



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Propuesta de diseño de cimentación superficial para edificaciones sobre arcillas expansivas ubicadas en la zona lacustre del Lago Titicaca, Puno, 2023

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Aguilar Mamani, Wilson Yosse (orcid.org/0000-0003-1939-6028)

**ASESOR:**

Mtro. Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan (orcid.org/0000-0002-2026-0411)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional en cada paso de mi vida. en Hoy quiero dedicar unas palabras llenas de gratitud, porque ustedes han sido mi mayor apoyo y fuerza durante toda mi carrera profesional. Desde el comienzo hasta este momento, han estado a mi lado, brindándome su aliento y confianza incondicional.

A ti, mamá, quiero dedicarte unas palabras Tú has sido mi más grande apoyo y has estado a mi lado en cada paso de mi carrera profesional.

**Wilson Yosse Aguilar Mamani**

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en cada paso de mi vida, brindándome la oportunidad de vivir y perseguir mis metas.

Quiero expresar mi agradecimiento a mi familia, especialmente a mis padres, por guiarme y motivarme en mi búsqueda de superación, por fomentar mi constante desarrollo y por brindarme su apoyo en todas mis elecciones relacionadas con mi carrera profesional.

A todo el personal de laboratorio de mecánica de suelos, por su confianza y disposición de apoyarme.

**Wilson Yosse Aguilar Mamani**



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BARRANTES MANN LUIS ALFONSO JUAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis Completa titulada: "Propuesta de diseño de cimentación superficial para edificaciones sobre arcillas expansivas ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023", cuyo autor es AGUILAR MAMANI WILSON YOSSE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 23 de Noviembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
BARRANTES MANN LUIS ALFONSO JUAN DNI: 07795005  ORCID: 0000-0002-2026-0411	Firmado electrónicamente por: ABARRANTESMA el 05-12-2023 16:50:19

Código documento Trilce: TRI - 0662982



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, AGUILAR MAMANI WILSON YOSSE estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis Completa titulada: "Propuesta de diseño de cimentación superficial para edificaciones sobre arcillas expansivas ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis Completa:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI DNI: 76390470 ORCID: 0000-0003-1939-6028	Firmado electrónicamente por: WYAGUILAR el 23-11-2023 06:29:46

Código documento Trilce: TRI - 0662983

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	30
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	30
3.2 Variables y operacionalización.....	31
3.3 Población, muestra y muestreo.....	32
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
3.5 Procedimientos.....	35
3.6 Método de análisis de datos.....	36
3.7 Aspectos éticos.....	36
IV. RESULTADOS.....	37
V. DISCUSIÓN.....	66
VI. CONCLUSIONES.....	70
VII. RECOMENDACIONES.....	72

REFERENCIAS.....	73
ANEXOS.....	77

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Clasificación de acuerdo a su actividad_____	13
<b>Tabla 2</b> Actividad de acuerdo a los minerales de las arcillas_____	14
<b>Tabla 3</b> Clasificación de grado de expansibilidad_____	14
<b>Tabla 4</b> Clasificación de grado de expansibilidad_____	15
<b>Tabla 5</b> Clasificación de grado de expansibilidad (Chen)_____	15
<b>Tabla 6</b> Clasificación de grado de expansibilidad (Gonzales de Vallejo)_____	16
<b>Tabla 7</b> Grado de expansión Seed, Woodward y Lungren_____	17
<b>Tabla 8</b> Factores de carga está en función al ángulo de fricción_____	23
<b>Tabla 9</b> Valores de coeficiente de capacidad pasiva $K_{p\gamma}$ _____	23
<b>Tabla 10</b> Valores de $N_c$ expresada como la relación $D_f/B$ _____	24
<b>Tabla 11</b> Resultado del análisis granulométrico y límites de consistencia de la calicata C-1_____	41
<b>Tabla 12</b> Resultado del análisis granulométrico y límites de consistencia de la calicata C-2_____	41
<b>Tabla 13</b> Resultado del análisis granulométrico y límites de consistencia de la calicata C-3_____	42
<b>Tabla 14</b> Resultados de granulometría por sedimentación_____	42
<b>Tabla 15</b> Tipo de mineral según su actividad_____	43
<b>Tabla 16</b> Análisis del grado de expansión Seed, Woodward y Lungren_____	43
<b>Tabla 17</b> Resultados del % de expansión según Nayak y Christensen_____	44
<b>Tabla 18</b> Resultados del % de expansión según Schneider y Poor_____	45
<b>Tabla 19</b> Resultados del % de expansión según Sabtan_____	45
<b>Tabla 20</b> Resultados del % de expansión según Chen_____	46
<b>Tabla 21</b> Resultados del % de expansión según Basma_____	46
<b>Tabla 22</b> Resumen de % de expansibilidad_____	47
<b>Tabla 23</b> Resumen de LL, IP, % $<2\mu\text{m}$ y % Expansión de las calicatas_____	47
<b>Tabla 24</b> Resumen de grado de expansