon y un 15% de cal respecto al peso seco, se alcanzó una capacidad portante promedio de 12,81 kg/cm<sup>2</sup> frente a los 9,73 kg/cm<sup>2</sup> del suelo natural, lo que representa un incremento del 31,9%. Este resultado evidencia que la incorporación conjunta de fibras sintéticas y una mayor proporción de cal potencia de manera más significativa la resistencia del suelo, mejorando no solo su comportamiento mecánico sino también su durabilidad frente a cargas repetitivas. En el contexto de Huácar, esta alternativa técnica resulta especialmente aplicable en proyectos viales locales, como pavimentos de tránsito urbano y rural, caminos vecinales o

accesos a viviendas, ya que permite incrementar la capacidad de soporte del terreno y reducir costos de mantenimiento a mediano y largo plazo. De este modo, la investigación no solo confirma lo planteado por Ramírez, sino que ofrece una solución más robusta y adaptable a las condiciones geotécnicas locales.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, concluimos en los siguiente:

**Para el objetivo general:** Determinar el efecto de la adición de filamentos de Nylon y cal en la capacidad portante de suelos arcillosos, Distrito de Huacar - Provincia de Ambo - Huánuco - 2024. Se concluye que la adición de filamentos de Nylon y cal tiene un efecto significativo en la capacidad portante de suelos arcillosos, Distrito de Huacar - Provincia de Ambo - Huánuco - 2024. Con una contrastación ( $t=48,270$ ;  $p=0,001<0,05$ ). Al examinar las medias, se puede inferir que la capacidad portante del suelo arcilloso aumenta al utilizar 0,4%, 0,8% y 1,2% de filamentos y 5%, 10% y 15% de cal, con una media de 12,11 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con las muestras de suelo arcilloso patrón, cuya capacidad portante promedio es de 9,73 kg/cm<sup>2</sup>.

**Para el objetivo específico 1:** Determinar el efecto que ocasiona la adición de 0,4% de filamentos y 5% de cal respecto al peso seco del suelo en la capacidad portante del suelo arcilloso. Se concluye que la adición de 0,4% de filamentos y 5% de cal respecto al peso seco del suelo tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso. Con una contrastación ( $t=30,139$ ;  $p=0,001<0,05$ ). Al examinar las medias, se puede inferir que la capacidad portante del suelo arcilloso aumenta al utilizar 0,4% de filamentos y 5% de cal, con una media de 11,12 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con las muestras de suelo arcilloso patrón, cuya capacidad portante promedio es de 9,73 kg/cm<sup>2</sup>.

**Para el objetivo específico 2:** Determinar el efecto que ocasiona la adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal respecto al peso seco del suelo en la capacidad portante del suelo arcilloso. Se concluye que la adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal respecto al peso seco del suelo tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso. Con una contrastación ( $t=32,889$ ;  $p=0,001<0,05$ ). Al examinar las medias, se puede inferir que la capacidad portante del suelo arcilloso aumenta al utilizar 0,8% de filamentos y 10% de cal, con una media de 12,40 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación

con las muestras de suelo arcilloso patrón, cuya capacidad portante promedio es de 9,73 kg/cm<sup>2</sup>.

**Para el objetivo específico 3:** Determinar el efecto que ocasiona la adición de 1,2% de filamentos y 15% de cal respecto al peso seco del suelo en la capacidad portante del suelo arcilloso. Se concluye que la adición de 1,2% de filamentos y 15% de cal respecto al peso seco del suelo tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso. Con una contrastación ( $t=28,957$ ;  $p=0,001 < 0,05$ ). Al examinar las medias, se puede inferir que la capacidad portante del suelo arcilloso aumenta al utilizar 1,2% de filamentos y 15% de cal, con una media de 12,81 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con las muestras de suelo arcilloso patrón, cuya capacidad portante promedio es de 9,73 kg/cm<sup>2</sup>.

## RECOMENDACIONES

A futuros investigadores y tesisistas se recomienda realizar estudios que evalúen otras combinaciones de aditivos, como diferentes fibras (naturales o sintéticas) y materiales estabilizantes alternativos, con el fin de comparar sus efectos en la capacidad portante de suelos arcillosos. Esto abrirá nuevas líneas de investigación orientadas a identificar las opciones más eficientes y económicas para la mejora de suelos en distintas condiciones geotécnicas.

A municipalidades y entidades encargadas de infraestructura se sugiere promover proyectos piloto que analicen los efectos a largo plazo de la adición de filamentos de nylon y cal en suelos arcillosos sometidos a humedad y variabilidad climática, incorporando pruebas de envejecimiento acelerado o simulaciones de condiciones extremas que permitan validar la durabilidad de estas técnicas en escenarios reales.

A investigadores de universidades de diferentes regiones del país se recomienda ampliar los estudios a suelos arcillosos de la costa, sierra y selva, a fin de establecer protocolos de estabilización que puedan ser aplicados en contextos geológicos y climáticos diversos, contribuyendo al desarrollo de una línea de investigación nacional en estabilización de suelos.

A futuros tesisistas e investigadores en construcción sostenible se les recomienda indagar sobre el uso de alternativas más sostenibles, como fibras naturales (cabuya, coco, bambú, fique) y materiales reciclados (plásticos reutilizados, residuos industriales), evaluando tanto su efectividad técnica como su impacto ambiental, lo cual constituiría una línea de investigación alineada con las tendencias actuales de eco-ingeniería.

A contratistas y proyectistas de obras de infraestructura se sugiere complementar la investigación con estudios de viabilidad económica y análisis costo–beneficio, que permitan determinar la factibilidad de aplicar cal y fibras en proyectos a gran escala, lo cual generaría insumos técnicos útiles para la toma de decisiones en proyectos viales, urbanísticos y de cimentaciones en suelos arcillosos.

A futuros tesisistas de ingeniería civil se recomienda enfocar investigaciones en la aplicación práctica de fibras naturales y materiales reciclados como sustitutos del nylon, en combinación con cal, para evaluar no solo su resistencia mecánica, sino también su durabilidad y aporte en la reducción de impactos ambientales, consolidando una línea de investigación en soluciones sostenibles para la estabilización de suelos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorin, V. (2015). Análisis de la capacidad portante de suelos no cohesivos en climas tropicales para cimentaciones superficiales. Obtenido de <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/CPG17-160.pdf>
- Angulo Roldan, M., & Zavaleta Papa, C. N. (2020). “Estabilización de suelos arcillosos con cal para el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas como capa de rodadura en la prolongación Navarro Cauper, Distrito San Juan – Maynas – Iquitos, 2019”. Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1220/ANGULO%20ROLDAN%20MARISELVA%20Y%20ZAVALETA%20PAPA%20CINTIA%20NICOL%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Apolinario Tenicela, A. A., & Delgado Loarte, E. A. (2019). Estabilización de suelos arcillosos, con bajos valores de soporte (CBR), con fines de mejoramiento de la subrasante. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13080/5500>
- Billmeyer, F. W. (2020). *Ciencia de los polímeros*. (R. Areal Guerra, Trad.) Reverte.
- Calco. (2013). Recuperado el 20 de September de 2023, de oxido de calcio - cal viva: [https://www.javeriana.edu.co/documents/4486808/5015300/CALCIO+OXIDO\\_CAL+VIVA\\_CALES+DE+COLOMBIA.pdf/b382fb88-bfc4-4de0-bbeb-75e57b148a34?version=1.0](https://www.javeriana.edu.co/documents/4486808/5015300/CALCIO+OXIDO_CAL+VIVA_CALES+DE+COLOMBIA.pdf/b382fb88-bfc4-4de0-bbeb-75e57b148a34?version=1.0)
- Caltek. (27 de September de 2022). *Tipos de cal - Caltek*. Recuperado el 21 de September de 2023, de Calidra Colombia: <https://calidra.com.co/tipos-de-cal/>
- Carrasco Díaz, S. (2015). *Metodología de la investigación científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. San Marcos.
- Carrion Fite, F. J. (2014). *Materials pel disseny de productes tèxtils - Poliamida*. Obtenido de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/191549/poliamida\\_word-5467.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/191549/poliamida_word-5467.pdf)

- Chocontá Osuna, A. C. (2020). Estabilización de un suelo arcilloso de la zona occidental Sabana de Bogotá con adición de cal hidratada comparando métodos de elementos finitos y semiempírico. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/5868fb5d-708d-4823-94ea-cdfce85f4124/content>
- Ciancaglini, N. (2016). Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico. Obtenido de [http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20\\_R001\\_Gu%C3%A Da%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%20d e%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organol%C3%A9ptico.pdf](http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20_R001_Gu%C3%A Da%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%20d e%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organol%C3%A9ptico.pdf)
- CordeNylon. (2022). *Cinta de Nylon – CordeNylon S.A.S.* Recuperado el 21 de September de 2023, de CordeNylon S.A.S.: <https://www.cordenylon.com/producto/cinta-de-nylon/>
- Crespo Villalaz, C. (2007). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Limusa.
- Cruzado Sagástegui, J. L. (2021). Influencia del cemento Quisqueya, Inka y Viaforte en la estabilización de suelos para subrasante en los distritos de Huanchaco y Trujillo. Universidad Cesar Vallejo.
- Ensinger. (2020). *PA 66 - TECAMID 66 natural*. Recuperado el 29 de April de 2024, de Ensinger: <https://www.ensingerplastics.com/es-br/semielaborados/plastico/pa66-tecamid-66-natural>
- Fertilab. (2017). *La Compactación del Suelo*. Recuperado el 20 de September de 2023, de Fertilab: <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/153-Compactacion-del-suelo.pdf>
- Flores Huapaya, W. R. (2022). Análisis de las propiedades mecánicas y cohesión del concreto autocompactante  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con grafeno y fibras PET, Lima, 2022. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/118669>
- Gallegos Vargas, H. (2005). *Albañilería Estructural*. PUCP, Fondo Editorial.
- García Romero, C. (2013). Prueba de penetración estándar. Obtenido de [https://www.uteycv.esiaz.ipn.mx/comunidad/geotecnia/apuntes/PRUEBA\\_DE\\_PENETRACION%20ESTaNDAR\\_2013.pdf](https://www.uteycv.esiaz.ipn.mx/comunidad/geotecnia/apuntes/PRUEBA_DE_PENETRACION%20ESTaNDAR_2013.pdf)
- Hernández Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.

- JDpont. (2022). *Filamento para cepillo nylon pa612 blanco para cepillo-filamento de nylon (PA)-paint brush filament,boiled bristle\_Yangzhou Jingdu Cepillo Co., Ltd.* Recuperado el 21 de September de 2023, de brush filament: <https://www.brush-filament.com/es/nylon/10338.html>
- Leiva Vidal, D. (2017). Caracterización de un suelo arcilloso y su mezcla con escoria blanca proveniente de la siderurgia integral. Obtenido de <http://repositoriodigital.ucsc.cl/bitstream/handle/25022009/1418/Leiva%20Vidal%2C%20Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Leoni, A. J. (2015). Obtenido de <http://ingenieroleoni.com/wp-content/uploads/2015/09/Capitulo-1-Propiedades-F--sicas-de-los-suelos.pdf>
- Llorens Durán, J. d., & Pons Valladares, O. (2021). *El terreno y el estudio geotécnico*. Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica.
- Mayori, A. (2014). Resistencia de Materiales Aplicada. Obtenido de [https://www.cartagena99.com/recursos/otros/apuntes/Resistencia\\_de\\_Materiales\\_Aplicada.pdf](https://www.cartagena99.com/recursos/otros/apuntes/Resistencia_de_Materiales_Aplicada.pdf)
- Méndez Medina, J. D., & López Gonzales, C. F. (2020). Evaluación del comportamiento físico-mecánico de la resistencia de un suelo arcilloso con adición de cal y cenizas de cascarilla de arroz. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/7447/Monografia%20J.D.%20M%C3%A9ndez%20-%20C.F.%20L%C3%B3pez..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moale Quispe, A. B., & Rivera Justo, E. J. (2019). Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica. Obtenido de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/648846/MoaleQ\\_A.pdf?sequence=3](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/648846/MoaleQ_A.pdf?sequence=3)
- Montejo Fonseca, A., Montejo Piratova, A., & Montejo Piratova, A. (2019). *Estabilización de suelos*. Ediciones de la U.
- Morales Beteta, E. M. (2022). Evaluación de estabilizantes de suelo con cloruro cálcico y permazyme en la superficie de rodadura de carreteras no pavimentadas en el distrito y provincia de ambo, región Huánuco-2022. Universidad de Huánuco.

- Pachés Giner, M. (2019). El agua en el suelo: fuerzas de retención. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/121154/Pach%C3%A9s%20-%20El%20agua%20en%20el%20suelo.%20Fuerzas%20de%20retenci%C3%B3n.pdf?sequence=1>
- Patiño, C. (2006). *Ensayo de corte directo*. Recuperado el 20 de September de 2023, de Ensayo de corte directo: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/patino\\_r\\_ca/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/patino_r_ca/capitulo3.pdf)
- Pérez Mendoza, E. (2018). Características de los filamentos. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/32847/TFG-I-1010anexo2.pdf?sequence=3>
- Pineda, J. A. (4 de September de 2022). *Qué son los Suelos Arcillosos, Características y Componentes*. Recuperado el 21 de September de 2023, de [encolombia.com: https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/suelos-arcillosos/](https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/suelos-arcillosos/)
- Pino Gotuzzo, R. (2018). *Metodología de la investigación: elaboración de diseños para contrastar hipótesis*. San Marcos.
- Quezada Lucio, N. (2010). *Metodología de la investigación: estadística aplicada en la investigación*. Editorial Macro.
- Quispe Cáceres, J. (2022). Estabilización de suelos arcillosos con cal y cenizas de cáscara de castaña para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86568>
- Ramírez Ríos, O. C. (2023). Estabilización de un suelo arcilloso mediante óxido de calcio para mejorar sus propiedades, en Supte San Jorge – provincia de Leoncio Prado. Universidad de Huánuco.
- Tapia Barrios, L. A. (2022). Metodología para el tratamiento de suelos arcillosos expansivos en la construcción de proyectos de parques lineales en el casco urbano de Cartagena de Indias. Obtenido de <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/15528/METODOLOG%C3%8DA%20PARA%20EL%20TRATAMIENTO%20>

DE%20SUELOS%20ARCILLOSOS%20EXPANSIVOS%20EN%20LA  
%20CONSTRUCCION%20DE%20PROYECTOS%20D.pdf?sequence  
=1

Tapia Montenegro, K. S. (2020). *(DOC) ABRASIÓN Se define a | Kevyn Steyson Tapia Montenegro*. Recuperado el 20 de September de 2023, de Academia.edu:

[https://www.academia.edu/8844892/ABRASI%C3%93N\\_Se\\_define\\_a](https://www.academia.edu/8844892/ABRASI%C3%93N_Se_define_a)

Trinidad Espinoza, C. P. (2022). Evaluación de la resistencia mecánica del concreto ligero según su densidad usando poliestireno expandido reciclado como componente liviano, Huánuco -2021. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/7770/TIC00309T81.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Usedo Valles, R. M. (2015). Estudio y análisis de la utilización de la cal para el patrimonio arquitectónico. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/60200/Memoria.pdf>

Vargas Gonza, B. (2020). Estabilización de un suelo arcilloso con ceniza volcánica para el mejoramiento de subrasante en la progresiva km 5+100 al 6+100 del tramo Asirumi – Rosaspata Huancané. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12840/3487>

Zapana Bustincio, R. A. (2022). Estabilización de suelos arcillosos con polímeros reciclados a nivel de la subrasante de la carretera que une el C.P. de Santa María con la Av. Circunvalación del distrito de San Miguel - San Román - Puno. Obtenido de [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12316/4/IV\\_FIN\\_105\\_TE\\_Zapana\\_Bustincio\\_2022.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12316/4/IV_FIN_105_TE_Zapana_Bustincio_2022.pdf)

Zapata, R. (2018). Tipos de suelos: Caracterización de suelos arcillosos y limosos. Obtenido de <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/TIPOS%20DE%20SUELO.pdf>

## **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Alania Atavillos, M. (2025). *Adición de cal y filamentos de nylon y su efecto de la capacidad portante en suelos arcillosos, distrito de Huácar - provincia de Ambo - Huánuco – 2024*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. url: <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** “ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b> PG: ¿Cuál es el efecto de la adición de filamentos de Nylon y cal en la capacidad portante de suelos arcillosos, Distrito de Huacar - Provincia de Ambo - Huánuco - 2024?</p> <p><b>Problema específico</b> PE1: ¿Qué efecto ocasiona la adición de 0,4% de filamentos y 5% de cal respecto al peso seco del suelo en la capacidad portante del suelo arcilloso? PE2: ¿Qué efecto ocasiona la adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal respecto al peso seco del suelo en la capacidad portante del suelo arcilloso? PE3: ¿Qué efecto ocasiona la adición de 1,2% de filamentos y 10% de cal respecto al peso seco</p>	<p><b>Objetivo general</b> OG: Determinar el efecto de la adición de filamentos de Nylon y cal en la capacidad portante de suelos arcillosos, Distrito de Huacar - Provincia de Ambo - Huánuco - 2024.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> OE1: Determinar el efecto que ocasiona la adición de 0,4% de filamentos y 5% de cal respecto al peso seco del suelo en la capacidad portante del suelo arcilloso. OE2: Determinar el efecto que ocasiona la adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal respecto al peso seco del suelo en la capacidad portante del suelo arcilloso. OE3: Determinar el efecto que ocasiona la adición de 1,2% de</p>	<p><b>Hipótesis general</b> HG: La adición de filamentos de Nylon y cal tiene un efecto significativo en la capacidad portante de suelos arcillosos, Distrito de Huacar - Provincia de Ambo - Huánuco - 2024.</p> <p><b>Hipótesis específica</b> HE1: La adición de 0,4% de filamentos y 5% de cal respecto al peso seco del suelo tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso. HE2: La adición de 0,8% de filamentos y 10% de cal respecto al peso seco del suelo tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso. HE3: La adición de 1,2% de filamentos y 15% de cal respecto al peso seco del suelo tienen un efecto significativo en la capacidad portante del suelo arcilloso.</p> <p><b>Variables</b> <b>Variable dependiente</b> Capacidad portante en suelos arcillosos.</p>	<p><b>Enfoque:</b> Enfoque cuantitativo.</p> <p><b>Alcance o nivel:</b> Alcance explicativo.</p> <p><b>Diseño:</b> Diseño experimental puro.</p> <p><b>Técnica de investigación:</b> Observación</p> <p><b>Instrumentos:</b> Fichas de campo y ficha de laboratorio de corte directo.</p> <p><b>Población:</b> La población va estar conformada por 40 muestras, en estas están incluidos las muestras sin y con de adición de filamentos de nylon y cal.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra tomada es la no probabilística, en donde es un subconjunto de individuos o elementos seleccionados de la</p>

---

del suelo en la capacidad portante del suelo arcilloso?	filamentos y 15% de cal respecto al peso seco del suelo en la capacidad portante del suelo arcilloso.	<b>Variable independiente</b> Filamentos de Nylon y cal.	población de interés sin utilizar un proceso de selección aleatorio o probabilístico.
---	---	---	---

---

**ANEXO 2**  
**INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**Ficha de campo**

ID muestra	Fecha	Lugar (UBICACIÓN)	% Nylon	Masa nylon (g)	% Cal	Masa cal (g)	Ensayos solicitados	Fecha ensayo	Resultado preliminar
P-01									
...									
A1-01									
...									
A2-01									
...									
A3-01									

# Instrumentos de recojo de datos

## Ficha de laboratorio

MONTAÑA		INFORME DE ENSAYO								
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS										
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121										
NOMBRE DEL CLIENTE :		BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS					FECHA DE ENSAYO :			
ESTUDIO / PROYECTO:		ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024								
LOCALIZACIÓN:		HUACAR - AMBO - HUÁNUCO					MUESTRA:			
DESCRIPCIÓN:		MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO SIN ADICIÓN DE FILAMENTOS DE NYLON Y CAL (PATRÓN)					PROFUNDIDAD:		2.50 m	
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Fig)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:			
					kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Instalado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input type="checkbox"/>	Compactado <input type="checkbox"/>	
Kg	kgf						DIMENSIÓN PROMEDIO			
							Diámetro, D		mm	
							Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )		mm	
							Relación L <sub>0</sub> /D			
							Área (A <sub>0</sub> )		cm <sup>2</sup>	
							Volumen		cm <sup>3</sup>	
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Obtenida después del ensayo										
							Espécimen húmedo + Tara		g	
							Espécimen seco + Tara		g	
							Masa de Tara		g	
							Masa Espécimen húmedo		g	
							Masa Espécimen seco		g	
							Contenido de Humedad		%	
DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN										
							Densidad Húmeda		g/cm <sup>3</sup>	
							Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q <sub>u</sub>										
							Deformación en el instante de la falla, %:			
							CONSISTENCIA SEGÚN q <sub>u</sub>		DURA	
ESQUEMA DE FALLA										
							Velocidad de Deformación:		0.5% x/Mín	
							Deformación Max permitida (15%):		0.61 Fig	
EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL										

# CERTIFICADO DE CALIDAD

El equipo identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que estar dentro de las tolerancias prescritas.

## ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de fabricación: NTC 2122.

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** PRENSA PARA ENSAYOS CBR MANUAL DIGITAL.

## DESCRIPCIÓN:

Celda de carga de 5000Kg.

Indicador digital.

Dial de 0.001" de penetración.

Gato manual de dos velocidades.

Pistón de penetración.

MARCA	CÓDIGO	SERIE DE PRENSA	SERIE DE DIAL
PYS EQUIPOS	PYS145	109	EJD129.

**FECHA:** 06/11/2024

  
Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad

**INFORME TÉCNICO**

EXPEDIENTE : INF- LE 331 – 23 B

SOLICITANTE : **PYS EQUIPOS E.I.R.L.**  
Calle 4 Mz F1 Lt. 05, Urb. Virgen del Rosario,  
San Martín de Porres, Lima  
Att.: Sr. Antonio Pozo Solís

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA  
DE CARGA  
Celda de Carga: KELI  
Capacidad: 10 t  
N° serie: 5V51168  
INDICADOR DIGITAL: HIGH WEIGHT  
Modelo: 315-X5  
N° serie: 0215533  
Resolución: 0.1 kg

FECHA : San Miguel, 30 de noviembre de 2023.



Ing Daniel Torrealva D.  
Jefe del Laboratorio de  
Estructuras Antisísmicas

## CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

### 1. GENERALIDADES.

PYS EQUIPOS E.I.R.L. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras el 30 de noviembre de 2023.

### 2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:

- Marca : KELI
- N° serie : 5V51168
- Capacidad : 10 t (nominal)

Indicador Digital:

- Marca : HIGH WEIGHT
- Modelo : 315-X5
- N° serie : 0215533
- Capacidad : 10000 kg
- Resolución: 0.1 kg

### 3 EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, U1, N° 95857, 200 KN, con última calibración de 20 de octubre de 2023.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch3
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 6727, 50 KN, con última calibración de 23 de noviembre de 2023.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6
- Gata hidráulica, LUKAS, 200 t HP 200/200 FNr.: 300
- Bomba hidráulica manual, LUKAS 841200425

### 4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicado en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

### 5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada

INF-LE 331-23 B



Celda calibrada: KELI  
N° serie: 5V51168  
Indicador Digital: HIGH WEIGHT  
Número serie: 0215533  
**Celda patrón:** HBM #serie: 95857 Capacidad: 200 kN  
Amplificador usado: MGCplus1 ch3  
Informe de Calibración N° 2023-1 95857 de 20 de octubre de 2023  
**Celda patrón:** HBM #serie: 6727 Capacidad: 50 kN  
Amplificador usado: MGCplus1 ch6  
Informe de Calibración N° 2023-1 6727 de 23 de noviembre de 2023  
Celdas patrones calibradas en LEDI-PUCP con patrones trazables al  
HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania  
Norma de referencia: ASTM E74-18  
Fecha calibración: 2023-11-30  
Ejecutores: S.Llanos J. - M. Huamancayo P.

PATRON (kg)			INDICADOR DIGITAL HIGH WEIGHT (kg)		
999.0	999.0	999.1	997.3	998.1	997.9
1968.0	1968.0	1968.2	1970.4	1971.1	1968.0
2987.9	2987.9	2988.2	2992.0	2994.4	2988.3
4007.8	4007.8	4008.3	4015.8	4017.6	4015.4
4976.8	4976.8	4977.3	4989.7	4985.7	4981.9
6003.2	6002.4	6002.7	6021.5	6020.7	6020.6
7020.9	7020.0	7020.3	7041.8	7040.5	7039.7
8038.6	8037.5	8038.0	8065.5	8059.3	8059.1
9056.3	9055.1	9055.6	9084.1	9080.4	9085.1
9962.1	9960.8	9961.3	9993.8	9994.9	9987.4

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXIÓN} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes: A = -4.9268076349  
B = 1.0030527274  
C = 0.0000000580

Obteniéndose como resultado:

Desviación Standard S = 2.53 kg  
LLF = 6.1 kg  
U = 34 kg

Nota: DEFLEXIÓN es la lectura directa del indicador digital HIGH WEIGHT  
La Incertidumbre expandida, para k=2, ha sido calculada para 9900 kg

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas

INF-LE: 331-23 B





**LABORATORIO DE FUERZA**  
**LF-1239-2024**

Página 1 de 3

<b>Solicitante</b>	: CONSTRUCTORA, CONSULTORA Y EJECUTORA CORPORACION MONTAÑA S.R.L.	Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.
<b>Dirección</b>	: MLC.LAS FRESAS MZA. 4 LOTE. 2 HUANUCO - HUANUCO - PILLCO MARCA	
<b>Equipo</b>	: PRENSA CBR	
<b>Marca</b>	: PYS EQUIPOS	Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
<b>Modelo</b>	: PYS145	
<b>Serie</b>	: 109	
<b>Capacidad Máxima</b>	: 5000 kg	
<b>Identificación</b>	: N/I	
<b>Procedencia</b>	: NACIONAL	P Y S EQUIPOS E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Tipo de Indicación</b>	: DIGITAL	
<b>Marca</b>	: HIGH WEIGH	Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>Modelo</b>	: X10	
<b>N° serie</b>	: MH2110005083	
<b>Div. De escala</b>	: 0.1 kg	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>Fecha de calibración</b>	: 2024-11-06	
<b>Lugar</b>	: Laboratorio de fuerza- PYS EQUIPOS E.I.R.L. Calle 8, Mz. D1 Lt. 24 Urb. Virgen Del Rosario – SMP	La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos en el documento de referencia de la norma UNE - EN ISO 7500-1 "Verificación de máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza - Julio 2006
<b>Método utilizado</b>	: La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos en el documento de referencia de la norma UNE - EN ISO 7500-1 "Verificación de máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza - Julio 2006	



*E.P.S.*

Revisado y firmado digitalmente por:  
Eler Pozo S.  
Dpto. Metrología

*Amed*

Calibrado y firmado digitalmente por:  
Amed Castillo E.  
Dpto. Metrología



**Condiciones ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	22.5	22.9
Humedad Relativa (%)	69	68

**Patrones de referencia:**

Trazabilidad	Patrones de calibración	Numero de certificado
Patron trazables al HOTTINGER BALDWIN MESSTECKNIK GmbH - Alemania	Celda de carga calibrada a 1000 kN con incertidumbre del orden de 0.6%	LEDI - PUCP INF-LE N 331-23 (B)

**Resultados de medición:**

**Condiciones en que se entrega el equipo:**

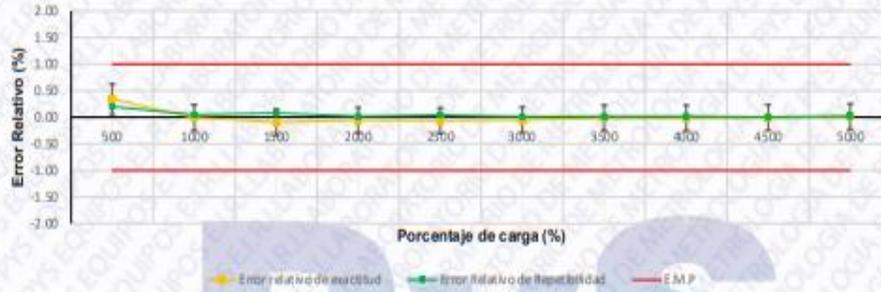
Tabla de indicaciones registradas del equipo patrón de 10% carga a 100% carga de después del ajuste correspondiente

Indicación de la maquina (Fi)		Indicación del equipo patrón (ascendente)			
%	kgF	F1 (kgF)	F2 (kgF)	F3 (kgF)	Fpromedio
10	500	498.3	498.2	499.2	498.3
20	1000	999.7	1000.1	1000.2	1000.1
30	1500	1501.0	1502.2	1501.4	1501.4
40	2000	2001.1	2001.1	2001.5	2001.1
50	2500	2501.6	2501.0	2502.1	2501.6
60	3000	3001.3	3001.5	3001.6	3001.5
70	3500	3500.4	3501.1	3500.4	3500.4
80	4000	4000.6	4000.4	4001.2	4000.6
90	4500	4500.2	4500.0	4500.3	4500.2
100	5000	4999.2	4998.5	4999.7	4999.2

Indicación de la maquina (Fi)		Errores Relativos		Resolución Relativa a(%)	Incertidumbre Expandida U(%)
%	kgF	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)		
10	500	0.34	0.20	0.020	0.28
20	1000	-0.01	0.05	0.010	0.24
30	1500	-0.09	0.08	0.007	0.25
40	2000	-0.05	0.02	0.005	0.24
50	2500	-0.06	0.04	0.004	0.24
60	3000	-0.05	0.01	0.003	0.24
70	3500	-0.01	0.02	0.003	0.24
80	4000	-0.01	0.02	0.002	0.24
90	4500	0.00	0.01	0.002	0.24
100	5000	0.02	0.02	0.002	0.24



**Gráfica de errores**



**Incertidumbre:**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.  
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo no indica clase, sin embargo, cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

FIN DEL DOCUMENTO



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LL-690-2024

Página 1 de 2

Solicitante : CONSTRUCTORA, CONSULTORA Y EJECUTORA  
CORPORACION MONTAÑA S.R.L.

Dirección : ML.CLAS FRESAS MZA. 4 LOTE. 2 HUANUCO -  
HUANUCO - PILLCO MARCA

Instrumento de Medición : COMPARADOR DE CUADRANTES

Fabricante : BAKER

Modelo : K50

Serie : EJD129

Alcance de Identificación : 0 – 1”

División de Escala : 0.001”

Tipo : Analógico

Lugar de Calibración : Laboratorio de longitud – PYS EQUIPOS.

Fecha de Calibración : 2024-11-06

Fecha de emisión : 2024-11-06

### Método de calibración empleado

Comparación Directa. Procedimiento de calibración de comparadores de Cuadrante (usando bloques). PC-014 del SNM/INDECOPI. Segunda Edición diciembre 2001

### CONDICIONES AMBIENTALES

	INICIAL	FINAL
Temperatura	20.3°C	20.3°C
Humedad Relativa	68%	68%

### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $K=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.





**TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Bloques Patrón de Longitud	LLA-C-039-2023

**RESULTADO DE MEDICION**

Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
1-1.5	0.0984	0.0986	0.0002
5	0.1968	0.1970	0.0002
5-1-1.5	0.2952	0.2954	0.0002
10	0.3937	0.3940	0.0003
10-1-1.5	0.4922	0.4922	0.0000
10-5	0.5906	0.5908	0.0002
10-5-1-1.5	0.6889	0.6892	0.0003
20	0.7874	0.7876	0.0002
20-1-1.5	0.8858	0.8860	0.0002
20-5	0.9842	0.9846	0.0004

Máxima desviación encontrada en el alcance (fe): 1 ml

Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación	
20-5	0.9842	Pulg	Pulg	
			0.9846	0.0004
			0.9846	0.0004
			0.9846	0.0004
			0.9844	0.0002
		0.9846	0.0004	

Máxima desviación encontrada en la repetibilidad (fw): 0 ml

Equivalencia  
0.001 in = 1 ml  
1 in = 0.25mm  
1 in = 0.01 pulgadas

*EPP*  
Revisado por:  
Eler Pozo S.  
Dpto. de Metrología

*Palacios*  
Calibrado por:  
Diego Palacios A.  
Dpto. de Metrología





**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

## Certificado de Calibración

### LLA - C - 039 - 2023

Consistente con las capacidades de medida y  
Calibración (CMC – MRA)

Página 1 de 7

Expediente	1049741	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Solicitante	P Y S EQUIPOS E.I.R.L.	
Dirección	CALLE 4. MZ F1 LT 05 URBANIZACION VIRGEN DEL ROSARIO	Este certificado es consistente con las capacidades que se incluyen en el Apéndice C del MRA elaborado por el CIPM. En el marco del MRA, todos los institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y medición para las magnitudes, alcances e incertidumbres de medición especificados en el Apéndice C (para más detalles ver <a href="http://www.bipm.org">http://www.bipm.org</a> ).  <i>This certificate is consistent with the capabilities that are included in Appendix C of the MRA drawn up by the CIPM. Under the MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see <a href="http://www.bipm.org">http://www.bipm.org</a>).</i>
Instrumento de Medición	BLOQUES PATRON DE LONGITUD	
Longitud Nominal	1 mm a 100 mm	
Grado	0 ( ° )	
Marca	INSIZE	
Modelo	4100-47 ( ° )	
Número de Serie	160108 ( ° )	
Cantidad	10	
Material	ACERO	
Fecha de Calibración	2023-11-29 al 2023-11-30	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.  
Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

Responsable del área

Responsable del laboratorio



Dirección de Metrología

Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Carmelitas N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
Telf: (01) 640.8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)





**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

## Certificado de Calibración

### LLA - C – 039 – 2023

Consistente con las capacidades de medida y  
Calibración (CMC – MRA)

Laboratorio de Longitud y Ángulo

Página 2 de 7

#### Método de Calibración

Determinación de la desviación a la longitud nominal y la variación de longitud, por el método de comparación, utilizando bloques patrón de longitud de mejor grado y un comparador de bloques patrón.  
Se tomó como referencia la Norma ISO 3650:1998

#### Lugar de Calibración

Laboratorio de Longitud y Ángulo  
Calle De La Prosa N° 150 - San Borja, Lima

#### Condiciones Ambientales

Temperatura	20,0 °C ± 0,5 °C
-------------	------------------

#### Patrones de referencia

Trazabilidad metrológica	Patrón de medición	Documento de calibración
Patrones de Referencia del Centro Español de Metrología (CEM)	Bloques patrón de longitud LA 01 010 Grado K	21046800 1/M1 2022-01-13
Patrones de Referencia de la Dirección de Metrología - INACAL	Comparador de bloques patrón LA 05 019 con incertidumbre del orden de 0,032 µm	INACAL DM/LLA-303-2022 2022-06-07

#### Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL - DM al envase que lo contiene.  
(\* ) Datos dados en la caja que los contiene.



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

## Certificado de Calibración

### LLA - C - 039 - 2023

Consistente con las capacidades de medida y  
Calibración (CMC - MRA)

Laboratorio de Longitud y Angulo

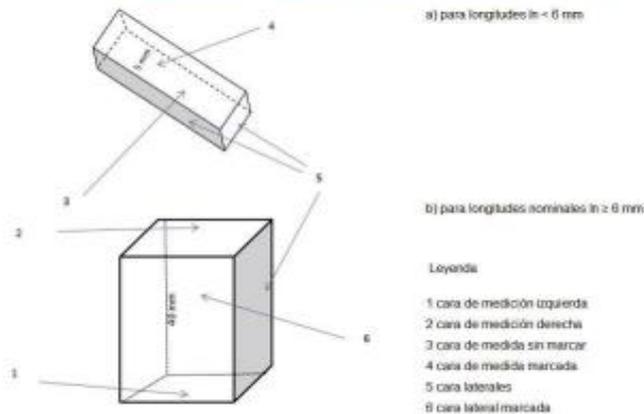
Página 3 de 7

#### Resultados de Medición

Longitud Nominal (mm)	Número de Serie	CARA IZQUIERDA / CARA SIN MARCAR						CARA DERECHA / CARA MARCADA						DESNG	
		AR	LR	R	SR	C	AD	AR	LR	R	SR	C	AD		
1	158933				X		NO				X			NO	NO
1,5	161662				X		NO				X			SI	NO
5	161413				X		NO				X			NO	NO
10	156762				X	X	NO				X	X		NO	NO
20	166010			X			NO			X				NO	NO
30	159760			X			NO			X				NO	NO
50	158140			X			NO			X				NO	NO
80	167259			X			NO			X				NO	NO
90	168973			X			NO			X				NO	NO
100	152504			X			NO			X				NO	NO

Un casillero marcado con X significa que el instrumento de medición entra dentro de la clasificación indicada en el encabezado de dicha columna.  
Un casillero sin marca alguna significa que el instrumento de medición no entra dentro de la clasificación indicada en el encabezado de dicha columna.  
Las clasificaciones se describen en la siguiente página.

**Denominación de las caras de los bloques patrón de longitud**



Considerar las clasificaciones siguientes:

<b>AR</b>	Ausencia de rayas. No debe observarse rayas en la totalidad de la cara.
<b>LR</b>	Levemente rayado. Se observa una pequeña cantidad de rayas, no mayor de veinte.
<b>R</b>	Rayado. Se observa una cantidad de rayas considerablemente mayor a la del caso anterior y prácticamente es imposible de determinar su número.
<b>SR</b>	Severamente rayado. No existe sector alguno libre de rayas sobre la cara observada, o bien esta presenta al menos una raya de gran longitud y profundidad.
<b>C</b>	Corrosión. Se observa corrosión de cualquier tipo sobre la cara observada.
<b>AD</b>	Resultado de la prueba de adherencia (SINCO).
<b>DESMG</b>	Fue necesario desmagnetizar el bloque (SINCO).

## Certificado de Calibración

### LLA - C - 039 - 2023

Consistente con las capacidades de medida y  
Calibración (CMC - MRA)

Laboratorio de Longitud y Angulo

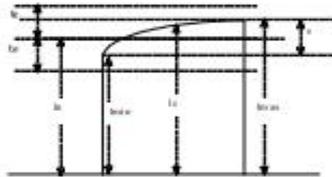
Página 5 de 7

LONGITUD NOMINAL	NUMERO DE SERIE DEL BLOQUE PATRÓN DE LONGITUD	DESVIACIÓN ALA LONGITUD NOMINAL	LONGITUD CENTRAL MEDIDA	VARIACIÓN DE LONGITUD	GRADO 0	
					MÁXIMA DESVIACIÓN DE LONGITUD PERMITIDA EN CUALQUIER PUNTO RESPECTO A LA LONGITUD NOMINAL	ERROR MÁXIMO PERMITIDO DE LA VARIACIÓN DE LONGITUD
$l_n$ (mm)		$(l_c - l_n)$ ( $\mu\text{m}$ )	$(l_c)$ (mm)	$(v = l_{\text{max}} - l_{\text{min}})$ ( $\mu\text{m}$ )	$\pm l_e$ ( $\mu\text{m}$ )	$l_e$ ( $\mu\text{m}$ )
1	158933	-0,07	0,99993	0,06	0,12	0,10
1,5	161662	0,02	1,50002	0,07	0,12	0,10
5	161413	0,02	5,00002	0,04	0,12	0,10
10	155792	-0,11	9,99989	0,03	0,12	0,10
20	166010	0,02	20,00002	0,06	0,14	0,10
30	159760	-0,04	29,99996	0,12	0,20	0,10
50	158140	-0,18	49,99982	0,04	0,20	0,10
80	167259	0,01	80,00001	0,04	0,30	0,12
90	168973	-0,27	89,99973	0,29	0,30	0,12
100	152504	0,14	100,00014	0,12	0,30	0,12

(\*\*)

(\*\*)

Determinación de la desviación a la longitud nominal y la variación de longitud del  
bloque patrón de longitud



Incertidumbre expandida de medición:  $U = \sqrt{(91 \text{ nm})^2 + (1,24 \cdot 10^{-6} \cdot L)^2}$   
L: Longitud nominal expresado en milímetros.

(\*) La variación de longitud encontrada para este bloque patrón de longitud es mayor al error máximo permitido de la variación de longitud para bloques patrón de longitud Grado 0 de acuerdo a la Norma ISO 3650.

**Nota 1:**

El coeficiente de dilatación térmica del bloque patrón de longitud grado 0 es  $(10,8 \pm 0,5) \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , dado por el fabricante.

El coeficiente de dilatación térmica del bloque patrón de longitud grado 0 utilizado es  $(11,5 \pm 1,0) \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  y los errores máximos permitidos, datos tomados de la Norma ISO 3650:1998.

**Nota 2:**

Solo la CMC es para la longitud central el cual se encuentra publicada en el Apéndice C de la base de datos del BPM, respaldada por el Acuerdo Reconocimiento Múltiple CIPM/MRA.



<b>PROYECTO:</b>	:	ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024
<b>SOLICITA:</b>	:	Bach. Milendes, Alania Atavillos
<b>FECHA:</b>	:	MARZO DEL 2025

DISEÑO DE MEZCLA DE LA MUESTRA CILINDRICA NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS			
			
PESO SECO DE MUESTRA	1	0.442 kg	
PESO SECO DE MUESTRA	10	4.420 kg	
AGUA	20%	1	0.088 lt
		10	0.884 lt
FILAMENTOS DE NYLON	0.4%	1	0.0018 kg
			0.0035 kg
	0.8%	10	0.0177 kg
			0.0354 kg
	1.2%	10	0.0530 kg
			0.0630 kg
CAL	5.0%	1	0.0221 kg
			0.0442 kg
	10.0%	10	0.0663 kg
			0.2210 kg
	15.0%	10	0.4420 kg
			0.6630 kg

  
**Ing. Samuel Juvenal Polanco Parodi**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218988

  
**MONTAÑA**  
**AQUINO GARCIA KEVIN INOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

Granulometría de la muestra de suelo.

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**

ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD

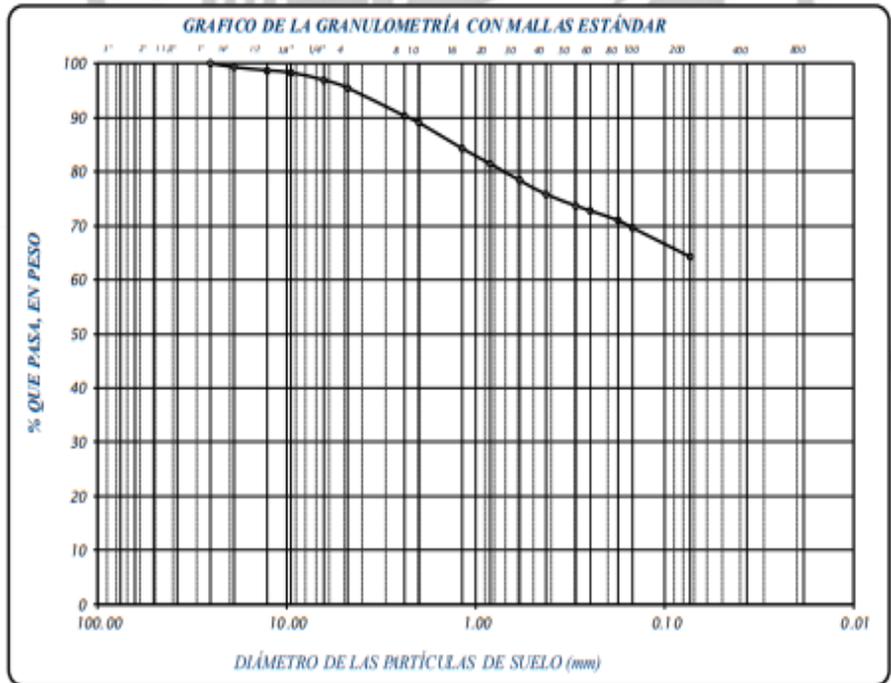
**PROYECTO** : PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024

**UBICACIÓN** : HUACAR - AMBO - HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. Miledes Alanís Atavillos

**FECHA** : MARZO DEL 2025

TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO		
						en mm (base de red)	en mm (base de tamiz)	en mm (base de tamiz)
3"	76.200					400	1021	219
2 1/2"	63.500					DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
2"	50.800							
1 1/2"	38.100					Muestra de suelo de partículas finas que tiene a:		
1"	25.400				100.00			
3/4"	19.010	26.0	0.72	0.72	99.28	35.66%		
1/2"	12.700	21.0	0.58	1.31	98.69			
3/8"	9.525	15.0	0.42	1.73	98.27	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
1/4"	6.350	40.0	1.36	3.09	96.91	Límite Líquido	=	26.51
No 4	4.750	53.0	1.48	4.57	95.43	Límite Plástico	=	20.27
No 8	2.500	186.0	5.18	9.74	90.26	Índice Plástico	=	6.23
No 10	2.000	44.0	1.22	10.97	89.03	Coeficiente de Curvatura	=	N.P.
No 16	1.100	169.0	4.70	15.67	84.33	Coeficiente de Uniformidad	=	N.P.
No 20	0.840	191.0	2.87	18.54	81.46	CLASIFICACION		
No 20	0.500	109.0	3.03	21.58	78.42	UCS	:	CL-ML
No 40	0.425	93.0	2.59	24.16	75.84	LÍMITE	:	A-4 (2)
No 50	0.297	75.0	2.09	26.25	73.75	OBSERVACIONES		
No 60	0.250	77.0	0.92	27.17	72.83	% de grava	=	4.37%
No 80	0.177	65.0	1.81	28.98	71.02	% de arena	=	31.10%
No 100	0.149	40.0	1.36	30.33	69.65	% de limo y arcilla	=	64.34%
No 200	0.074	191.0	5.72	35.66	64.34	% de inercia	=	18.62%
CAZOLATA	0.000	2111.00	64.74	100.00	0.00			
TOTAL		3192.00	100.00					



*[Firma]*  
**Ing. Samuel Juvenal Peláez Pardease**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218988

*[Firma]*  
**MONTAÑA**  
 AQUINO GARCIA KEVIN JOEL  
 TIT. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

límites de consistencia de la muestra de suelo

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024

**UBICACIÓN** : HUACAR - AMBO - HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. Milwedy Alarcia Anavillos

**FECHA** : MARZO DEL 2025

**LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423**

Nº DE GOLPES	19	28	35	37
Sufo Humedo + Torno	71.25	74.39	73.17	78.90
Sufo seco + Torno	64.53	66.99	66.19	70.22
Peso de Torno	39.10	38.94	39.43	36.35
Peso del Agua	6.72	7.40	6.98	8.68
Peso de Suelo Seco	25.43	28.05	26.76	33.87
PLIM (L60) %	26.43	26.38	26.08	25.63

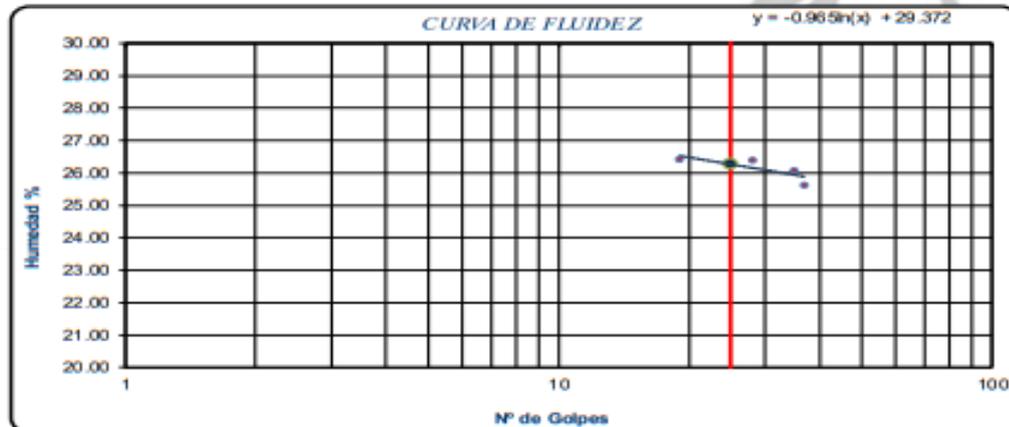
LÍMITE LÍQUIDO : 26.27

LÍMITE PLÁSTICO : 20.27

ÍNDICE PLÁSTICO : 5.99

**LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424**

MUESTRA	01	02	03
Sufo Humedo + Torno	23.32	21.83	22.48
Sufo seco + Torno	22.28	20.82	21.53
Peso de Torno	17.09	15.94	16.80
Peso del Agua	1.04	1.01	0.93
Peso de Suelo Seco	5.19	4.88	4.73
PLIM (L60) %	20.04	20.70	20.08



*[Signature]*  
**Ing. Samuel Juvenal Pelaez Parícuti**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218956

*[Signature]*  
**MONTAÑA**  
**AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-1 Suelo arcilloso sin adición de los componentes (Patrón)

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	AREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Intenerado <input checked="" type="checkbox"/>	Remoldeado <input type="checkbox"/>	Compactado <input type="checkbox"/>
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121									
NOMBRE DEL CLIENTE: BACH. MILENDES, ALANIA AT AVILLOS					FECHA DE ENSAYO: 08/03/2025				
ESTUDIO / PROYECTO: ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024									
LOCALIZACIÓN: HUACAR - AMBO - HUÁNUCO					MUESTRA: M-1				
DESCRIPCIÓN: MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO SIN ADICIÓN DE FILAMENTOS DE NYLON Y CAL (PATRÓN)					PROFUNDIDAD: 2.50 m				
0.0		0.000	0.00	21.24	0.00	0	Diámetro, D 52 mm		
4.4		0.006	0.15	21.27	0.21	20	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> ) 104 mm		
22.0		0.020	0.49	21.34	1.03	101	Relación L <sub>0</sub> D 2		
37.9		0.030	0.73	21.39	1.77	174	Área (A <sub>0</sub> ) 21.24 cm <sup>2</sup>		
60.0		0.044	1.07	21.47	2.33	228	Volumen 220.87 cm <sup>3</sup>		
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Obtenida después del ensayo									
62.1		0.056	1.37	21.53	2.88	283			
74.1		0.066	1.61	21.59	3.43	337			
86.8		0.078	1.91	21.65	4.01	393	Espécimen húmedo + Tara 528.25 g		
99.9		0.095	2.32	21.74	4.99	451	Espécimen seco + Tara 489.6 g		
114.2		0.111	2.71	21.83	5.23	513	Masa de Tara 39.06 g		
128.5		0.124	3.03	21.90	5.87	575	Masa Especimen húmedo 489.19 g		
145.0		0.138	3.37	21.98	6.60	647	Masa Especimen seco 450.54 g		
169.2		0.146	3.57	22.02	7.23	709	Contenido de Humedad 8.6 %		
DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN									
174.6		0.156	3.81	22.08	7.91	776	Densidad Húmeda 2.21 g/cm <sup>3</sup>		
188.9		0.172	4.20	22.17	8.52	836	Densidad Seca 2.04 g/cm <sup>3</sup>		
202.1		0.183	4.47	22.23	9.09	892			
213.1		0.194	4.74	22.29	9.66	937			
221.8		0.208	5.08	22.37	9.91	972	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q <sub>u</sub>		
215.8		0.222	5.42	22.45	9.61	942	9.91 kg/cm <sup>2</sup> 972 kPa		
199.6		0.233	5.69	22.52	8.86	869	Deformación en el instante de la falla, % 5.08		
							CONSISTENCIA SEGÚN q <sub>u</sub> DURA		
ESQUEMA DE FALLA									
							Velocidad de Deformación: 0.05 x/min      Deformación Máxima (15%): 0.61 Pg		
							EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL		

*[Firma]*  
**Ing. Samuel Juvenal Pelcon Pardeve**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218936

*[Firma]*  
**MONTAÑA**  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOEL**  
 T.C. LABORATORIO DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

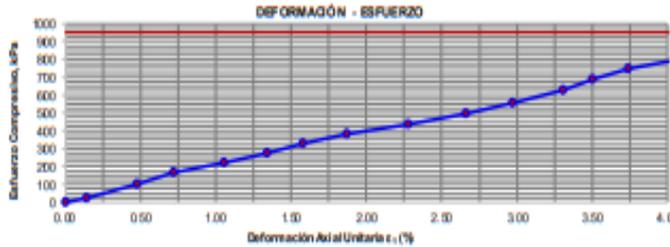
M-2 Suelo arcilloso sin adición de los componentes (Patrón)

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN Pig	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	AREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, $A$ (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Insulatorado <input checked="" type="checkbox"/>	Remoldeado <input type="checkbox"/>	Compactado <input type="checkbox"/>
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121									
NOMBRE DEL CLIENTE : BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS					FECHA DE ENSAYO :		08/03/2025		
ESTUDIO / PROYECTO: ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024									
LOCALIZACIÓN: HUACAR - AMBO - HUÁNUCO					MUESTRA:		M-2		
DESCRIPCIÓN: MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO SIN ADICIÓN DE FILAMENTOS DE NYLON Y CAL (PATRÓN)					PROFUNDIDAD:		2.50 m		
0.0		0.00	0.00	22.08	0.00	0	Diametro, D		
4.5		4.50	0.006	22.09	0.20	20	Longitud inicial del espécimen, (Lo)		
22.1		22.10	0.020	22.17	1.00	98	Relación LoD		
38.0		38.00	0.030	22.22	1.71	169	Area (Ao)		
50.1		50.10	0.044	22.30	2.25	220	Volumen		
62.2		62.20	0.056	22.36	2.78	273	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Obtenido después del ensayo									
86.9		86.90	0.078	22.48	3.87	379	Espécimen húmedo + Tara		
100.0		100.00	0.095	22.58	4.43	434	Espécimen seco + Tara		
114.3		114.30	0.111	22.66	5.04	495	Masa de Tara		
128.6		128.60	0.124	22.74	5.66	555	Masa Espécimen húmedo		
145.1		145.10	0.138	22.82	6.36	624	Masa Espécimen seco		
159.3		159.30	0.146	22.86	6.97	683	Contenido de Humedad		
174.7		174.70	0.156	22.92	7.62	749	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN		
189.0		189.00	0.172	23.01	8.21	805	Densidad Húmeda		
202.2		202.20	0.183	23.07	8.76	859	Densidad Seca		
213.2		213.20	0.194	23.14	9.21	904	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$		
221.9		221.90	0.208	23.22	9.56	937	9.64 kg/cm <sup>2</sup> 946 kPa		
224.7		224.70	0.222	23.30	9.64	946	Deformación en el instante de la falla, %: 5.32		
215.7		215.70	0.233	23.37	9.23	905	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$ DURA		
ESQUEMA DE FALLA									
							Velocidad de Deformación: 0.5% x/min		
							Deformación Max. (para ε1(15%)): 0.63 Pig		
EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL									

*[Firma]*  
**Ing. Samuel Juvenal Polanco Parodi**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218988

*[Firma]*  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

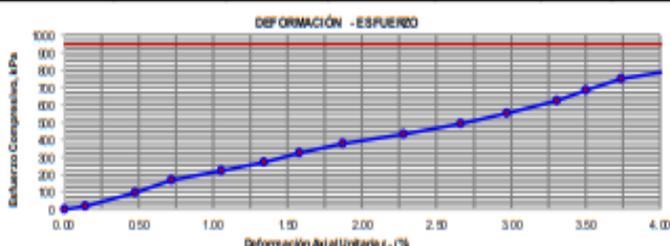
M-3 Suelo arcilloso sin adición de los componentes (Patrón)

		INFORME DE ENSAYO								
		MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS								
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121										
NOMBRE DEL CLIENTE :		BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS			FECHA DE ENSAYO :	08/03/2025				
ESTUDIO / PROYECTO:		ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024								
LOCALIZACIÓN:		HUACAR - AMBO - HUÁNUCO			MUESTRA:	M-3				
DESCRIPCIÓN:		MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO SIN ADICIÓN DE FILAMENTOS DE NYLON Y CAL (PATRÓN)			PROFUNDIDAD:	2.50 m				
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Plg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:			
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inateado <input checked="" type="checkbox"/>	Remoldeado <input type="checkbox"/>	Compactado <input type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO
0.0	0.00	0.000	0.00	22.06	0.00	0	Diámetro, D		53	mm
4.9	4.90	0.006	0.14	22.09	0.22	22	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )		106	mm
22.5	22.50	0.020	0.46	22.17	1.01	100	Relación L <sub>0</sub> /D		2	
38.4	38.40	0.030	0.72	22.22	1.73	169	Área (A <sub>0</sub> )		22.06	cm <sup>2</sup>
50.5	50.50	0.044	1.05	22.30	2.26	222	Volumen		233.86	cm <sup>3</sup>
62.6	62.60	0.056	1.34	22.36	2.80	275	CONTENIDO DE HUMEDAD			
74.6	74.60	0.066	1.58	22.42	3.33	326	Obtenida después del ensayo			
87.3	87.30	0.078	1.87	22.48	3.88	381	Espécimen húmedo + Tara		521.8	g
100.4	100.40	0.095	2.28	22.58	4.45	436	Espécimen seco + Tara		489.6	g
114.7	114.70	0.111	2.66	22.66	5.06	496	Masa de Tara		39.08	g
129.0	129.00	0.124	2.97	22.74	5.67	556	Masa Espécimen húmedo		482.74	g
145.5	145.50	0.138	3.31	22.82	6.38	625	Masa Espécimen seco		450.54	g
159.7	159.70	0.146	3.60	22.86	6.99	695	Contenido de Humedad		7.1	%
175.1	175.10	0.156	3.74	22.92	7.64	749	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN			
189.4	189.40	0.172	4.12	23.01	8.23	807	Densidad Húmeda		2.06	g/cm <sup>3</sup>
202.6	202.60	0.183	4.39	23.07	8.78	861	Densidad Seca		1.93	g/cm <sup>3</sup>
213.6	213.60	0.194	4.65	23.14	9.23	905	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q <sub>c</sub>			
222.3	222.30	0.208	4.98	23.22	9.67	939	9.66 kg/cm <sup>2</sup>		947 kPa	
225.1	225.10	0.222	5.32	23.30	9.66	947	Deformación en el instante de la falla, %		5.33	
214.5	214.50	0.233	5.58	23.37	9.18	900	CONSISTENCIA SEGÚN q <sub>c</sub>		DURA	
ESQUEMA DE FALLA										
								Velocidad de Deformación:		0.5% xMin
								Deformación Máx. permitida (15%):		0.61 Plg
EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL										

  
 Ing. Samuel Acosta Pelaez Pardeve  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218958


  
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-4 Suelo arcilloso sin adición de los componentes (Patrón)

		INFORME DE ENSAYO										
		MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS										
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121												
NOMBRE DEL CLIENTE :				BACH. MILENDES, ALANA ATAVILLOS		FECHA DE ENSAYO :		08/03/2025				
ESTUDIO/ PROYECTO:				ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024								
LOCALIZACIÓN:				HUACAR - AMBO - HUÁNUCO			MUESTRA:		M-4			
DESCRIPCIÓN:				MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO SIN ADICIÓN DE FILAMENTOS DE NYLON Y CAL (PATRÓN)			PROFUNDIDAD:		2.50 m			
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pig)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ARSA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:					
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inclinado <input checked="" type="checkbox"/>	Remoldeado <input type="checkbox"/>	Compactado <input type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO		
0.0	0.00	0.000	0.00	22.06	0.00	0	Diámetro, D		53	mm		
4.6	4.60	0.006	0.14	22.09	0.21	20	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )		100	mm		
22.2	22.20	0.020	0.48	22.17	1.00	98	Relación L <sub>0</sub> /D		2			
38.1	38.10	0.030	0.72	22.22	1.71	168	Área (A <sub>0</sub> )		22.06	cm <sup>2</sup>		
50.2	50.20	0.044	1.05	22.30	2.25	221	Volumen		233.86	cm <sup>3</sup>		
62.3	62.30	0.056	1.34	22.36	2.70	273	CONTENIDO DE HUMEDAD					
74.3	74.30	0.066	1.58	22.42	3.31	325	Obtenida después del ensayo					
87.0	87.00	0.079	1.87	22.48	3.87	379	Espécimen húmedo + Tara		528.25	g		
100.1	100.10	0.095	2.28	22.58	4.43	435	Espécimen seco + Tara		492.29	g		
114.4	114.40	0.111	2.66	22.66	5.05	495	Masa de Tara		39.06	g		
128.7	128.70	0.124	2.97	22.74	5.66	555	Masa Especimen húmedo		489.19	g		
145.2	145.20	0.138	3.31	22.82	6.36	624	Masa Especimen seco		453.23	g		
159.4	159.40	0.146	3.50	22.86	6.97	694	Contenido de Humedad		7.9	%		
174.8	174.80	0.156	3.74	22.92	7.63	748	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN					
189.1	189.10	0.172	4.12	23.01	8.22	806	Densidad Húmeda		2.09	g/cm <sup>3</sup>		
202.3	202.30	0.183	4.39	23.07	8.77	860	Densidad Seca		1.94	g/cm <sup>3</sup>		
213.3	213.30	0.194	4.65	23.14	9.22	904	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$					
222.0	222.00	0.208	4.98	23.22	9.56	938	9.65 kg/cm <sup>2</sup>		946 kPa			
224.8	224.80	0.222	5.32	23.30	9.65	946	Deformación en el instante de la falla, %:		5.32			
205.9	205.90	0.233	5.58	23.37	8.81	864	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$		DURA			
ESQUEMA DE FALLA												
												
Velocidad de Deformación						0.05 x/min		Deformación Max (permeada) (10%)			0.63 Pig	
EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL.												

  
**Ing. Semizuel Juvenito Pelcon Pardece**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218958


  
**AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-5 Suelo arcilloso sin adición de los componentes (Patrón)

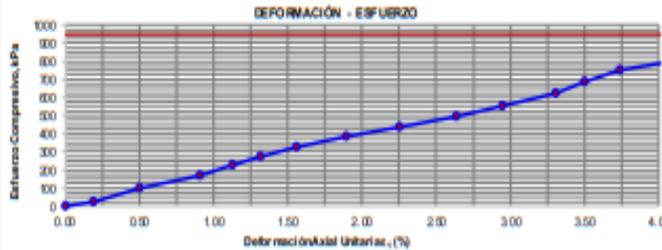
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN P(g)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_v$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:				
					kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Instalado <input checked="" type="checkbox"/>	Remoldeado <input type="checkbox"/>	Compacitado <input type="checkbox"/>		
Kg	kgf						DIMENSIÓN PROMEDIO				
0.0	0.00	0.000	0.00	22.06	0.00	0	Diámetro, D		53 mm		
4.7	4.70	0.006	0.14	22.09	0.21	21	Longitud inicial del espécimen, (Lo)		106 mm		
22.3	22.30	0.020	0.48	22.17	1.01	99	Relación Lo/D		2		
38.2	38.20	0.030	0.72	22.22	1.72	169	Área (A <sub>0</sub> )		2.206 cm <sup>2</sup>		
50.3	50.30	0.044	1.05	22.30	2.26	221	Volumen		233.86 cm <sup>3</sup>		
62.4	62.40	0.056	1.34	22.36	2.79	274	CONTENIDO DE HUMEDAD				
74.4	74.40	0.066	1.58	22.42	3.32	325	Obtenida después del ensayo				
87.1	87.10	0.079	1.87	22.48	3.87	380	Especimen húmedo + Tara		528.25 g		
100.2	100.20	0.085	2.28	22.58	4.44	435	Especimen seco + Tara		489.6 g		
114.5	114.50	0.111	2.86	22.66	5.05	495	Masa de Tara		39.06 g		
128.8	128.80	0.124	2.97	22.74	5.66	556	Masa Especimen húmedo		489.19 g		
145.3	145.30	0.138	3.31	22.82	6.37	625	Masa Especimen seco		450.54 g		
159.5	159.50	0.146	3.50	22.86	6.98	694	Contenido de Humedad		8.8 %		
174.9	174.90	0.156	3.74	22.92	7.63	748	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN				
189.2	189.20	0.172	4.12	23.01	8.22	806	Densidad Húmeda		2.09 g/cm <sup>3</sup>		
204.9	204.90	0.183	4.39	23.07	9.75	956	Densidad Seca		1.93 g/cm <sup>3</sup>		
205.2	205.20	0.194	4.65	23.14	8.87	870	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$				
199.8	199.80	0.208	4.98	23.22	8.60	844	9.75 kg/cm <sup>2</sup>		956 kPa		
185.9	185.90	0.222	5.32	23.30	7.98	782	Deformación en el instante de la falla, %:				
179.2	179.20	0.233	5.58	23.37	7.67	752	4.39				
							CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$		DURA		
							ESQUEMA DE FALLA				
							Velocidad de Deformación:		0.5% x10	Deformación Max (penúltima 10%)	0.63 P(g)
EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL											

*J. P. Pardo*  
**Jos. Sánchez Juvenal Pardo**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218988

*K. A. G.*  
**MONTAÑA**  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-6 Suelo arcilloso sin adición de los componentes (Patrón)

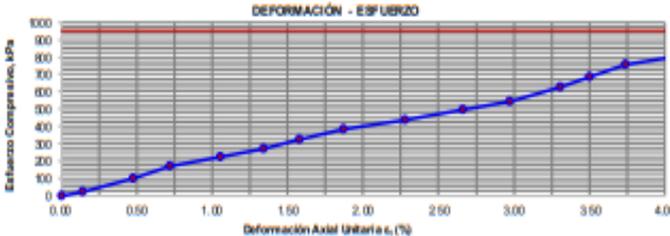
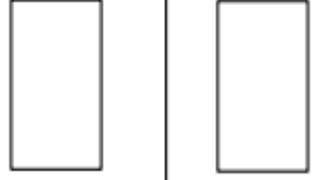
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_v$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Integrado <input checked="" type="checkbox"/>	Remoldeado <input type="checkbox"/>	Compactado <input type="checkbox"/>
0.0	0.00	0.000	0.00	22.06	0.00	0	DIMENSIÓN PROMEDIO		
4.8	4.80	0.008	0.19	22.10	0.22	21	Diámetro, D		53 mm
22.4	22.40	0.021	0.60	22.17	1.01	99	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )		106 mm
38.7	38.70	0.038	0.91	22.26	1.74	170	Relación L <sub>0</sub> D		2
60.9	60.90	0.047	1.13	22.31	2.28	224	Área (A <sub>0</sub> )		22.06 cm <sup>2</sup>
62.4	62.40	0.055	1.32	22.36	2.79	274	Volumen		233.86 cm <sup>3</sup>
74.8	74.80	0.065	1.56	22.41	3.34	327	CONTENIDO DE HUMEDAD		
87.9	87.90	0.079	1.89	22.49	3.91	383	Obtenido después del ensayo		
100.5	100.50	0.094	2.25	22.57	4.46	437	Espécimen húmedo + Tara		528.25 g
114.5	114.50	0.110	2.64	22.66	5.05	496	Espécimen seco + Tara		489.6 g
128.7	128.70	0.123	2.95	22.73	5.66	555	Masa de Tara		39.06 g
145.4	145.40	0.138	3.31	22.82	6.37	625	Masa Especimen húmedo		489.19 g
159.6	159.60	0.146	3.50	22.86	6.98	685	Masa Especimen seco		450.54 g
175.3	175.30	0.156	3.74	22.92	7.65	750	Contenido de Humedad		8.6 %
189.2	189.20	0.172	4.12	23.01	8.22	806	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN		
202.3	202.30	0.183	4.39	23.07	8.77	860	Densidad Húmeda		2.09 g/cm <sup>3</sup>
213.4	213.40	0.194	4.65	23.14	9.22	904	Densidad Seca		1.93 g/cm <sup>3</sup>
222.6	222.60	0.208	4.98	23.22	9.59	940	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$		
225.8	225.80	0.222	5.32	23.30	9.69	950	9.69 kg/cm <sup>2</sup>		950 kPa
210.6	210.60	0.233	5.68	23.37	9.01	884	Deformación en el instante de la falla, %:		5.32
							CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$		DURA
ESQUEMA DE FALLA									
Deformación de Deformación: 0.5% x Min      Deformación Max. permitida (15%): 0.63 Pg									
EQUIPO UTILIZADO: PRINSA CBR DIGITAL									



Ing. Samuel Juvenal Peláez Pareda  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218958

MONTAÑA AQUINO GARCÍA KEVIN JHUEL  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y FUNDAMENTOS

M-7 Suelo arcilloso sin adición de los componentes (Patrón)

		INFORME DE ENSAYO									
		MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS									
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121											
NOMBRE DEL CLIENTE :		BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS					FECHA DE ENSAYO :		08/03/2025		
ESTUDIO / PROYECTO:		ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024									
LOCALIZACIÓN:		HUACAR - AMBO - HUÁNUCO					MUESTRA:		M-7		
DESCRIPCIÓN:		MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO SIN ADICIÓN DE FILAMENTOS DE NYLON Y CAL (PATRÓN)					PROFUNDIDAD:		2.50 m		
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Fig)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:				
					kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Integrado <input checked="" type="checkbox"/>	Remoldeado <input type="checkbox"/>	Compactado <input type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO	
Kg	kgf										
0.0	0.00	0.000	0.00	22.06	0.00	0	Diámetro, D		53	mm	
4.8	4.80	0.008	0.14	22.09	0.22	21	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )		106	mm	
22.4	22.40	0.020	0.48	22.17	1.01	99	Relación L <sub>0</sub> /D		2		
38.0	38.00	0.030	0.72	22.22	1.75	172	Área (A <sub>0</sub> )		22.06	cm <sup>2</sup>	
50.2	50.20	0.044	1.05	22.30	2.25	221	Volumen		233.86	cm <sup>3</sup>	
62.1	62.10	0.056	1.34	22.36	2.76	272	CONTENIDO DE HUMEDAD				
74.5	74.50	0.066	1.58	22.42	3.32	326	Obtenida después del ensayo				
87.2	87.20	0.078	1.87	22.48	3.88	380	Espécimen húmedo + Tara		628.25	g	
99.9	99.90	0.095	2.28	22.58	4.43	434	Espécimen seco + Tara		489.6	g	
114.2	114.20	0.111	2.66	22.66	5.04	494	Masa de Tara		30.08	g	
125.1	125.10	0.124	2.97	22.74	5.50	540	Masa Espécimen húmedo		489.19	g	
145.7	145.70	0.138	3.31	22.82	6.39	626	Masa Espécimen seco		450.54	g	
159.4	159.40	0.146	3.50	22.86	6.97	694	Contenido de Humedad		8.6	%	
176.8	176.80	0.156	3.74	22.92	7.71	757	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN				
189.4	189.40	0.172	4.12	23.01	8.23	807	Densidad Húmeda		2.09	g/cm <sup>3</sup>	
202.0	202.00	0.183	4.39	23.07	8.75	859	Densidad Seca		1.90	g/cm <sup>3</sup>	
213.5	213.50	0.194	4.65	23.14	9.23	905	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q <sub>u</sub>				
222.6	222.60	0.208	4.98	23.22	9.69	940	9.69 kg/cm <sup>2</sup>		950 kPa		
225.7	225.70	0.222	5.32	23.30	9.69	950	Deformación en el instante de la falla, %				
211.9	211.90	0.233	5.58	23.37	9.07	889	CONSISTENCIA SEGÚN q <sub>u</sub>		DURA		
ESQUEMA DE FALLA											
 <p>DEFORMACIÓN - ESFUERZO</p> <p>El gráfico muestra una curva de esfuerzo-compresivo (kPa) versus deformación axial unitaria (%). La curva comienza en el origen (0,0) y muestra un comportamiento elástico lineal hasta aproximadamente 3.5% de deformación, donde se produce la falla. El punto de falla está etiquetado con un esfuerzo de 9.69 kg/cm² (950 kPa) y una deformación del 5.32%.</p>								Método de Deformación: 0.5% x/ln Deformación Máx. por falla (10%): 0.63 Fig			
EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL											

  
 Ing. Samuel Juanito Pelozo Parodi  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218988


  
 AQUINO GARCIA KEVIN JOEL  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y FAYMENTOS

M-8 Suelo arcilloso sin adición de los componentes (Patrón)

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN	DEFORMACIÓN	AREA DE LA	ESFUERZO		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
Kg	kgf	$\epsilon_1$ (%)	AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	Inalterado <input checked="" type="checkbox"/>	Remo Ideado <input type="checkbox"/>	Compactado <input type="checkbox"/>
0.0	0.00	0.000	0.00	21.24	0.00	0	DIMENSIÓN PROMEDIO		
4.6	4.60	0.006	0.15	21.27	0.22	21	Diámetro, D 62 mm		
21.9	21.90	0.020	0.49	21.34	1.03	101	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> ) 104 mm		
37.8	37.80	0.030	0.73	21.39	1.77	173	Relación L <sub>0</sub> /D 2		
51.6	51.60	0.044	1.07	21.47	2.40	236	Área (A <sub>0</sub> ) 21.24 cm <sup>2</sup>		
62.8	62.80	0.056	1.37	21.53	2.92	296	Volumen 220.67 cm <sup>3</sup>		
73.1	73.10	0.066	1.61	21.59	3.39	332	CONTENIDO DE HUMEDAD		
85.9	85.90	0.078	1.91	21.65	3.97	399	Obtenida después del ensayo		
99.2	99.20	0.086	2.32	21.74	4.56	447	Espécimen húmedo + Tara 528.25 g		
114.2	114.20	0.111	2.71	21.83	5.23	513	Espécimen seco + Tara 489.6 g		
129.4	129.40	0.124	3.03	21.90	5.91	579	Masa de Tara 39.06 g		
145.3	145.30	0.138	3.37	21.98	6.61	649	Masa Espécimen húmedo 489.19 g		
159.9	159.90	0.146	3.57	22.02	7.22	708	Masa Espécimen seco 490.54 g		
173.6	173.60	0.156	3.81	22.08	7.86	771	Contenido de Humedad 8.6 %		
189.7	189.70	0.172	4.20	22.17	8.56	839	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN		
202.3	202.30	0.183	4.47	22.23	9.10	892	Densidad Húmeda 2.21 g/cm <sup>3</sup>		
214.5	214.50	0.194	4.74	22.29	9.62	944	Densidad Seca 2.04 g/cm <sup>3</sup>		
222.1	222.10	0.208	5.08	22.37	9.93	973	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q <sub>c</sub>		
239.9	239.90	0.222	5.42	22.45	9.35	917	9.93 kg/cm <sup>2</sup> 973 MPa		
200.2	200.20	0.233	5.69	22.52	8.89	872	Deformación en el instante de la falla, %: 5.08		
							CONSISTENCIA SEGUN q <sub>c</sub> DURA		
							ESQUEMA DE FALLA		

DEFORMACIÓN - ESFUERZO	
Velocidad de Deformación: 0.05 mm/min	Deformación Max. permitida (15%): 0.61 Pfg
EQUIPO UTILIZADO: PRINSA CBR DIGITAL	

Ing. Semiriel Juvenio Pezón Pardease  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218988

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-9 Suelo arcilloso sin adición de los componentes (Patrón)

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN				
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Integrado <input checked="" type="checkbox"/>	Remoldeado <input type="checkbox"/>	Compactado <input type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO	
0.0	0.00	0.000	0.00	21.24	0.00	0	Diámetro, D			52	mm
4.9	4.90	0.006	0.15	21.27	0.23	23	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )			104	mm
22.5	22.50	0.021	0.51	21.35	1.05	103	Posición L <sub>0</sub> /D			2	
36.4	36.40	0.032	0.78	21.40	1.79	176	Área (A <sub>0</sub> )			21.24	cm <sup>2</sup>
50.2	50.20	0.044	1.07	21.47	2.34	229	Volumen			220.87	cm <sup>3</sup>
62.7	62.70	0.056	1.37	21.53	2.91	286	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
74.2	74.20	0.069	1.66	21.60	3.44	337	Obtenido después del ensayo				
78.9	78.90	0.080	1.95	21.66	3.64	357	Espécimen húmedo + Tara		528.25	g	
87.3	87.30	0.095	2.32	21.74	4.02	394	Espécimen seco + Tara		489.6	g	
100.9	100.90	0.111	2.71	21.83	4.62	453	Masa de Tara		39.06	g	
114.2	114.20	0.124	3.03	21.90	5.21	511	Masa Especimen húmedo		489.19	g	
129.3	129.30	0.137	3.35	21.97	5.88	577	Masa Especimen seco		490.54	g	
145.7	145.70	0.146	3.57	22.02	6.62	649	Contenido de Humedad		8.6	%	
159.2	159.20	0.156	3.81	22.08	7.21	707	<b>DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN</b>				
175.2	175.20	0.172	4.20	22.17	7.90	775	Densidad Húmeda		2.21	g/cm <sup>3</sup>	
187.9	187.90	0.183	4.47	22.23	8.45	829	Densidad Seca		2.04	g/cm <sup>3</sup>	
201.6	201.60	0.194	4.74	22.29	9.04	887	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q<sub>u</sub></b>				
212.7	212.70	0.208	5.08	22.37	9.51	932	<b>9.87 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>968 kPa</b>		
221.6	221.60	0.222	5.42	22.45	9.87	968	Deformación en el instante de la falla, %: 5.42				
199.9	199.90	0.233	5.69	22.52	8.88	871	CONSISTENCIA SEGÚN q <sub>u</sub>		DURA		
<b>ESQUEMA DE FALLA</b>											
									Alrededor de Deformación: 0.5% xLn Deformación Max permitida (15%): 0.61 Pg		
EQUIPO UTILIZADO: PRESIA CSR DIGITAL											

Ing. Samuel Jacinto Pelcon Pardease  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218988

MONTAÑA  
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS  
 CONCRETO Y FUNDAMENTOS

M-10 Suelo arcilloso sin adición de los componentes (Patrón)

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_v$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_v$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN		
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input checked="" type="checkbox"/>	Remoldeado <input type="checkbox"/>	Compactado <input type="checkbox"/>
0.0	0.00	0.000	0.00	22.06	0.00	0	DIMENSIÓN PROMEDIO		
4.8	4.80	0.006	0.14	22.09	0.22	21	Diámetro, D		
22.5	22.50	0.020	0.48	22.17	1.01	100	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )		
38.4	38.40	0.030	0.72	22.22	1.73	169	Relación L <sub>0</sub> /D		
50.7	50.70	0.044	1.05	22.30	2.27	223	Área (A <sub>0</sub> )		
62.7	62.70	0.056	1.34	22.36	2.80	275	Volumen		
74.3	74.30	0.066	1.58	22.42	3.31	325	CONTENIDO DE HUMEDAD		
87.6	87.60	0.079	1.87	22.48	3.90	382	Oleída después del ensayo		
100.6	100.60	0.095	2.28	22.58	4.46	437	Espécimen húmedo + Tara		
114.2	114.20	0.111	2.66	22.66	5.04	494	Espécimen seco + Tara		
129.6	129.60	0.124	2.97	22.74	5.70	559	Masa de Tara		
145.2	145.20	0.138	3.31	22.82	6.36	624	Masa Espécimen húmedo		
159.4	159.40	0.146	3.50	22.86	6.97	694	Masa Espécimen seco		
175.3	175.30	0.156	3.74	22.92	7.65	750	Contenido de Humedad		
189.5	189.50	0.172	4.12	23.01	8.24	808	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN		
202.7	202.70	0.183	4.39	23.07	8.78	862	Densidad Húmeda		
213.3	213.30	0.194	4.65	23.14	9.22	904	Densidad Seca		
222.8	222.80	0.208	4.98	23.22	9.60	941	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q <sub>v</sub>		
225.9	225.90	0.222	5.32	23.30	9.69	951	9.69 kg/cm <sup>2</sup> 951 kPa		
214.1	214.10	0.233	5.58	23.37	9.16	899	Deformación en el instante de la falla, %      5.32		
							CONSISTENCIA SEGÚN q <sub>v</sub> DURA		
DEFORMACIÓN - ESFUERZO							ESQUEMA DE FALLA		
							Velocidad de Deformación: 0.5% x Min      Deformación Máxima en Falla (15%): 0.63 Pg <b>EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL</b>		

Ing. Spenciel Juvenio Pelaez Pardeve  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218986

**MONTAÑA**  
 AQUINO GARCIA KEVIN JOEL  
 T.C. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-1 Suelo arcilloso con adición 0.4% de filamento de Nylon y 5% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pig)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>
<b>MÉTODOS DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS</b>									
<b>ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121</b>									
NOMBRE DEL CLIENTE : BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS					FECHA DE ENSAYO : 08/03/2025				
ESTUDIO / PROYECTO: ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024					LOCALIZACIÓN: HUACAR - AMBO - HUÁNUCO				
DESCRIPCIÓN: MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO CON ADICIÓN 0,4% DE FILAMENTOS DE NYLON Y 5% DE CAL RESPECTO AL PESO SECO DEL SUELO.					MUESTRA: M-1		PROFUNDIDAD: 2.50 m		
Kg		kgf	Pig	$\epsilon_1$ (%)	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kPa	CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:	
0.0		0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Inalterado <input type="checkbox"/> Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/> Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	
10.9		10.90	0.003	0.08	19.65	0.55	54	DIMENSIÓN PROMEDIO	
28.5		28.50	0.014	0.36	19.71	1.45	142	Diámetro, D	
44.4		44.40	0.026	0.66	19.77	2.25	220	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )	
56.5		56.50	0.036	0.97	19.83	2.85	279	Relación L <sub>0</sub> /D	
68.6		68.60	0.056	1.42	19.92	3.44	338	Área (A <sub>0</sub> )	
80.6		80.60	0.065	1.65	19.96	4.04	396	Volumen	
93.3		93.30	0.077	1.96	20.03	4.66	457	CONTENIDO DE HUMEDAD	
106.4		106.40	0.094	2.39	20.12	5.29	519	Obtenida después del ensayo	
120.7		120.70	0.103	2.62	20.16	5.99	587	Espécimen húmedo + Tara	
135.0		135.00	0.116	3.00	20.24	6.67	654	Espécimen seco + Tara	
151.5		151.50	0.131	3.33	20.31	7.46	731	Masa de Tara	
163.7		163.70	0.143	3.63	20.38	8.13	795	Masa Espécimen húmedo	
181.1		181.10	0.156	4.01	20.46	8.85	868	Masa Espécimen seco	
195.4		195.40	0.166	4.27	20.51	9.53	934	Contenido de Humedad	
208.6		208.60	0.179	4.55	20.57	10.14	994	Densidad DEL ESPÉCIMEN	
219.6		219.60	0.193	4.90	20.65	10.84	1043	Densidad Húmeda	
228.3		228.30	0.212	5.38	20.75	11.00	1079	Densidad Seca	
231.1		231.10	0.216	5.54	20.79	11.12	1090	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$	
228.3		228.30	0.229	5.62	20.85	10.95	1074	11.12 kg/cm <sup>2</sup> / 1090 kPa	
								Deformación en el instante de la falla, %: 5.54	
								CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$ : DURA	
								ESQUEMA DE FALLA	
								Velocidad de Deformación: 0.5% x Min / Deformación Máx. (señala 10%): 0.56 Pig	
EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL									

*J. P. P.*  
**Jos. Samuel Juvenio Pelaez Parodi**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218986

*K. A. G.*  
**MONTAÑA**  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-2 Suelo arcilloso con adición 0.4% de filamento de Nylon y 5% de cal

INFORME DE ENSAYO										
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS										
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121										
NOMBRE DEL CLIENTE :					BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS		FECHA DE ENSAYO :		08/03/2025	
ESTUDIO / PROYECTO:					ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024					
LOCALIZACIÓN:					HUACAR - AMBO - HUÁNUCO		MUESTRA:		M-2	
DESCRIPCIÓN:					MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO CON ADICIÓN 0,4% DE FILAMENTOS DE NYLON Y 5% DE CAL RESPECTO AL PESO SECO DEL SUELO.			PROFUNDIDAD:		2.50 m
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (P/g)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:			
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D		50	mm
11.9	11.90	0.003	0.08	19.65	0.61	59	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )		100	mm
29.5	29.50	0.014	0.36	19.71	1.50	147	Relación L <sub>0</sub> /D		2	
45.4	45.40	0.026	0.66	19.77	2.30	225	Área (A <sub>c</sub> )		19.63	cm <sup>2</sup>
57.5	57.50	0.038	0.97	19.83	2.90	284	Volumen		196.35	cm <sup>3</sup>
69.6	69.60	0.056	1.42	19.92	3.49	343	CONTENIDO DE HUMEDAD			
81.6	81.60	0.065	1.65	19.96	4.09	401	Obtenida después del ensayo			
94.3	94.30	0.077	1.96	20.03	4.71	462	Espécimen húmedo + Tara		526.85	g
107.4	107.40	0.094	2.39	20.12	5.34	524	Espécimen seco + Tara		493.29	g
121.7	121.70	0.103	2.62	20.16	6.04	592	Masa de Tara		36.44	g
136.0	136.00	0.118	3.00	20.24	6.72	659	Masa Especimen húmedo		488.41	g
152.5	152.50	0.131	3.33	20.31	7.51	736	Masa Especimen seco		456.85	g
166.7	166.70	0.143	3.63	20.38	8.18	802	Contenido de Humedad		6.3	%
182.1	182.10	0.158	4.01	20.46	8.90	873	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN			
196.4	196.40	0.168	4.27	20.51	9.58	939	Densidad Húmeda		2.49	g/cm <sup>3</sup>
209.6	209.60	0.179	4.55	20.57	10.19	999	Densidad Seca		2.33	g/cm <sup>3</sup>
220.6	220.60	0.193	4.90	20.65	10.68	1048	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$			
229.3	229.30	0.212	5.38	20.75	11.05	1084	11.17 kg/cm <sup>2</sup>		1095	kPa
232.1	232.10	0.218	5.54	20.79	11.17	1095	Deformación en el instante de la falla, %: 5.54			
229.3	229.30	0.229	5.82	20.85	11.00	1079	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$		DURA	
ESQUEMA DE FALLA										
Velocidad de Deformación: 0.5% x Min					Deformación Max. permitida (15%): 0.59 P/g					
EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL										

*Ing. Samuel Juvenal Pelaez Pariona*  
 Ing. Samuel Juvenal Pelaez Pariona  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218958

*Ing. Kevin Jhodel Aquino Garcia*  
 MONTAÑA  
 AQUINO GARCIA KEVIN JHODEL  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

M-3 Suelo arcilloso con adición 0.4% de filamento de Nylon y 5% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, $A$ (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:			
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	
							DIMENSIÓN PROMEDIO			
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D		50	mm
11.6	11.60	0.003	0.08	19.65	0.59	58	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )		100	mm
29.2	29.20	0.014	0.36	19.71	1.48	145	Relación L <sub>0</sub> /D		2	
45.1	45.10	0.026	0.66	19.77	2.28	224	Área (A <sub>0</sub> )		19.63	cm <sup>2</sup>
57.2	57.20	0.038	0.97	19.83	2.89	283	Volumen		196.35	cm <sup>3</sup>
							CONTENIDO DE HUMEDAD			
69.3	69.30	0.056	1.42	19.92	3.48	341	Obtenida después del ensayo			
81.3	81.30	0.065	1.65	19.96	4.07	399	Espécimen húmedo + Tara		528.25	g
94.0	94.00	0.077	1.96	20.03	4.69	460	Espécimen seco + Tara		494.65	g
107.1	107.10	0.094	2.39	20.12	5.32	522	Masa de Tara		36.44	g
121.4	121.40	0.103	2.62	20.16	6.02	590	Masa Especimen húmedo		489.81	g
135.7	135.70	0.118	3.00	20.24	6.70	657	Masa Especimen seco		456.21	g
152.2	152.20	0.131	3.33	20.31	7.49	735	Contenido de Humedad		7.4	%
166.4	166.40	0.143	3.63	20.38	8.17	801				
							DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN			
181.8	181.80	0.158	4.01	20.46	8.89	872	Densidad Húmeda		2.49	g/cm <sup>3</sup>
196.1	196.10	0.168	4.27	20.51	9.56	938	Densidad Seca		2.32	g/cm <sup>3</sup>
209.3	209.30	0.179	4.55	20.57	10.17	998				
220.3	220.30	0.193	4.90	20.65	10.67	1046	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_c$			
229.0	229.00	0.212	5.38	20.79	11.03	1082	11.15 kg/cm <sup>2</sup>		1094	kPa
231.8	231.80	0.218	5.54	20.79	11.15	1094				
229.0	229.00	0.229	5.82	20.85	10.98	1077	Deformación en el instante de la falla, %:		5.54	
							CONSISTENCIA SEGÚN $q_c$		DURA	
							ESQUEMA DE FALLA			
							Velocidad de Deformación: 0.5% x Min		Deformación Max. permitida (15%): 0.59 (Pg)	
							EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL			

*Ing. Samuel Juanito Peleco Pardeave*  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218958

*Kevin Joel Aquino Garcia*  
**MONTAÑA**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-4 Suelo arcilloso con adición 0.4% de filamento de Nylon y 5% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pig)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	AREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:			
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	KPa	Intalterado <input type="checkbox"/>	Rehoidado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diametro, D		50	mm
10.5	10.50	0.003	0.08	19.63	0.53	52	Longitud inicial del espécimen, (Lo)		100	mm
28.1	28.10	0.014	0.36	19.71	1.43	140	Relación Lo/D		2	
44.0	44.00	0.026	0.66	19.77	2.23	218	Area (Ao)		19.63	cm <sup>2</sup>
56.1	56.10	0.038	0.97	19.83	2.83	277	Volumen		198.35	cm <sup>3</sup>
68.2	68.20	0.056	1.42	19.92	3.42	336	CONTENIDO DE HUMEDAD			
80.2	80.20	0.065	1.65	19.96	4.02	394	Obtenida después del ensayo			
92.9	92.90	0.077	1.96	20.03	4.64	455	Espécimen húmedo + Tara		528.04	g
106.0	106.00	0.094	2.39	20.12	5.27	517	Espécimen seco + Tara		495.29	g
120.3	120.30	0.103	2.62	20.16	5.97	585	Masa de Tara		36.44	g
134.6	134.60	0.118	3.00	20.24	6.65	652	Masa Espécimen húmedo		490.2	g
151.1	151.10	0.131	3.33	20.31	7.44	730	Masa Espécimen seco		456.85	g
165.3	165.30	0.143	3.63	20.38	8.11	796	Contenido de Humedad		7.3	%
180.7	180.70	0.156	4.01	20.46	8.83	866	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN			
195.0	195.00	0.168	4.27	20.51	9.51	932	Densidad Húmeda		2.50	g/cm <sup>3</sup>
208.2	208.20	0.179	4.55	20.57	10.12	993	Densidad Seca		2.33	g/cm <sup>3</sup>
219.2	219.20	0.190	4.90	20.65	10.62	1041	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$			
227.9	227.90	0.212	5.38	20.75	10.98	1077	11.10 kg/cm <sup>2</sup>		1088 kPa	
230.7	230.70	0.218	5.54	20.79	11.10	1088	Deformación en el instante de la falla, %: 5.54			
227.9	227.90	0.229	5.82	20.85	10.93	1072	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$		DURA	
ESQUEMA DE FALLA										
						Velocidad de Deformación: 0.5% x Min		Deformación Max. permitida (15%): 0.59 Pig		
EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL										

*[Firma]*  
**Ing. Samuel Avenda Peleco Pardece**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218998

*[Firma]*  
**MONTAÑA**  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-5 Suelo arcilloso con adición 0.4% de filamento de Nylon y 5% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA E <sub>x</sub> (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, σ <sub>c</sub>		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diametro, D	50	mm
10.4	10.40	0.003	0.08	19.65	0.53	52	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )	100	mm
26.0	26.00	0.014	0.36	19.71	1.42	139	Relación L <sub>0</sub> /D	2	
43.9	43.90	0.026	0.66	19.77	2.22	218	Área (A <sub>0</sub> )	19.63	cm <sup>2</sup>
56.0	56.00	0.038	0.97	19.83	2.82	277	Volumen	196.35	cm <sup>3</sup>
68.1	68.10	0.056	1.42	19.92	3.42	335	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
80.1	80.10	0.065	1.65	19.96	4.01	393	Obtenida después del ensayo		
92.6	92.60	0.077	1.96	20.03	4.63	454	Espécimen húmedo + Tara	528.25	g
105.9	105.90	0.094	2.39	20.12	5.26	516	Espécimen seco + Tara	495.29	g
120.2	120.20	0.103	2.62	20.16	5.96	585	Masa de Tara	37.96	g
134.5	134.50	0.118	3.00	20.24	6.64	652	Masa Espécimen húmedo	490.27	g
151.0	151.00	0.131	3.33	20.31	7.43	729	Masa Espécimen seco	457.31	g
165.2	165.20	0.143	3.63	20.38	8.11	795	Contenido de Humedad	7.2	%
180.6	180.60	0.158	4.01	20.46	8.83	866	<b>DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN</b>		
194.9	194.90	0.168	4.27	20.51	9.50	932	Densidad Húmeda	2.60	g/cm <sup>3</sup>
208.1	208.10	0.179	4.55	20.57	10.12	992	Densidad Seca	2.33	g/cm <sup>3</sup>
219.1	219.10	0.193	4.90	20.65	10.61	1041	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q<sub>c</sub></b>		
227.8	227.80	0.212	5.38	20.75	10.98	1076	11.09 kg/cm <sup>2</sup>	1088	kPa
230.6	230.60	0.218	5.54	20.79	11.09	1088	Deformación en el instante de la falla, %: 5.54		
225.9	225.90	0.229	5.82	20.85	10.84	1063	<b>CONSISTENCIA SEGÚN q<sub>c</sub></b> : DURA		
<b>ESQUEMA DE FALLA</b>									
Velocidad de Deformación: 0.5% a Min Deformación Max. permitida (10%): 0.59 Pg							EQUIPO UTILIZADO: <b>PRENSA CBR DIGITAL</b>		

Ing. Samuel Jacinto Peleco Pardease  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218988

MONTAÑA  
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-6 Suelo arcilloso con adición 0.4% de filamento de Nylon y 5% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Plg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_x$ (%)	AREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:			
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Tratado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D		50	mm
10.2	10.20	0.003	0.08	19.65	0.52	51	Longitud inicial del espécimen, (Lo)		100	mm
27.6	27.60	0.014	0.36	19.71	1.41	138	Relación Lo/D		2	
43.7	43.70	0.026	0.66	19.77	2.21	217	Area (Ao)		19.63	cm <sup>2</sup>
55.8	55.80	0.038	0.97	19.83	2.81	276	Volumen		196.35	cm <sup>3</sup>
67.9	67.90	0.050	1.42	19.92	3.41	334	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
79.9	79.90	0.065	1.65	19.96	4.00	392	Obtenida después del ensayo			
92.6	92.60	0.077	1.96	20.03	4.62	453	Espécimen húmedo + Tara		528.4	g
105.7	105.70	0.094	2.39	20.12	5.25	515	Espécimen seco + Tara		495.20	g
120.0	120.00	0.103	2.62	20.16	5.95	584	Masa de Tara		38.94	g
134.3	134.30	0.118	3.00	20.24	6.63	651	Masa Espécimen húmedo		489.46	g
150.8	150.80	0.131	3.33	20.31	7.42	728	Masa Espécimen seco		495.35	g
165.0	165.00	0.143	3.63	20.38	8.10	794	<b>Contenido de Humedad</b>		7.3	%
180.4	180.40	0.158	4.01	20.46	8.82	865	<b>DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN</b>			
194.7	194.70	0.168	4.27	20.51	9.49	931	Densidad Húmeda		2.49	g/cm <sup>3</sup>
207.9	207.90	0.179	4.55	20.57	10.11	991	Densidad Seca		2.32	g/cm <sup>3</sup>
218.9	218.90	0.193	4.90	20.65	10.60	1040	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA <math>q_u</math></b>			
227.6	227.60	0.212	5.38	20.75	10.97	1076	11.08 kg/cm <sup>2</sup>		1067	kPa
230.4	230.40	0.218	5.54	20.79	11.06	1087	Deformación en el instante de la falla, %:		5.54	
224.8	224.80	0.229	5.82	20.85	10.78	1057	<b>CONSISTENCIA SEGÚN <math>q_u</math></b>		<b>DURA</b>	
<b>ESQUEMA DE FALLA</b>										
Velocidad de Deformación: 0.5% x Min      Deformación Max. permisible (15%): 0.50 Plg <b>EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL.</b>										

*[Firma]*  
**Jos. Samuel Jacinto Polanco Parodi**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218958

*[Firma]*  
**MONTAÑA**  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-7 Suelo arcilloso con adición 0.4% de filamento de Nylon y 5% de cal

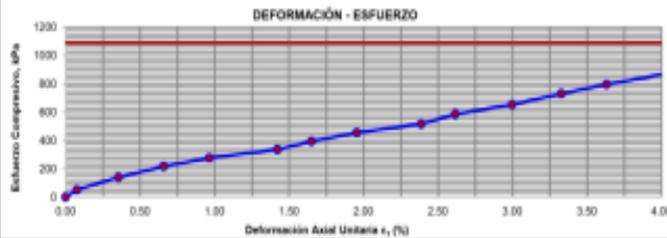
INFORME DE ENSAYO									
		MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS							
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121									
NOMBRE DEL CLIENTE : BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS					FECHA DE ENSAYO : 08/03/2025				
ESTUDIO / PROYECTO: ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024									
LOCALIZACIÓN: HUACAR - AMBO - HUÁNUCO					MUESTRA:		M-7		
DESCRIPCIÓN: MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO CON ADICIÓN 0.4% DE FILAMENTOS DE NYLON Y 5% DE CAL RESPECTO AL PESO SECO DEL SUELO.					PROFUNDIDAD:		2.50 m		
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pig)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inflado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D	50	mm
10.9	10.90	0.003	0.08	19.65	0.55	54	Longitud inicial del espécimen, (Lo)	100	mm
28.5	28.50	0.014	0.36	19.71	1.45	142	Relación Lo/D	2	
44.4	44.40	0.026	0.66	19.77	2.25	220	Área (Ao)	19.63	cm <sup>2</sup>
56.5	56.50	0.038	0.97	19.83	2.85	279	Volumen	196.35	cm <sup>3</sup>
68.6	68.60	0.056	1.42	19.92	3.44	338	CONTENIDO DE HUMEDAD		
80.6	80.60	0.065	1.65	19.96	4.04	396	Obtenida después del ensayo		
93.3	93.30	0.077	1.96	20.03	4.66	457	Espécimen húmedo + Tara	528.4	g
106.4	106.40	0.094	2.39	20.12	5.29	519	Espécimen seco + Tara	494.38	g
120.7	120.70	0.103	2.62	20.16	5.99	587	Masa de Tara	36.94	g
135.0	135.00	0.118	3.00	20.24	6.67	654	Masa Espécimen húmedo	489.46	g
151.5	151.50	0.131	3.33	20.31	7.46	731	Masa Espécimen seco	455.44	g
165.7	165.70	0.143	3.63	20.38	8.13	796	Contenido de Humedad	7.5	%
181.1	181.10	0.158	4.01	20.46	8.85	868	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN		
195.4	195.40	0.168	4.27	20.51	9.53	934	Densidad Húmeda	2.49	g/cm <sup>3</sup>
208.6	208.60	0.179	4.55	20.57	10.14	994	Densidad Seca	2.32	g/cm <sup>3</sup>
219.4	219.40	0.193	4.90	20.65	10.63	1042	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$		
231.7	231.70	0.212	5.38	20.75	11.16	1095	11.16 kg/cm <sup>2</sup>	1095	kPa
237.9	237.90	0.218	5.54	20.79	10.96	1075	Deformación en el instante de la falla, %: 5.38		
224.8	224.80	0.229	5.62	20.85	10.79	1057	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$ : DURA		
ESQUEMA DE FALLA									
							Velocidad de Deformación: 0.5% a Min		
							Deformación Max. permitida (15%): 0.59 Pig		
EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL									

**Ing. Samuel Juvenal Peláez Pardeve**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218958

**MONTAÑA**  
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-8 Suelo arcilloso con adición 0.4% de filamento de Nylon y 5% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pig)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:			
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D		50	mm
10.5	10.50	0.003	0.06	19.65	0.53	52	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )		100	mm
28.1	28.10	0.014	0.36	19.71	1.43	140	Relación L <sub>0</sub> /D		2	
44.0	44.00	0.026	0.66	19.77	2.23	216	Área (A <sub>0</sub> )		19.63	cm <sup>2</sup>
56.1	56.10	0.038	0.97	19.83	2.83	277	Volumen		196.35	cm <sup>3</sup>
68.2	68.20	0.056	1.42	19.92	3.42	336	CONTENIDO DE HUMEDAD			
80.2	80.20	0.065	1.65	19.96	4.02	394	Obtenida después del ensayo			
92.9	92.90	0.077	1.96	20.03	4.64	455	Espécimen húmedo + Tara		526.4	g
106.0	106.00	0.094	2.39	20.12	5.27	517	Espécimen seco + Tara		494.30	g
120.3	120.30	0.103	2.62	20.16	5.97	585	Masa de Tara		37.89	g
134.6	134.60	0.118	3.00	20.24	6.65	652	Masa Espécimen húmedo		490.51	g
151.1	151.10	0.131	3.33	20.31	7.44	730	Masa Espécimen seco		456.49	g
165.3	165.30	0.143	3.63	20.38	8.11	796	Contenido de Humedad		7.5	%
180.7	180.70	0.156	4.01	20.46	8.83	866	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN			
195.0	195.00	0.168	4.27	20.51	9.51	932	Densidad Húmeda		2.50	g/cm <sup>3</sup>
208.2	208.20	0.179	4.55	20.57	10.12	993	Densidad Seca		2.32	g/cm <sup>3</sup>
219.2	219.20	0.193	4.90	20.65	10.62	1041	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$			
227.9	227.90	0.212	5.38	20.75	10.98	1077	11.10 kg/cm <sup>2</sup>		1088	kPa
230.7	230.70	0.218	5.54	20.79	11.10	1088	Deformación en el instante de la falla, %:		5.54	
226.9	226.90	0.229	5.82	20.85	10.89	1067	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$		DURA	
ESQUEMA DE FALLA										
Velocidad de Deformación: 0.5% x Min      Deformación Max permitida (15%): 0.59 Pig EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL										



Ing. Samuel Jucuito Peláez Pardease  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 216998

MONTAÑA  
 AQUINO GARCIA KEVIN JOEL  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y FUNDAMENTOS

M-9 Suelo arcilloso con adición 0.4% de filamento de Nylon y 5% de cal

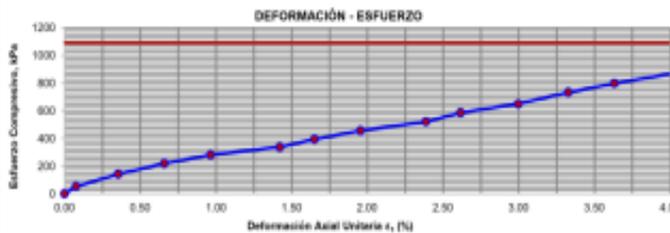
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121									
NOMBRE DEL CLIENTE : BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS					FECHA DE ENSAYO :		08/03/2025		
ESTUDIO / PROYECTO: ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024									
LOCALIZACIÓN: HUACAR - AMBO - HUÁNUCO					MUESTRA:		M-9		
DESCRIPCIÓN: MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO CON ADICIÓN 0,4% DE FILAMENTOS DE NYLON Y 5% DE CAL RESPECTO AL PESO SECO DEL SUELO.					PROFUNDIDAD:		2.50 m		
Kg		Pg	$\epsilon_1$ (%)	A (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
kgf					kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>
DIMENSIÓN PROMEDIO									
0.0		0.00	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D		50 mm
10.5		10.50	0.003	19.65	0.53	52	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )		100 mm
28.1		28.10	0.014	19.71	1.43	140	Relación L <sub>0</sub> /D		2
43.9		43.90	0.026	19.77	2.22	218	Área (A <sub>0</sub> )		19.63 cm <sup>2</sup>
56.1		56.10	0.038	19.83	2.83	277	Volumen		196.35 cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Obtenida después del ensayo									
68.4		68.40	0.056	19.92	3.43	337	Espécimen húmedo + Tara		527.24 g
80.9		80.90	0.065	19.96	4.05	397	Espécimen seco + Tara		493.64 g
92.4		92.40	0.077	20.03	4.61	452	Masa de Tara		37.89 g
105.8		105.80	0.094	20.12	5.26	516	Masa Espécimen húmedo		489.35 g
120.2		120.20	0.103	20.16	5.96	585	Masa Espécimen seco		455.75 g
134.6		134.60	0.118	20.24	6.65	652	Contenido de Humedad		7.4 %
151.3		151.30	0.131	20.31	7.45	731			
165.3		165.30	0.143	20.38	8.11	796			
DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN									
180.6		180.60	0.158	20.46	8.83	866	Densidad Húmeda		2.49 g/cm <sup>3</sup>
194.9		194.90	0.168	20.51	9.50	932	Densidad Seca		2.32 g/cm <sup>3</sup>
208.4		208.40	0.179	20.57	10.13	994			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$									
219.4		219.40	0.193	20.65	10.63	1042	11.09 kg/cm <sup>2</sup>		1088 kPa
227.5		227.50	0.212	20.75	10.96	1075	Deformación en el instante de la falla, %: 5.54		
230.6		230.60	0.218	20.79	11.09	1088			
225.7		225.70	0.229	20.85	10.83	1062			
							CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$		DURA
ESQUEMA DE FALLA									
							Velocidad de Deformación:		0.5% x Min
							Deformación Max permitida (15%):		0.59 Pg
EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CSR DIGITAL									

*[Firma]*  
**Ing. Samuel Juvenal Pelcon Parícuti**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218998

*[Firma]*  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-10 Suelo arcilloso con adición 0.4% de filamento de Nylon y 5% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pig)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_x$ (%)	AREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input type="checkbox"/>
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Díametro, D	50	mm
10.8	10.80	0.003	0.08	19.65	0.55	54	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )	100	mm
28.6	28.60	0.014	0.36	19.71	1.45	142	Relación L <sub>0</sub> /D	2	
44.3	44.30	0.026	0.66	19.77	2.24	220	Área (A <sub>0</sub> )	19.63	cm <sup>2</sup>
56.6	56.60	0.038	0.97	19.83	2.86	281	Volumen	196.35	cm <sup>3</sup>
68.5	68.50	0.056	1.42	19.92	3.44	337	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
80.2	80.20	0.065	1.65	19.96	4.02	394	Obtenida después del ensayo		
93.2	93.20	0.077	1.96	20.03	4.85	456	Espécimen húmedo + Tara	528.64	g
106.7	106.70	0.094	2.39	20.12	5.30	520	Espécimen seco + Tara	493.64	g
120.4	120.40	0.103	2.62	20.16	5.97	586	Masa de Tara	38.94	g
134.2	134.20	0.118	3.00	20.24	6.63	650	Masa Espécimen húmedo	489.7	g
151.7	151.70	0.131	3.33	20.31	7.47	732	Masa Espécimen seco	454.7	g
165.6	165.60	0.143	3.63	20.38	8.13	797	Contenido de Humedad	7.7	%
181.0	181.00	0.158	4.01	20.46	8.85	868	<b>DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN</b>		
195.7	195.70	0.168	4.27	20.51	9.54	936	Densidad Húmeda	2.49	g/cm <sup>3</sup>
208.5	208.50	0.179	4.55	20.57	10.14	994	Densidad Seca	2.32	g/cm <sup>3</sup>
219.7	219.70	0.193	4.90	20.65	10.64	1043	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA <math>q_u</math></b>		
227.9	227.90	0.212	5.38	20.75	10.98	1077	11.11 kg/cm <sup>2</sup>	1090	kPa
231.0	231.00	0.218	5.54	20.79	11.11	1090	Deformación en el instante de la falla, %: 5.54		
224.9	224.90	0.229	5.82	20.85	10.79	1058	<b>CONSISTENCIA SEGÚN <math>q_u</math></b> : DURA		
<b>ESQUEMA DE FALLA</b>									
Velocidad de Deformación: 0.5% s Min      Deformación Max. permitida (15%): 0.59 Pig <b>EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL.</b>									



*[Firma]*  
**Ing. Samuel Jacinto Pelaez Pardease**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218058

*[Firma]*  
**MONTAÑA**  
**AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-1 Suelo arcilloso con adición 0.8% de filamento de Nylon y 10% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS									
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121									
NOMBRE DEL CLIENTE : BACH, MILENDES, ALANIA ATAVILLOS							FECHA DE ENSAYO : 08/03/2025		
ESTUDIO / PROYECTO: ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024									
LOCALIZACIÓN: HUACAR - AMBO - HUÁNUCO							MUESTRA: M-1		
DESCRIPCIÓN: MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO CON ADICIÓN 0,8% DE FILAMENTOS DE NYLON Y 10% DE CAL RESPECTO AL PESO SECO DEL SUELO.							PROFUNDIDAD: 2.50 m		
0.0		0.00	0.00	19.63	0.00	0	Dímetro, D		
15.7		15.70	0.006	19.66	0.80	78	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )		
48.5		48.50	0.016	19.72	2.46	241	Relación L <sub>0</sub> /D		
64.4		64.40	0.028	19.78	3.26	319	Área (A <sub>0</sub> )		
76.5		76.50	0.040	19.84	3.86	378	Volumen		
88.6		88.60	0.054	19.91	4.45	436	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Obtenida después del ensayo									
100.6		100.60	0.067	19.97	5.04	494	Espécimen húmedo + Tara		
113.3		113.30	0.079	20.04	5.65	555	Espécimen seco + Tara		
126.4		126.40	0.094	20.12	6.28	616	Masa de Tara		
140.7		140.70	0.105	20.17	6.97	684	Masa Espécimen húmedo		
155.0		155.00	0.120	20.25	7.65	751	Masa Espécimen seco		
171.5		171.50	0.133	20.32	8.44	828	Contenido de Humedad		
185.7		185.70	0.145	20.39	9.11	893			
DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN									
201.1		201.10	0.157	20.45	9.83	964	Densidad Húmeda		
215.4		215.40	0.170	20.52	10.50	1029	Densidad Seca		
228.6		228.60	0.181	20.58	11.11	1089	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$		
239.6		239.60	0.195	20.66	11.60	1137	12.07 kg/cm <sup>2</sup> 1184 kPa		
248.3		248.30	0.207	20.72	11.98	1175			
251.1		251.10	0.220	20.80	12.07	1184	Deformación en el instante de la falla, %: 5.50		
248.3		248.30	0.231	20.86	11.90	1167	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$ DURA		
ESQUEMA DE FALLA									
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px;"></div> </div>									
Velocidad de Deformación: 0.5% x Min					Deformación Max. permitida (15%): 0.59 Pg				
EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL									

**Ing. Samuel Jucuito Palcos Pardeve**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218958

**MONTAÑA**  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOEL**  
 ING. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-2 Suelo arcilloso con adición 0.8% de filamento de Nylon y 10% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pig)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	AREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:			
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D		50	mm
15.7	15.70	0.006	0.15	19.66	0.80	78	Longitud inicial del espécimen, (Lo)		100	mm
31.6	31.60	0.016	0.41	19.72	1.60	157	Relación Lo/D		2	
49.4	49.40	0.028	0.71	19.76	2.50	245	Área (Ac)		19.63	cm <sup>2</sup>
64.6	64.60	0.040	1.02	19.84	3.27	320	Volumen		196.35	cm <sup>3</sup>
77.5	77.50	0.054	1.37	19.91	3.89	382	CONTENIDO DE HUMEDAD			
88.9	88.90	0.067	1.70	19.97	4.45	436	Obtenida después del ensayo			
101.2	101.20	0.079	2.01	20.04	5.05	485	Espécimen húmedo + Tara		528.54	g
114.7	114.70	0.094	2.39	20.12	5.70	559	Espécimen seco + Tara		495.27	g
127.8	127.80	0.105	2.67	20.17	6.34	621	Masa de Tara		38.69	g
141.9	141.90	0.120	3.05	20.25	7.01	687	Masa Espécimen húmedo		489.65	g
156.8	156.80	0.133	3.38	20.32	7.72	757	Masa Espécimen seco		456.58	g
172.3	172.30	0.145	3.68	20.39	8.45	829	Contenido de Humedad		7.2	%
186.9	186.90	0.157	3.99	20.45	9.14	896	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN			
202.4	202.40	0.170	4.32	20.52	9.86	967	Densidad Húmeda		2.49	g/cm <sup>3</sup>
216.3	216.30	0.181	4.60	20.58	10.51	1031	Densidad Seca		2.33	g/cm <sup>3</sup>
229.9	229.90	0.195	4.95	20.66	11.13	1091	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$			
240.7	240.70	0.207	5.26	20.72	11.61	1139	12.80 kg/cm <sup>2</sup>		1177	kPa
249.6	249.60	0.220	5.59	20.80	12.00	1177	Deformación en el instante de la falla, %: 5.59			
238.3	238.30	0.231	5.97	20.86	11.42	1120	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$		DURA	
ESQUEMA DE FALLA										
Velocidad de Deformación: 0.5% x Min							Deformación Max. permitida (15%): 0.59 Pig			
EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL										

*[Firma]*  
**Ing. Samuel Juvante Palcos Pardeve**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218988

*[Firma]*  
**AQUINO GARCIA KEVIN JHDEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-3 Suelo arcilloso con adición 0.8% de filamento de Nylon y 10% de cal

INFORME DE ENSAYO										
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS										
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121										
NOMBRE DEL CLIENTE :					BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS		FECHA DE ENSAYO :		08/03/2025	
ESTUDIO / PROYECTO:					ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024					
LOCALIZACIÓN:					HUACAR - AMBO - HUÁNUCO			MUESTRA:		M-3
DESCRIPCIÓN:					MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO CON ADICIÓN 0,8% DE FILAMENTOS DE NYLON Y 10% DE CAL RESPECTO AL PESO SECO DEL SUELO.			PROFUNDIDAD:		2.50 m
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (P/g)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:			
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inatorado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D		50	mm
16.6	16.60	0.006	0.15	19.66	0.85	84	Longitud inicial del espécimen, (Lo)		100	mm
32.5	32.50	0.016	0.41	19.72	1.65	162	Relación Lo/D		2	
46.7	46.70	0.028	0.71	19.78	2.36	232	Área (Ao)		19.63	cm <sup>2</sup>
64.2	64.20	0.040	1.02	19.84	3.24	317	Volumen		196.35	cm <sup>3</sup>
76.3	76.30	0.054	1.37	19.91	3.93	386	CONTENIDO DE HUMEDAD			
88.9	88.90	0.067	1.70	19.97	4.45	436	Obtenida después del ensayo			
102.5	102.50	0.079	2.01	20.04	5.12	502	Espécimen húmedo + Tara		528.36	g
115.2	115.20	0.094	2.36	20.12	5.73	562	Espécimen seco + Tara		495.11	g
127.6	127.60	0.105	2.67	20.17	6.33	620	Masa de Tara		36.44	g
141.8	141.80	0.120	3.05	20.25	7.00	687	Masa Especimen húmedo		499.92	g
156.8	156.80	0.133	3.38	20.32	7.72	757	Masa Especimen seco		496.67	g
173.6	173.60	0.145	3.68	20.39	8.52	835	Contenido de Humedad		7.3	%
187.9	187.90	0.157	3.99	20.45	9.19	901	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN			
203.5	203.50	0.170	4.32	20.52	9.92	972	Densidad Húmeda		2.90	g/cm <sup>3</sup>
216.9	216.90	0.181	4.60	20.58	10.54	1034	Densidad Seca		2.33	g/cm <sup>3</sup>
230.5	230.50	0.195	4.95	20.66	11.16	1094	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$			
241.7	241.70	0.207	5.26	20.72	11.66	1164	12.49 kg/cm <sup>2</sup>		1225 kPa	
259.7	259.70	0.220	5.59	20.80	12.49	1225	Deformación en el instante de la falla, %:			
248.2	248.20	0.231	5.87	20.86	11.90	1167	5.59			
							CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$		DURA	
							ESQUEMA DE FALLA			
							Velocidad de Deformación:		0.5% x Min	
							Deformación Max. permisible (15%):		0.59 (P/g)	
EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL.										

*[Firma]*  
**Ing. Samuel Juvenal Pelaez Parodi**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218998

*[Firma]*  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-4 Suelo arcilloso con adición 0.8% de filamento de Nylon y 10% de cal

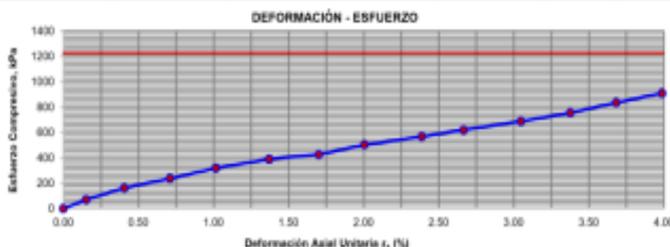
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	AREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:			
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Renéado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS</b>										
<b>ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121</b>										
NOMBRE DEL CLIENTE : BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS					FECHA DE ENSAYO :		08/03/2025			
ESTUDIO / PROYECTO: ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024										
LOCALIZACIÓN: HUACAR - AMBO - HUÁNUCO					MUESTRA:		M-4			
DESCRIPCIÓN: MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO CON ADICIÓN 0,8% DE FILAMENTOS DE NYLON Y 10% DE CAL RESPECTO AL PESO SECO DEL SUELO.					PROFUNDIDAD:		2.50 m			
<b>DIMENSIÓN PROMEDIO</b>										
0.0		0.00	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D		50 mm	
15.6		15.60	0.006	0.15	19.66	0.79	79	Longitud inicial del espécimen, (Lo)		500 mm
32.5		32.50	0.016	0.41	19.72	1.65	162	Rotación Lo/D		2
46.8		46.80	0.028	0.71	19.78	2.37	232	Área (Ao)		19.63 cm <sup>2</sup>
63.9		63.90	0.040	1.02	19.84	3.22	316	Volumen		196.35 cm <sup>3</sup>
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>										
Contenido después del ensayo										
77.5		77.50	0.054	1.37	19.91	3.99	392	Espécimen húmedo + Tara		528.36 g
88.6		88.60	0.067	1.70	19.97	4.44	435	Espécimen seco + Tara		495.11 g
102.5		102.50	0.079	2.01	20.04	5.12	502	Masa de Tara		38.44 g
115.6		115.60	0.094	2.39	20.12	5.75	564	Masa Espécimen húmedo		489.92 g
128.8		128.80	0.105	2.67	20.17	6.29	616	Masa Espécimen seco		456.67 g
141.3		141.30	0.120	3.05	20.25	6.98	684	Contenido de Humedad		7.3 %
156.7		156.70	0.133	3.38	20.32	7.71	756			
173.2		173.20	0.145	3.68	20.39	8.50	833			
<b>DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN</b>										
189.5		189.50	0.157	3.99	20.45	9.27	909	Densidad Húmeda		2.90 g/cm <sup>3</sup>
203.4		203.40	0.170	4.32	20.52	9.91	972	Densidad Seca		2.33 g/cm <sup>3</sup>
216.5		216.50	0.181	4.60	20.58	10.52	1032			
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA <math>q_u</math></b>										
229.9		229.90	0.195	4.95	20.66	11.13	1091	12.42 kg/cm <sup>2</sup>		1218 kPa
241.7		241.70	0.207	5.26	20.72	11.66	1144			
258.2		258.20	0.220	5.59	20.80	12.42	1218			
250.4		250.40	0.231	5.87	20.86	12.00	1177	Deformación en el instante de la falla, %:		5.59
							CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$		DURA	
<b>ESQUEMA DE FALLA</b>										
							Velocidad de Deformación:		0.5% x Min	
							Deformación Max. permitida (15%):		0.59 Pg	
<b>EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL</b>										

*Ing. Samuel Juanito Peláez Pardeve*  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218956

*AQUINO GARCIA KEVIN HOEL*  
 MONTAÑA  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-5 Suelo arcilloso con adición 0.8% de filamento de Nylon y 10% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:				
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO	
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D			50	mm
14.0	14.00	0.006	0.15	19.66	0.71	70	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )			100	mm
32.6	32.60	0.016	0.41	19.72	1.65	162	Relación L <sub>0</sub> /D			2	
47.8	47.80	0.028	0.71	19.78	2.42	237	Área (A <sub>0</sub> )			19.63	cm <sup>2</sup>
64.5	64.50	0.040	1.02	19.84	3.25	319	Volumen			196.35	cm <sup>3</sup>
78.9	78.90	0.054	1.37	19.91	3.96	389	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
86.7	86.70	0.067	1.70	19.97	4.34	426	Obtenida después del ensayo				
102.5	102.50	0.079	2.01	20.04	5.12	502	Espécimen húmedo + Tara		528.05	g	
116.3	116.30	0.094	2.39	20.12	5.78	567	Espécimen seco + Tara		495.14	g	
127.5	127.50	0.105	2.67	20.17	6.32	620	Masa de Tara		38.44	g	
142.1	142.10	0.120	3.05	20.25	7.02	688	Masa Espécimen húmedo		489.61	g	
156.3	156.30	0.133	3.38	20.32	7.69	754	Masa Espécimen seco		456.7	g	
173.5	173.50	0.145	3.68	20.39	8.51	835	<b>Contenido de Humedad</b>		<b>7.2</b>	<b>%</b>	
189.5	189.50	0.157	3.99	20.45	9.27	909	<b>DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN</b>				
207.4	207.40	0.170	4.32	20.52	10.11	991	Densidad Húmeda		<b>2.49</b>	g/cm <sup>3</sup>	
217.5	217.50	0.181	4.60	20.58	10.57	1036	Densidad Seca		<b>2.33</b>	g/cm <sup>3</sup>	
230.4	230.40	0.195	4.95	20.66	11.15	1094	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA <math>q_u</math></b>				
242.1	242.10	0.207	5.26	20.72	11.68	1149	<b>12.49 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>1225 kPa</b>		
259.7	259.70	0.220	5.59	20.80	12.49	1220	Deformación en el instante de la falla, %: 5.50				
254.4	254.40	0.231	5.87	20.86	12.20	1190	<b>CONSISTENCIA SEGÚN <math>q_u</math></b>		<b>DURA</b>		
<b>ESQUEMA DE FALLA</b>											
Velocidad de Deformación: 0.5% x Min      Deformación Max. permitida (15%): 0.50 Pg <b>EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL</b>											



*[Firma]*  
**Ing. Samuel Joaquín Pulson Perdomo**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 213868

*[Firma]*  
**MONTAÑA**  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOHEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-6 Suelo arcilloso con adición 0.8% de filamento de Nylon y 10% de cal

INFORME DE ENSAYO										
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS										
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121										
NOMBRE DEL CLIENTE :					BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS			FECHA DE ENSAYO :		08/03/2026
ESTUDIO / PROYECTO:					ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024					
LOCALIZACIÓN:					HUACAR - AMBO - HUÁNUCO			MUESTRA:		M-6
DESCRIPCIÓN:					MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO CON ADICIÓN 0,8% DE FILAMENTOS DE NYLON Y 10% DE CAL RESPECTO AL PESO SECO DEL SUELO.			PROFUNDIDAD:		2.60 m
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $E_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, $A$ (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:			
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D		50 mm	
15.9	15.90	0.006	0.15	19.66	0.81	79	Longitud inicial del espécimen, (Lo)		100 mm	
32.5	32.50	0.016	0.41	19.72	1.65	162	Relación Lo/D		2	
63.9	63.90	0.028	0.71	19.78	3.23	317	Área (Ao)		19.63 cm <sup>2</sup>	
64.9	64.90	0.040	1.02	19.84	3.27	321	Volumen		196.35 cm <sup>3</sup>	
78.9	78.90	0.054	1.37	19.91	3.96	389	CONTENIDO DE HUMEDAD			
86.2	86.20	0.067	1.70	19.97	4.32	423	Obtenida después del ensayo			
106.3	106.30	0.079	2.01	20.04	5.31	520	Espécimen húmedo + Tara		528.12 g	
117.5	117.50	0.094	2.39	20.12	5.84	573	Espécimen seco + Tara		496.35 g	
128.9	128.90	0.105	2.67	20.17	6.39	627	Masa de Tara		36.44 g	
142.0	142.00	0.120	3.05	20.25	7.91	688	Masa Espécimen húmedo		489.68 g	
158.4	158.40	0.133	3.38	20.32	7.79	764	Masa Espécimen seco		457.91 g	
173.8	173.80	0.145	3.68	20.39	8.53	836	Contenido de Humedad		6.9 %	
190.3	190.30	0.157	3.99	20.45	9.31	913	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN			
209.6	209.60	0.170	4.32	20.52	10.21	1002	Densidad Húmeda		2.49 g/cm <sup>3</sup>	
217.2	217.20	0.181	4.60	20.58	10.55	1035	Densidad Seca		2.33 g/cm <sup>3</sup>	
231.6	231.60	0.195	4.95	20.66	11.21	1099	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$			
241.2	241.20	0.207	5.26	20.72	11.64	1141	12.42 kg/cm <sup>2</sup>		1218 kPa	
258.4	258.40	0.220	5.59	20.80	12.42	1218	Deformación en el instante de la falla, %: 5.59			
249.6	249.60	0.231	5.87	20.86	11.97	1173	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$		DURA	
ESQUEMA DE FALLA										
							Velocidad de Deformación: 0.5% x Min			
							Deformación Max. permitida (15%): 0.59 Pg			
EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL										

*[Firma]*  
**Ing. Samuel Juvenal Palcos Pardease**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218958

*[Firma]*  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOHEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-7 Suelo arcilloso con adición 0.8% de filamento de Nylon y 10% de cal

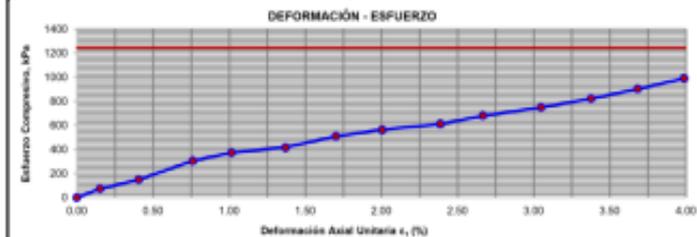
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pig)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_x$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:			
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D		50	mm
13.4	13.40	0.006	0.15	19.66	0.68	67	Longitud inicial del espécimen, (Lo)		100	mm
30.1	30.10	0.016	0.41	19.72	1.53	150	Rotación Lo/D		2	
62.4	62.40	0.030	0.76	19.79	3.15	309	Área (Ao)		19.63	cm <sup>2</sup>
76.5	76.50	0.039	0.99	19.83	3.86	378	Volumen		196.35	cm <sup>3</sup>
85.3	85.30	0.054	1.37	19.91	4.28	420	CONTENIDO DE HUMEDAD			
104.2	104.20	0.067	1.70	19.97	5.22	512	Obtenida después del ensayo			
116.8	116.80	0.079	2.01	20.04	5.83	572	Espécimen húmedo + Tara		528.9	g
126.4	126.40	0.094	2.39	20.12	6.28	616	Espécimen seco + Tara		495.6	g
140.6	140.60	0.105	2.67	20.17	6.97	683	Masa de Tara		38.44	g
155.9	155.90	0.120	3.05	20.25	7.70	755	Masa Especimen húmedo		490.46	g
171.5	171.50	0.133	3.38	20.32	8.44	826	Masa Especimen seco		457.16	g
188.6	188.60	0.145	3.66	20.39	9.25	907	Contenido de Humedad		7.3	%
207.3	207.30	0.157	3.99	20.45	10.14	994	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN			
215.4	215.40	0.170	4.32	20.52	10.50	1029	Densidad Húmeda		2.90	g/cm <sup>3</sup>
229.6	229.60	0.181	4.60	20.58	11.16	1094	Densidad Seca		2.33	g/cm <sup>3</sup>
239.2	239.20	0.195	4.95	20.66	11.58	1136	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$			
256.1	256.10	0.207	5.26	20.72	12.36	1212	12.36 kg/cm <sup>2</sup>		1212	kPa
255.6	255.60	0.220	5.59	20.80	12.29	1205	Deformación en el instante de la falla, %: 5.26			
242.4	242.40	0.231	5.87	20.86	11.82	1140	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$ DURA			
ESQUEMA DE FALLA										
Velocidad de Deformación: 0.5% x Min      Deformación Max. permitida (15%): 0.59 Pig <b>EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL</b>										

  
 Ing. Samuel Juvenal Peláez Parlane  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218998


  
 AQUINO GARCIA KEVIN JOEL  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-8 Suelo arcilloso con adición 0.8% de filamento de Nylon y 10% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pig)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, $A$ (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diametro, D	50	mm
14.6	14.60	0.006	0.15	19.66	0.74	73	Longitud inicial del espécimen, (Lo)	100	mm
29.7	29.70	0.016	0.41	19.72	1.51	148	Relación Lo/D	2	
61.5	61.50	0.030	0.76	19.79	3.11	305	Área (Ao)	19.63	cm <sup>2</sup>
75.3	75.30	0.040	1.02	19.84	3.80	372	Volumen	196.35	cm <sup>3</sup>
84.6	84.60	0.054	1.37	19.91	4.25	417	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
103.7	103.70	0.067	1.70	19.97	5.19	509	Obtenida después del ensayo		
115.1	115.10	0.079	2.01	20.04	5.74	563	Espécimen húmedo + Tara	528.9	g
125.2	125.20	0.094	2.39	20.12	6.22	610	Espécimen seco + Tara	491.7	g
139.6	139.60	0.105	2.67	20.17	6.92	679	Masa de Tara	36.44	g
154.4	154.40	0.120	3.05	20.25	7.62	748	Masa Espécimen húmedo	490.46	g
170.2	170.20	0.133	3.38	20.32	8.38	821	Masa Espécimen seco	453.26	g
187.3	187.30	0.145	3.68	20.39	9.19	901	Contenido de Humedad	8.2	%
206.5	206.50	0.157	3.99	20.45	10.10	990	<b>DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN</b>		
214.8	214.80	0.170	4.32	20.52	10.47	1026	Densidad Húmeda	2.50	g/cm <sup>3</sup>
228.5	228.50	0.181	4.60	20.58	11.10	1089	Densidad Seca	2.31	g/cm <sup>3</sup>
238.7	238.70	0.195	4.95	20.66	11.55	1133	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA <math>q_u</math></b>		
255.9	255.90	0.207	5.26	20.72	12.35	1211	12.69 kg/cm <sup>2</sup>		1245 kPa
264.0	264.00	0.220	5.59	20.80	12.89	1245	Deformación en el instante de la falla, %: 5.59		
245.6	245.60	0.231	5.87	20.86	11.77	1155	<b>CONSISTENCIA SEGÚN <math>q_u</math></b> DURA		
<b>ESQUEMA DE FALLA</b>									
									
Velocidad de Deformación: 0.5% x Min      Deformación Max. (velocidad 15%) : 0.59 Pig <b>EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL</b>									



*[Firma]*  
**Ing. Samuel Juanito Pelaez Parlane**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218968

*[Firma]*  
**MONTAÑA**  
**AQUINO GARCIA KEVIN JHUEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-9 Suelo arcilloso con adición 0.8% de filamento de Nylon y 10% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_x$ (%)	AREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_x$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:			
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121</b>										
NOMBRE DEL CLIENTE :				BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS			FECHA DE ENSAYO :		08/03/2025	
ESTUDIO / PROYECTO:				ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024						
LOCALIZACIÓN:				HUACAR - AMBO - HUÁNUCO			MUESTRA:		M-9	
DESCRIPCIÓN:				MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO CON ADICIÓN 0,8% DE FILAMENTOS DE NYLON Y 10% DE CAL RESPECTO AL PESO SECO DEL SUELO.			PROFUNDIDAD:		2.50 m	
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_x$ (%)	AREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_x$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:			
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diameter, D			
14.6	14.60	0.006	0.15	19.66	0.74	73	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )			
32.5	32.50	0.016	0.41	19.72	1.65	162	Relación L <sub>0</sub> /D			
50.1	50.10	0.030	0.76	19.79	2.53	248	Area (A <sub>0</sub> )			
66.0	66.00	0.040	1.02	19.84	3.33	326	Volumen			
78.1	78.10	0.054	1.37	19.91	3.92	385	CONTENIDO DE HUMEDAD			
90.3	90.30	0.067	1.70	19.97	4.62	443	Obtenida después del ensayo			
102.4	102.40	0.079	2.01	20.04	5.11	501	Especimen húmedo + Tara		526.6 g	
114.6	114.60	0.094	2.39	20.12	5.70	559	Especimen seco + Tara		490.1 g	
126.7	126.70	0.105	2.67	20.17	6.38	626	Masa de Tara		38.44 g	
143.3	143.30	0.120	3.05	20.25	7.08	694	Masa Especimen húmedo		490.16 g	
173.5	173.50	0.133	3.38	20.32	8.54	837	Masa Especimen seco		454.66 g	
187.9	187.90	0.145	3.68	20.38	9.22	904	Contenido de Humedad		7.8 %	
202.6	202.60	0.157	3.99	20.45	9.91	972	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN			
217.0	217.00	0.170	4.32	20.52	10.57	1037	Densidad Húmeda		2.80 g/cm <sup>3</sup>	
230.8	230.80	0.181	4.60	20.58	11.21	1100	Densidad Seca		2.32 g/cm <sup>3</sup>	
238.7	238.70	0.195	4.95	20.66	11.55	1133	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q <sub>c</sub>			
249.9	249.90	0.207	5.26	20.72	12.06	1182	12.59 kg/cm <sup>2</sup>		1234 kPa	
261.8	261.80	0.220	5.59	20.80	12.59	1234	Deformación en el instante de la falla, %: 5.59			
243.1	243.10	0.231	5.87	20.86	11.65	1143	CONSISTENCIA SEGÚN q <sub>c</sub>		DURA	
ESQUEMA DE FALLA										
									Velocidad de Deformación: 0.5% x Min      Deformación Max. permitida (15%): 0.99 Pg <b>EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL</b>	

*Ing. Samuel Jucuito Polanco Pardease*  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218998

*AQUINO GARCIA KEVIN JOHEL*  
 MONTANA  
 T.E.C. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-10 Suelo arcilloso con adición 0.8% de filamento de Nylon y 10% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA E <sub>a</sub> (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, σ <sub>c</sub>		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:				
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO	
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D			50	mm
15.8	15.80	0.006	0.15	19.66	0.80	79	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )			100	mm
31.5	31.50	0.016	0.41	19.72	1.60	157	Relación L <sub>0</sub> /D			2	
63.1	63.10	0.030	0.76	19.79	3.19	313	Área (A <sub>0</sub> )			19.63	cm <sup>2</sup>
76.8	76.80	0.039	0.99	19.83	3.87	380	Volumen			196.35	cm <sup>3</sup>
86.9	86.90	0.054	1.37	19.91	4.37	428	CONTENIDO DE HUMEDAD				
104.7	104.70	0.067	1.70	19.97	5.24	514	Obtenida después del ensayo				
116.2	116.20	0.079	2.01	20.04	5.80	569	Espécimen húmedo + Tara		527.96	g	
125.4	125.40	0.094	2.39	20.12	6.23	611	Espécimen seco + Tara		495.6	g	
140.9	140.90	0.105	2.67	20.17	6.98	695	Masa de Tara		37.86	g	
154.6	154.60	0.120	3.05	20.25	7.83	749	Masa Espécimen húmedo		490.08	g	
170.6	170.60	0.133	3.38	20.32	8.40	823	Masa Espécimen seco		457.72	g	
187.6	187.60	0.145	3.68	20.39	9.20	902	Contenido de Humedad		7.1	%	
206.2	206.20	0.157	3.99	20.45	10.08	989	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN				
214.3	214.30	0.170	4.32	20.52	10.44	1024	Densidad Húmeda		2.50	g/cm <sup>3</sup>	
230.0	230.00	0.181	4.60	20.58	11.18	1096	Densidad Seca		2.33	g/cm <sup>3</sup>	
240.8	240.80	0.195	4.95	20.66	11.66	1143	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q <sub>u</sub>				
258.3	258.30	0.207	5.26	20.72	12.46	1222	12.46 kg/cm <sup>2</sup>		1222 kPa		
256.7	256.70	0.220	5.59	20.80	12.34	1210	Deformación en el instante de la falla, %: 5.26				
241.9	241.90	0.231	5.87	20.86	11.60	1137	CONSISTENCIA SEGÚN q <sub>u</sub>		DURA		
ESQUEMA DE FALLA											
Velocidad de Deformación: 0.5% x Min						Deformación Max. permitida (15%): 0.59 Pg					
EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL											

Ing. Samuel Juanito Peláez Pardeve  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218958

MONTAÑA  
 AQUINO GARCIA KEVIN JOEL  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

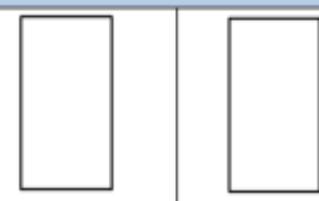
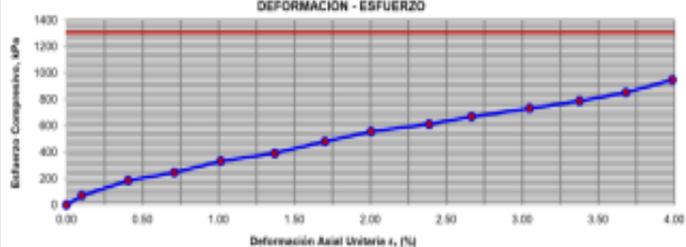
M-1 Suelo arcilloso con adición 1.2% de filamento de Nylon y 15% de cal

INFORME DE ENSAYO										
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS										
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121										
NOMBRE DEL CLIENTE :					BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS			FECHA DE ENSAYO :		08/03/2025
ESTUDIO / PROYECTO:					ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024					
LOCALIZACIÓN:					HUACAR - AMBO - HUÁNUCO			MUESTRA:		M-1
DESCRIPCIÓN:					MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO CON ADICIÓN 1.2% DE FILAMENTOS DE NYLON Y 15% DE CAL RESPECTO AL PESO SECO DEL SUELO.			PROFUNDIDAD:		2.50 m
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Plg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:			
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	MPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D		50 mm	
16.4	16.40	0.004	0.10	19.69	0.83	82	Longitud inicial del espécimen, (Lo)		100 mm	
37.4	37.40	0.016	0.41	19.72	1.90	186	Relación Lo/D		2	
49.5	49.50	0.028	0.71	19.78	2.50	245	Área (Ao)		19.63 cm <sup>2</sup>	
66.5	66.50	0.040	1.02	19.84	3.35	329	Volumen		196.35 cm <sup>3</sup>	
80.5	80.50	0.054	1.37	19.91	4.04	397	CONTENIDO DE HUMEDAD			
98.1	98.10	0.067	1.70	19.97	4.91	482	Obtenida después del ensayo			
114.0	114.00	0.079	2.01	20.04	5.69	558	Espécimen húmedo + Tara		528.25 g	
126.1	126.10	0.094	2.39	20.12	6.27	615	Espécimen seco + Tara		495.29 g	
138.2	138.20	0.105	2.67	20.17	6.85	672	Masa de Tara		38.44 g	
150.2	150.20	0.120	3.05	20.25	7.42	727	Masa Espécimen húmedo		489.81 g	
162.9	162.90	0.133	3.38	20.32	8.02	786	Masa Espécimen seco		456.85 g	
176.0	176.00	0.145	3.66	20.39	8.63	847	Contenido de Humedad		7.2 %	
190.3	190.30	0.157	3.99	20.45	9.31	913	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN			
204.6	204.60	0.170	4.32	20.52	9.97	978	Densidad Húmeda		2.49 g/cm <sup>3</sup>	
221.1	221.10	0.181	4.60	20.58	10.74	1054	Densidad Seca		2.33 g/cm <sup>3</sup>	
235.3	235.30	0.195	4.95	20.66	11.39	1117	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$			
250.7	250.70	0.207	5.26	20.72	12.10	1186	13.34 kg/cm <sup>2</sup>		1308 MPa	
265.0	265.00	0.220	5.59	20.80	12.74	1250	Deformación en el instante de la falla, %			
278.2	278.20	0.231	5.87	20.86	13.34	1308	5.87			
							CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$		DURA	
							ESQUEMA DE FALLA			
							Velocidad de Deformación:		0.5% x Min	
							Deformación Max. permitida (15%):		0.59 Plg	
EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL										

*[Firma]*  
**Ing. Samuel Juvenal Peláez Pardeve**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218958

*[Firma]*  
**MONTAÑA**  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOHEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-2 Suelo arcilloso con adición 1.2% de filamento de Nylon y 15% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_x$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diametro, D	50	mm
14.2	14.20	0.004	0.10	19.65	0.72	71	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )	100	mm
37.2	37.20	0.016	0.41	19.72	1.89	185	Relación L <sub>0</sub> /D	2	
49.5	49.50	0.028	0.71	19.78	2.50	245	Área (A <sub>0</sub> )	19.63	cm <sup>2</sup>
67.2	67.20	0.040	1.02	19.84	3.39	332	Volumen	196.35	cm <sup>3</sup>
79.3	79.30	0.054	1.37	19.91	3.96	391	CONTENIDO DE HUMEDAD		
97.9	97.90	0.067	1.70	19.97	4.90	481	Obtenida después del ensayo		
113.5	113.50	0.079	2.01	20.04	5.66	555	Espécimen húmedo + Tara	529.4	g
125.3	125.30	0.094	2.39	20.12	6.23	611	Espécimen seco + Tara	494.3	g
137.4	137.40	0.105	2.67	20.17	6.81	668	Masa de Tara	36.44	g
151.0	151.00	0.120	3.05	20.25	7.46	731	Masa Espécimen húmedo	490.96	g
162.9	162.90	0.133	3.38	20.32	8.02	786	Masa Espécimen seco	455.06	g
177.2	177.20	0.145	3.68	20.39	8.69	852	Contenido de Humedad	7.7	%
197.3	197.30	0.157	3.99	20.45	9.65	946	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN		
203.6	203.60	0.170	4.32	20.52	9.92	973	Densidad Húmeda	2.80	g/cm <sup>3</sup>
222.2	222.20	0.181	4.60	20.58	10.80	1059	Densidad Seca	2.32	g/cm <sup>3</sup>
234.1	234.10	0.195	4.95	20.66	11.33	1111	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$		
251.3	251.30	0.207	5.26	20.72	12.13	1189	13.31 kg/cm <sup>2</sup>	1305	kPa
264.9	264.90	0.220	5.59	20.80	12.74	1249	Deforcación en el instante de la falla, %: 5.87		
277.6	277.60	0.231	5.87	20.86	13.31	1305	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$ : DURA		
ESQUEMA DE FALLA									
									
					Velocidad de Deformación: 0.5% x Min      Deformación Max. (prevista (15%)): 0.59 Pg				
EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL									

  
 Ing. Samuel Juvenal Polanco Pardease  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218958

  
 AQUINO GARCIA KEVIN JOEL  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-3 Suelo arcilloso con adición 1.2% de filamento de Nylon y 15% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	AREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input type="checkbox"/>
							DIMENSIÓN PROMEDIO		
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diametro, D	50	mm
12.9	12.90	0.004	0.10	19.65	0.66	64	Longitud inicial del espécimen, (Lo)	100	mm
35.6	35.60	0.016	0.41	19.72	1.81	177	Relación Lo/D	2	
48.2	48.20	0.028	0.71	19.78	2.44	239	Area (Ac)	19.63	cm <sup>2</sup>
67.1	67.10	0.040	1.02	19.84	3.38	332	Volumen	196.35	cm <sup>3</sup>
77.9	77.90	0.054	1.37	19.91	3.91	384	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
98.2	98.20	0.067	1.70	19.97	4.92	462	Obtenida después del ensayo		
114.2	114.20	0.079	2.01	20.04	5.70	559	Espécimen húmedo + Tara	527.9	g
125.3	125.30	0.094	2.39	20.12	6.23	611	Espécimen seco + Tara	493.8	g
138.2	138.20	0.105	2.67	20.17	6.85	672	Masa de Tara	37.58	g
150.7	150.70	0.120	3.05	20.25	7.44	730	Masa Especimen húmedo	490.32	g
161.7	161.70	0.133	3.38	20.32	7.96	780	Masa Especimen seco	456.22	g
176.9	176.90	0.145	3.68	20.39	8.68	851	Contenido de Humedad	7.5	%
196.2	196.20	0.157	3.99	20.45	9.69	950	<b>DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN</b>		
204.5	204.50	0.170	4.32	20.52	9.97	977	Densidad Húmeda	2.80	g/cm <sup>3</sup>
223.0	223.00	0.181	4.60	20.58	10.84	1063	Densidad Seca	2.32	g/cm <sup>3</sup>
234.1	234.10	0.195	4.95	20.66	11.33	1111	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA <math>q_u</math></b>		
252.7	252.70	0.207	5.28	20.72	12.19	1196	12.75 kg/cm <sup>2</sup>	1250	kPa
265.1	265.10	0.220	5.59	20.80	12.75	1250	Deformación en el instante de la falla, %: 5.59		
248.9	248.90	0.231	5.87	20.86	11.93	1170	<b>CONSISTENCIA SEGÚN <math>q_u</math></b> DURA		
							<b>ESQUEMA DE FALLA</b>		
							Velocidad de Deformación: 0.5% x Min      Deformación Max. permitida (15%): 0.59 Pg <b>EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL.</b>		

*[Firma]*  
**Ing. Samuel Juvenal Pelozo Pardease**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218988

*[Firma]*  
**MONTAÑA**  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-4 Suelo arcilloso con adición 1.2% de filamento de Nylon y 15% de cal

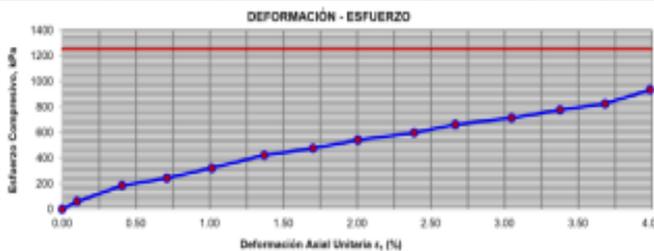
INFORME DE ENSAYO											
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS											
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121											
NOMBRE DEL CLIENTE :					BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS			FECHA DE ENSAYO :		08/03/2025	
ESTUDIO / PROYECTO:					ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024						
LOCALIZACIÓN:					HUACAR - AMBO - HUÁNUCO			MUESTRA:		M-4	
DESCRIPCIÓN:					MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO CON ADICIÓN 1,2% DE FILAMENTOS DE NYLON Y 15% DE CAL RESPECTO AL PESO SECO DEL SUELO.			PROFUNDIDAD:		2.50 m	
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	AREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:				
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO	
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diametro, D	50	mm		
13.5	13.50	0.004	0.10	19.65	0.69	67	Longitud inicial del espécimen, (Lo)	100	mm		
39.4	39.40	0.016	0.41	19.72	2.00	196	Relación Lo/D	2			
51.2	51.20	0.028	0.71	19.78	2.59	254	Area (Ao)	19.63	cm <sup>2</sup>		
68.3	68.30	0.040	1.02	19.84	3.44	338	Volumen	196.35	cm <sup>3</sup>		
88.3	88.30	0.054	1.37	19.91	4.44	435	CONTENIDO DE HUMEDAD				
99.1	99.10	0.067	1.70	19.97	4.96	487	Obtenida después del ensayo				
112.4	112.40	0.079	2.01	20.04	5.61	550	Espécimen húmedo + Tara	527.9	g		
125.4	125.40	0.094	2.39	20.12	6.23	611	Espécimen seco + Tara	493.8	g		
138.7	138.70	0.105	2.67	20.17	6.88	674	Masa de Tara	37.58	g		
151.3	151.30	0.120	3.05	20.25	7.47	733	Masa Espécimen húmedo	450.32	g		
163.4	163.40	0.133	3.38	20.32	8.04	789	Masa Espécimen seco	456.22	g		
175.9	175.90	0.145	3.68	20.39	8.63	846	Contenido de Humedad	7.5	%		
197.2	197.20	0.157	3.99	20.45	9.64	946	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN				
205.4	205.40	0.170	4.32	20.52	10.01	982	Densidad Húmeda	2.50	g/cm <sup>3</sup>		
221.4	221.40	0.181	4.60	20.58	10.76	1055	Densidad Seca	2.32	g/cm <sup>3</sup>		
233.4	233.40	0.195	4.95	20.66	11.30	1108	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$				
251.1	251.10	0.207	5.26	20.72	12.12	1188	12.95 kg/cm <sup>2</sup>	1270	kPa		
269.3	269.30	0.220	5.59	20.80	12.95	1270	Deformación en el instante de la falla, %: 5.59				
247.5	247.50	0.231	5.87	20.86	11.87	1164	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$ : DURA				
ESQUEMA DE FALLA											
								Velocidad de Deformación: 0.5% e Min		Deformación Max. permitida (15%): 0.99 Pg	
								EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL			

*[Firma]*  
**Ing. Samuel Juanito Pelaez Pariona**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218086

*[Firma]*  
**AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-5 Suelo arcilloso con adición 1.2% de filamento de Nylon y 15% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pig)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, $A$ (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:				
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO	
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D			50	mm
11.9	11.90	0.004	0.10	19.65	0.61	59	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )			100	mm
37.2	37.20	0.016	0.41	19.72	1.89	185	Relación L <sub>0</sub> /D			2	
48.9	48.90	0.028	0.71	19.78	2.47	242	Área (A <sub>0</sub> )			19.65	cm <sup>2</sup>
65.1	65.10	0.040	1.02	19.84	3.28	322	Volumen			196.35	cm <sup>3</sup>
85.7	85.70	0.054	1.37	19.91	4.30	422	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
97.1	97.10	0.067	1.70	19.97	4.86	477	Obtenida después del ensayo				
110.4	110.40	0.079	2.01	20.04	5.51	540	Espécimen húmedo + Tara		527.9	g	
122.6	122.60	0.094	2.39	20.12	6.09	598	Espécimen seco + Tara		493.8	g	
135.9	135.90	0.105	2.67	20.17	6.74	661	Masa de Tara		37.56	g	
147.3	147.30	0.120	3.05	20.25	7.27	713	Masa Especimen húmedo		490.32	g	
160.8	160.80	0.133	3.38	20.32	7.91	776	Masa Especimen seco		456.22	g	
171.4	171.40	0.145	3.68	20.39	8.41	825	Contenido de Humedad		7.5	%	
194.8	194.80	0.157	3.99	20.45	9.53	934	<b>DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN</b>				
206.2	206.20	0.170	4.32	20.52	10.05	985	Densidad Húmeda		2.50	g/cm <sup>3</sup>	
217.9	217.90	0.181	4.60	20.58	10.59	1038	Densidad Seca		2.32	g/cm <sup>3</sup>	
225.4	225.40	0.195	4.95	20.66	10.91	1070	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA <math>q_u</math></b>				
245.9	245.90	0.207	5.26	20.72	11.87	1164	12.75 kg/cm <sup>2</sup>		1251	kPa	
265.2	265.20	0.220	5.59	20.80	12.75	1251	Deformación en el instante de la falla, %:			5.59	
248.9	248.90	0.231	5.87	20.86	11.93	1170	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$		DURA		
<b>ESQUEMA DE FALLA</b>											
Velocidad de Deformación: 0.05% x Min      Deformación Max. permitida (15%): 0.59 Pig <b>EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL.</b>											



*[Firma]*  
**Ing. Samuel Juvenal Polanco Parodi**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218958

*[Firma]*  
**MONTAÑA**  
**AQUINO GARCIA KEVIN BIHEL**  
 TIC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

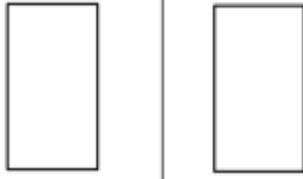
M-6 Suelo arcilloso con adición 1.2% de filamento de Nylon y 15% de cal

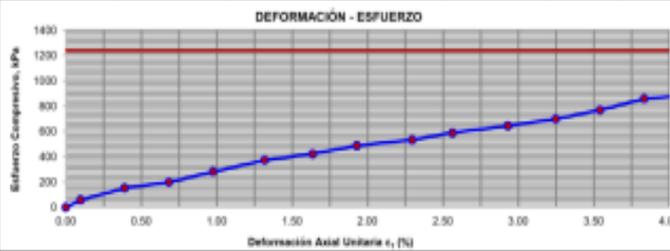
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pig)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Infiltrado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS									
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121									
NOMBRE DEL CLIENTE : BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS					FECHA DE ENSAYO :		08/03/2025		
ESTUDIO / PROYECTO:		ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024							
LOCALIZACIÓN:		HUACAR - AMBO - HUÁNUCO				MUESTRA:		M-6	
DESCRIPCIÓN:		MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO CON ADICIÓN 1,2% DE FILAMENTOS DE NYLON Y 15% DE CAL RESPECTO AL PESO SECO DEL SUELO.				PROFUNDIDAD:		2.50 m	
Kg		kgf					DIMENSIÓN PROMEDIO		
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D		50 mm
11.9	11.90	0.004	0.10	19.65	0.61	59	Longitud inicial del espécimen, (Lo)		100 mm
35.1	35.10	0.016	0.41	19.72	1.78	175	Relación Lo/D		2
45.9	45.90	0.028	0.71	19.78	2.32	228	Área (Ae)		19.63 cm <sup>2</sup>
63.4	63.40	0.040	1.02	19.84	3.20	313	Volumen		196.35 cm <sup>3</sup>
83.7	83.70	0.054	1.37	19.91	4.20	412	CONTENIDO DE HUMEDAD		
95.7	95.70	0.067	1.70	19.97	4.79	470	Obtenida después del ensayo		
109.4	109.40	0.079	2.01	20.04	5.46	535	Espécimen húmedo + Tara		526.8 g
120.5	120.50	0.094	2.39	20.12	5.99	587	Espécimen seco + Tara		491.8 g
133.7	133.70	0.105	2.67	20.17	6.63	650	Masa de Tara		37.58 g
145.2	145.20	0.120	3.05	20.25	7.17	703	Masa Espécimen húmedo		489.22 g
158.3	158.30	0.133	3.38	20.32	7.79	764	Masa Espécimen seco		454.22 g
174.3	174.30	0.145	3.68	20.39	8.55	838	Contenido de Humedad		7.7 %
195.4	195.40	0.157	3.99	20.45	9.55	937	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN		
204.2	204.20	0.170	4.32	20.52	9.95	976	Densidad Húmeda		2.49 g/cm <sup>3</sup>
215.9	215.90	0.181	4.60	20.58	10.49	1029	Densidad Seca		2.31 g/cm <sup>3</sup>
221.4	221.40	0.195	4.95	20.66	10.72	1051	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$		
243.6	243.60	0.207	5.26	20.72	11.75	1153	12.67 kg/cm <sup>2</sup>		1242 kPa
263.4	263.40	0.220	5.59	20.80	12.67	1242	Deformación en el instante de la falla, %: 5.50		
247.3	247.30	0.231	5.87	20.86	11.86	1163	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$		DURA
ESQUEMA DE FALLA									
Velocidad de Deformación: 0.5% x Min Deformación Max. (pendiente 10%): 0.59 Pig							EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL		

*[Firma]*  
**Ing. Samuel Acosta Peleco Parlane**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218098

*[Firma]*  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-7 Suelo arcilloso con adición 1.2% de filamento de Nylon y 15% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>
							DIMENSIÓN PROMEDIO		
0.0	0.00	0.000	0.00	21.24	0.00	0	Diametro, D	52	mm
12.6	12.60	0.004	0.10	21.26	0.59	98	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )	104	mm
33.2	33.20	0.016	0.39	21.32	1.56	153	Relación L <sub>0</sub> /D	2	
43.2	43.20	0.028	0.68	21.38	2.02	196	Área (A <sub>0</sub> )	21.24	cm <sup>2</sup>
61.8	61.80	0.040	0.96	21.45	2.86	283	Volumen	220.87	cm <sup>3</sup>
81.6	81.60	0.054	1.32	21.52	3.79	372	CONTENIDO DE HUMEDAD		
							Obtenida después del ensayo		
93.2	93.20	0.067	1.64	21.59	4.32	423	Espécimen húmedo + Tara	526.6	g
107.5	107.50	0.079	1.93	21.65	4.96	487	Espécimen seco + Tara	493.8	g
118.2	118.20	0.094	2.30	21.74	5.44	533	Masa de Tara	36.54	g
131.0	131.00	0.105	2.56	21.80	6.01	589	Masa Especimen húmedo	490.06	g
143.7	143.70	0.120	2.93	21.88	6.57	644	Masa Especimen seco	455.26	g
156.2	156.20	0.133	3.25	21.95	7.12	696	Contenido de Humedad	7.4	%
172.8	172.80	0.145	3.54	22.02	7.85	770	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN		
193.1	193.10	0.157	3.83	22.08	8.74	857	Densidad Húmeda	2.22	g/cm <sup>3</sup>
201.6	201.60	0.170	4.15	22.16	9.10	892	Densidad Seca	2.66	g/cm <sup>3</sup>
213.4	213.40	0.181	4.42	22.22	9.60	942	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$		
219.4	219.40	0.195	4.75	22.30	9.84	965	12.64 kg/cm <sup>2</sup>	1239	kPa
241.9	241.90	0.207	5.06	22.37	10.81	1051	Deformación en el instante de la falla, %: 5.64		
261.9	261.90	0.220	5.37	22.44	11.07	1144	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$ : DURA		
284.4	284.40	0.231	5.64	22.51	12.64	1239	ESQUEMA DE FALLA		
									
							Velocidad de Deformación: 0.5% x Min      Deformación Max. permitida (15%): 0.61 Pg		
							EQUIPO UTILIZADO: PRENSA CBR DIGITAL		



*[Firma]*  
**Ing. Samuel Jacinto Polanco Parícuti**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218958

*[Firma]*  
**MONTAÑA**  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-8 Suelo arcilloso con adición 1.2% de filamento de Nylon y 15% de cal

CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $E_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:			
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diámetro, D		50	mm
14.6	14.60	0.004	0.09	19.65	0.74	73	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )		110	mm
35.2	35.20	0.016	0.37	19.71	1.79	175	Relación L <sub>0</sub> /D		2.2	
45.6	45.60	0.028	0.65	19.76	2.31	226	Área (A <sub>0</sub> )		19.63	cm <sup>2</sup>
63.2	63.20	0.040	0.92	19.82	3.19	313	Volumen		215.98	cm <sup>3</sup>
82.9	82.90	0.054	1.25	19.88	4.17	409	CONTENIDO DE HUMEDAD			
94.8	94.80	0.067	1.55	19.94	4.75	466	Obtenida después del ensayo			
109.4	109.40	0.079	1.82	20.00	5.47	536	Espécimen húmedo + Tara		527.6	g
120.6	120.60	0.094	2.17	20.07	6.01	589	Espécimen seco + Tara		491.8	g
132.0	132.00	0.105	2.42	20.12	6.56	643	Masa de Tara		37.96	g
144.8	144.80	0.120	2.77	20.19	7.17	703	Masa Especimen húmedo		489.62	g
158.9	158.90	0.133	3.07	20.26	7.84	769	Masa Especimen seco		453.82	g
173.4	173.40	0.145	3.35	20.32	8.54	837	Contenido de Humedad		7.8	%
195.3	195.30	0.157	3.63	20.37	9.59	940	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN			
203.4	203.40	0.170	3.93	20.44	9.95	976	Densidad Húmeda		2.27	g/cm <sup>3</sup>
215.6	215.60	0.181	4.18	20.49	10.52	1002	Densidad Seca		2.10	g/cm <sup>3</sup>
221.6	221.60	0.195	4.50	20.56	10.78	1057	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$			
243.6	243.60	0.207	4.78	20.62	11.81	1159	12.79 kg/cm <sup>2</sup>		1254	kPa
264.5	264.50	0.220	5.08	20.69	12.79	1254	Deformación en el instante de la falla, %: 5.08			
255.9	255.90	0.231	5.33	20.74	12.34	1210	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$		DURA	
ESQUEMA DE FALLA										
Velocidad de Deformación: 0.5% x Min							Deformación Max. (permisible 15%): 0.65 Pg			
EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL										

*[Firma]*  
**Ing. Samuel Jacinto Pelaez Parlane**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218958

*[Firma]*  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOEL**  
 T.C. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-9 Suelo arcilloso con adición 1.2% de filamento de Nylon y 15% de cal

INFORME DE ENSAYO											
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS											
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121											
NOMBRE DEL CLIENTE : BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS						FECHA DE ENSAYO : 08/03/2025					
ESTUDIO / PROYECTO: ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024											
LOCALIZACIÓN: HUACAR - AMBO - HUÁNUCO						MUESTRA:		M-9			
DESCRIPCIÓN: MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO CON ADICIÓN 1,2% DE FILAMENTOS DE NYLON Y 15% DE CAL RESPECTO AL PESO SECO DEL SUELO.						PROFUNDIDAD:		2.50 m			
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (P/g)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:				
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldeado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>	DIMENSIÓN PROMEDIO	
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Diametro, D	50	mm		
14.5	14.50	0.004	0.09	19.65	0.74	72	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )	110	mm		
35.2	35.20	0.016	0.37	19.71	1.79	175	Relación L <sub>0</sub> /D	2.2			
56.7	56.70	0.028	0.65	19.76	2.87	281	Área (A <sub>0</sub> )	19.63	cm <sup>2</sup>		
63.1	63.10	0.040	0.92	19.82	3.18	312	Volumen	215.98	cm <sup>3</sup>		
63.4	63.40	0.054	1.25	19.88	4.19	411	CONTENIDO DE HUMEDAD				
95.7	95.70	0.087	1.85	19.94	4.80	471	Obtenida después del ensayo				
108.7	108.70	0.079	1.82	20.00	5.44	533	Espécimen húmedo + Tara	529.23	g		
121.0	121.00	0.094	2.17	20.07	6.05	591	Espécimen seco + Tara	485.3	g		
132.9	132.90	0.105	2.42	20.12	6.60	648	Masa de Tara	37.25	g		
144.9	144.90	0.120	2.77	20.19	7.18	704	Masa Espécimen húmedo	491.98	g		
159.3	159.30	0.133	3.07	20.26	7.86	771	Masa Espécimen seco	458.05	g		
172.4	172.40	0.145	3.35	20.32	8.49	832	Contenido de Humedad	7.4	%		
195.6	195.60	0.157	3.63	20.37	9.60	942	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN				
202.6	202.60	0.170	3.93	20.44	9.91	972	Densidad Húmeda	2.28	g/cm <sup>3</sup>		
215.7	215.70	0.181	4.16	20.49	10.53	1032	Densidad Seca	2.12	g/cm <sup>3</sup>		
221.6	221.60	0.195	4.50	20.56	10.78	1057	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$				
239.9	239.90	0.207	4.78	20.62	11.63	1141	12.50 kg/cm <sup>2</sup>	1226	kPa		
258.6	258.60	0.220	5.06	20.69	12.90	1228	Deformación en el instante de la falla, %: 5.06				
249.7	249.70	0.231	5.33	20.74	12.04	1181	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$ : DURA				
ESQUEMA DE FALLA											
								Velocidad de Deformación: 0.8% x Min		Deformación Max. permitida (15%): 0.65 P/g	
								EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL			

Ing. Samuel Jusuito Peláez Pardeave  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218988

MONTAÑA  
 AQUINO GARCIA KEVIN JOEL  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

M-10 Suelo arcilloso con adición 1.2% de filamento de Nylon y 15% de cal

INFORME DE ENSAYO									
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS									
ASTM D 2166 / NTP 339.167 / MTC E 121									
NOMBRE DEL CLIENTE : BACH. MILENDES, ALANIA ATAVILLOS					FECHA DE ENSAYO :		08/03/2025		
ESTUDIO / PROYECTO: ADICIÓN DE CAL Y FILAMENTOS DE NYLON Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO - 2024									
LOCALIZACIÓN: HUACAR - AMBO - HUÁNUCO					MUESTRA:		M-10		
DESCRIPCIÓN: MUESTRAS DE SUELO ARCILLOSO CON ADICIÓN 1.2% DE FILAMENTOS DE NYLON Y 15% DE CAL RESPECTO AL PESO SECO DEL SUELO.					PROFUNDIDAD:		2.50 m		
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Plg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA $\epsilon_1$ (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO COMPRESIVO, $\sigma_c$		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
Kg	kgf				kg/cm <sup>2</sup>	kPa	Inalterado <input type="checkbox"/>	Remoldado <input checked="" type="checkbox"/>	Compactado <input checked="" type="checkbox"/>
0.0	0.00	0.000	0.00	19.63	0.00	0	Dámetro, D	50	mm
13.5	13.50	0.004	0.09	19.65	0.69	67	Longitud inicial del espécimen, (L <sub>0</sub> )	110	mm
34.6	34.60	0.016	0.37	19.71	1.76	172	Relación L <sub>0</sub> /D	2.2	
55.3	55.30	0.028	0.65	19.76	2.80	274	Área (A <sub>0</sub> )	19.63	cm <sup>2</sup>
62.6	62.60	0.040	0.92	19.62	3.17	311	Volumen	215.98	cm <sup>3</sup>
62.9	62.90	0.094	1.25	19.69	4.17	409	CONTENIDO DE HUMEDAD		
94.2	94.20	0.067	1.55	19.94	4.72	463	Obtenida después del ensayo		
107.5	107.50	0.079	1.82	20.00	5.36	527	Espécimen húmedo + Tara	527.6	g
120.3	120.30	0.094	2.17	20.07	5.99	586	Espécimen seco + Tara	492.6	g
131.2	131.20	0.105	2.42	20.12	6.52	639	Masa de Tara	37.25	g
143.8	143.80	0.120	2.77	20.19	7.12	696	Masa Espécimen húmedo	490.35	g
156.7	156.70	0.133	3.07	20.26	7.83	768	Masa Espécimen seco	455.35	g
171.2	171.20	0.145	3.35	20.32	8.43	826	Contenido de Humedad	7.7	%
194.2	194.20	0.157	3.63	20.37	9.53	935	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN		
201.7	201.70	0.170	3.93	20.44	9.87	968	Densidad Húmeda	2.27	g/cm <sup>3</sup>
214.3	214.30	0.181	4.16	20.49	10.46	1029	Densidad Seca	2.11	g/cm <sup>3</sup>
220.7	220.70	0.195	4.50	20.56	10.73	1053	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA $q_u$		
236.4	236.40	0.207	4.78	20.62	11.96	1134	12.44 kg/cm <sup>2</sup>		1220 kPa
257.4	257.40	0.220	5.06	20.69	12.44	1220	Deformación en el instante de la falla, %: 5.06		
245.6	245.60	0.231	5.33	20.74	11.84	1161	CONSISTENCIA SEGÚN $q_u$		DURA
ESQUEMA DE FALLA									
					Velocidad de Deformación: 0.5% x Min      Deformación Max. permitida (15%): 0.65 Plg				
EQUIPO UTILIZADO: PRESNA CBR DIGITAL									

Ing. Samuel Juvenal Pelcon Pardeave  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218966

AQUINO GARCÍA KEVIN JOEL  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

### ANEXO 3

### PLANO DE LOCALIZACIÓN



## ANEXO 4

### PANEL FOTOGRAFICO

**Figura 11**

*Excavación de calicata y extracción de material inalterada*



**Figura 12**

*El pesaje de la tierra para el ensayo granulométrico*



**Figura 13**  
*Preparación para el ensayo granulométrico*



**Figura 14**  
*Vibrado manual de los tamices*



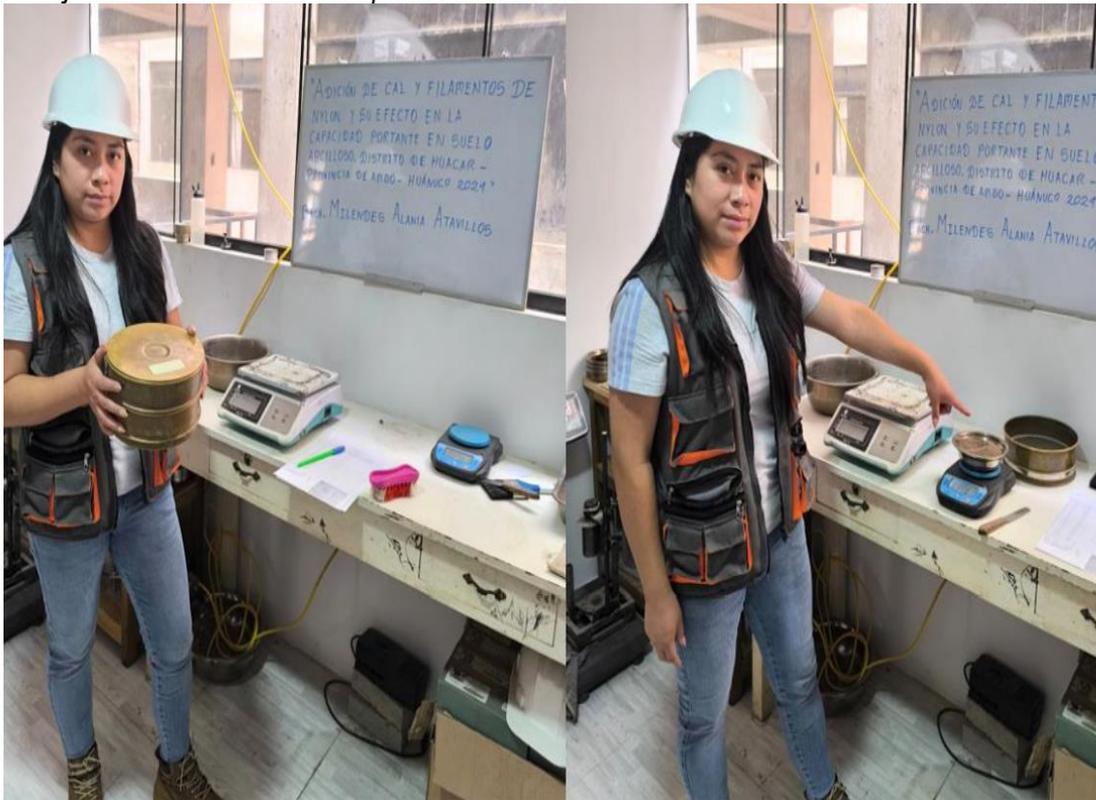
**Figura 15**  
*Pesaje de las muestras de suelos retenidas en los tamices*



**Figura 16**  
*Pesaje de las muestras de suelos retenidas en los tamices*



**Figura 17**  
*Pesaje de la muestra de suelo pasante del tamiz N° 40*



**Figura 18**  
*Preparación de la muestra de suelo para el ensayo de Casagrande*



**Figura 19**  
*Llenado de muestra a la cuchara de Casagrande*



**Figura 20**  
*Trazo de hendidura con el acanalador de bronce*



**Figura 21**  
*Golpes del suelo con la Casagrande*



**Figura 22**

*Pesaje de la muestra después del ensayo de Casagrande*



**Figura 23**  
*Pesaje de la muestra de Casagrande*



**Figura 24**  
*Ensayo de limite plástico del suelo*



**Figura 25**  
*Pesaje de las muestras elipsoides del suelo*



**Figura 26**  
*Pesajes de 0.4% de filamentos de Nylon y 5% de cal*



**Figura 27**  
Pesajes de 0.8% de filamentos de Nylon y 10% de cal



**Figura 28**  
Pesajes de 1.2% de filamentos de Nylon y 15% de cal



**Figura 29**  
*La muestra extraída del suelo*



**Figura 30**  
*Cortamos la muestra a una altura especificada de 4"*



**Figura 31**  
*La muestra se pone en el entallador*



**Figura 32**  
*Entallamiento de la muestra de suelo*



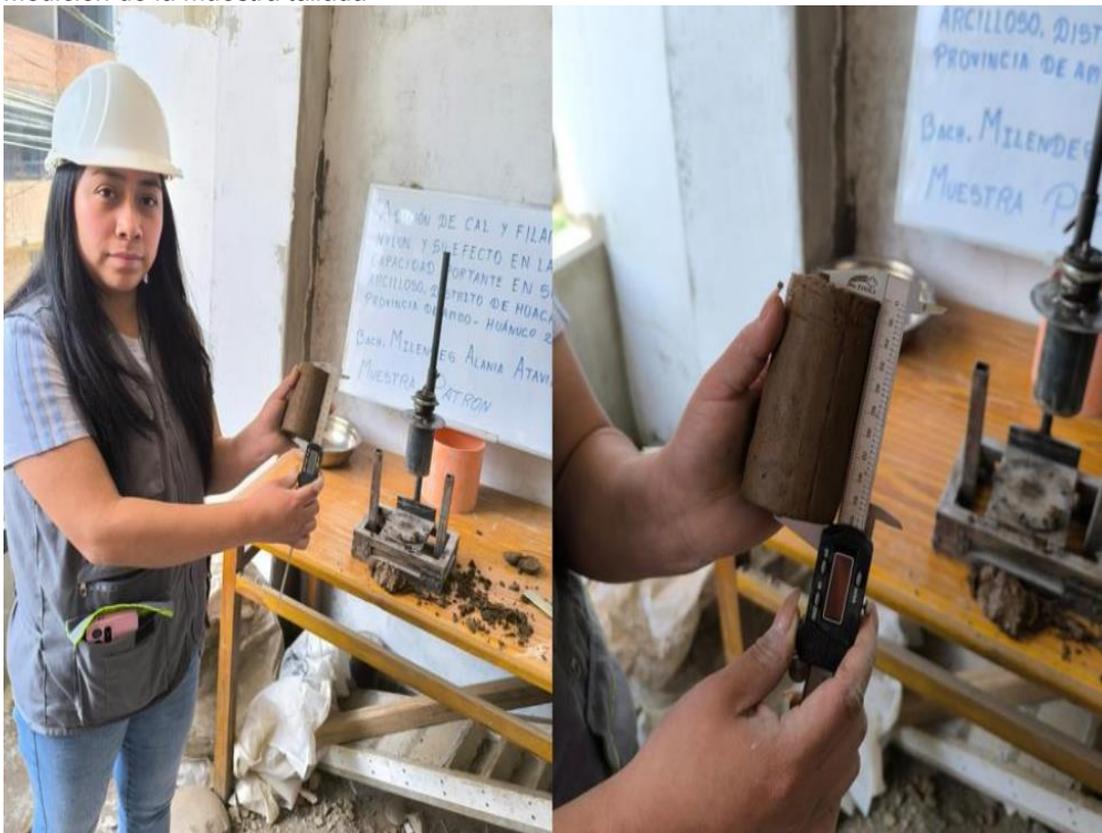
**Figura 33**

*Entallamiento de la muestra de suelo hasta llegar a su diámetro óptimo*

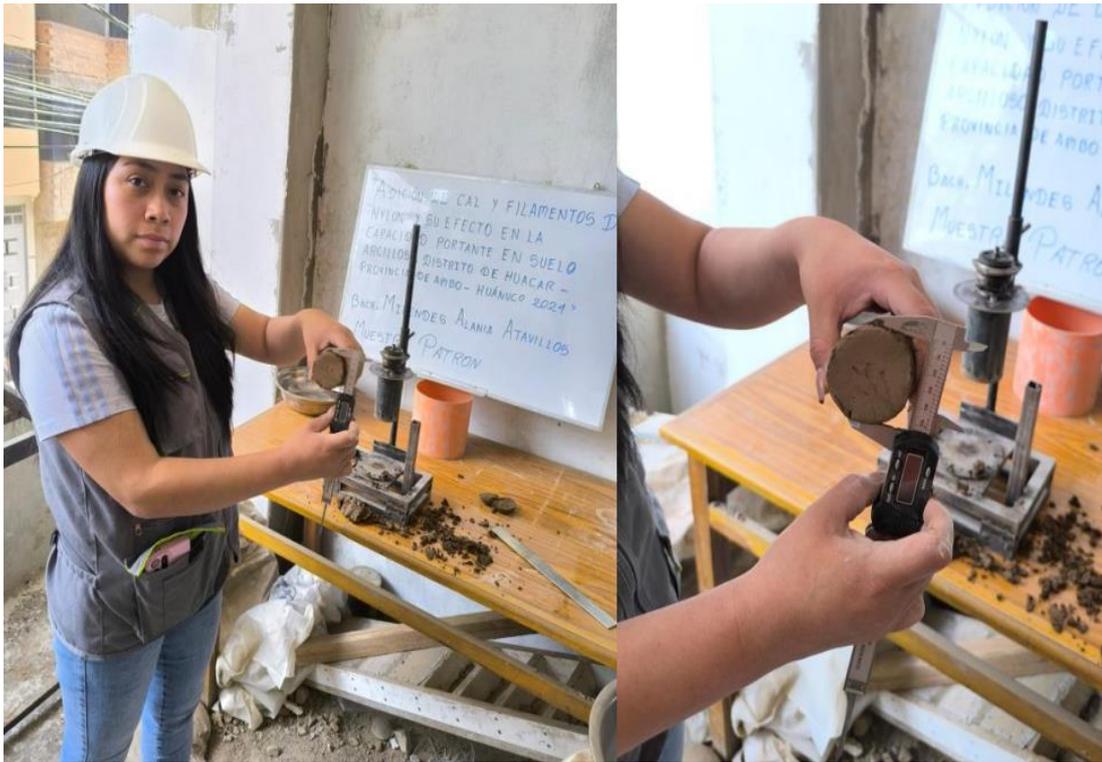


**Figura 34**

*Medición de la muestra tallada*



**Figura 35**  
*Medición de la muestra tallada*



**Figura 36**  
*Se tamiza la tierra para las adiciones*



**Figura 37**  
*Pesaje de la tierra tamizada*



**Figura 38**  
*Adición de 0.4% de filamentos de Nylon y 5% de cal*



**Figura 39**  
*Adición de 0.8% de filamentos de Nylon y 10% de cal*



**Figura 40**  
*Adición de 1.2% de filamentos de Nylon y 15% de cal*



**Figura 41**  
*Humedecemos la tierra*



**Figura 42**

*Se batirá el suelo con las adiciones hasta que el suelo este homogéneo*



**Figura 43**  
*Proceso del llenado del molde cilíndrico con el suelo y sus adiciones*



**Figura 44**  
*Proceso de desmoldeo de las muestras de suelo con sus respectivas adiciones*



**Figura 45**

*Muestra poblacional de los testigos cilíndricos de suelos con adiciones de fibras de Nylon y cal*



**Figura 46**

*Colocación de la muestra de suelo (Patrón)*



**Figura 47**  
Registro de la carga máxima y deformación que da el suelo



**Figura 48**  
Colocación de la muestra de suelo con adición de 0.4% de Nylon y 5% de cal



**Figura 49**

Registro de la carga máxima y deformación que da el suelo con adición de 0.4% de Nylon y 5% de cal



**Figura 50**

Colocación de la muestra de suelo con adición de 0.8% de Nylon y 10% de cal



**Figura 51**

Registro de la carga máxima y deformación que da el suelo con adición de 0.8% de Nylon y 10% de cal



**Figura 52**

Colocación de la muestra de suelo con adición de 1.2% de Nylon y 15% de cal



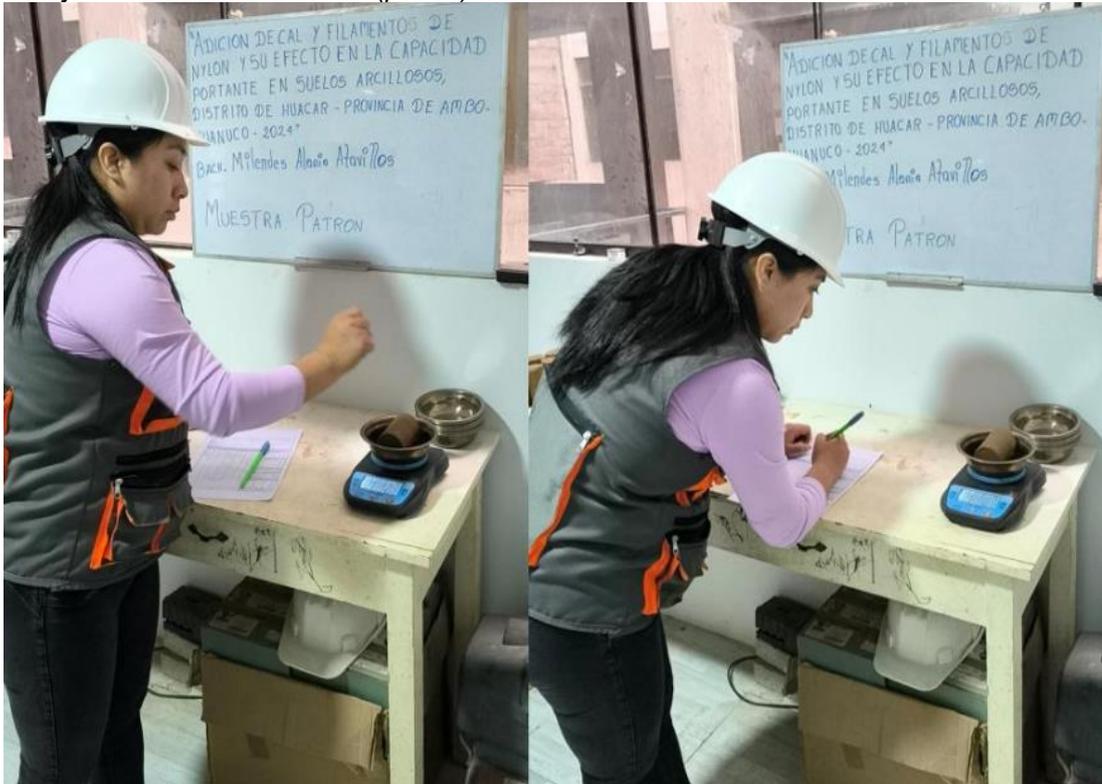
**Figura 53**

Registro de la carga máxima y deformación que da el suelo con adición de 1.2% de Nylon y 15% de cal



**Figura 54**

Pesaje de la muestra cilíndrica (patrón)



**Figura 55**

*Pesaje de la muestra cilíndrica con adición de 0.4% de Nylon y 5% de cal*



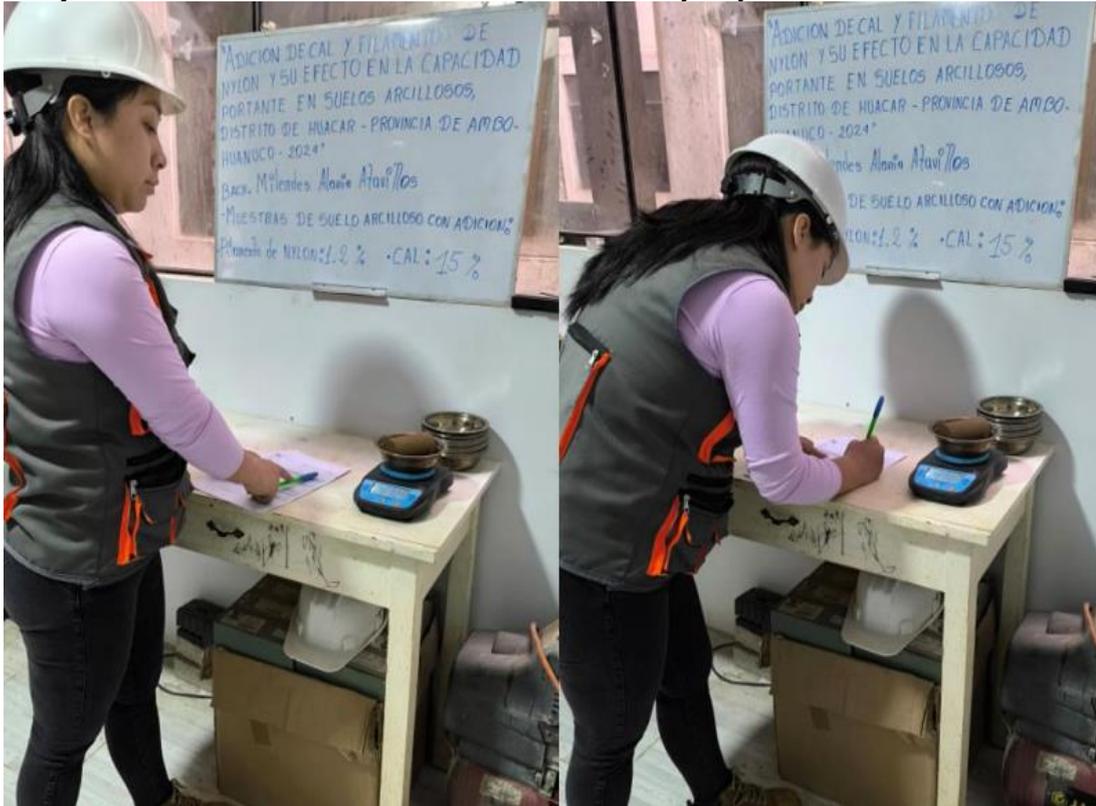
**Figura 56**

*Pesaje de la muestra cilíndrica con adición de 0.8% de Nylon y 10% de cal*



**Figura 57**

*Pesaje de la muestra cilíndrica con adición de 1.2% de Nylon y 15% de cal*



**Figura 58**

*Llevado al horno*

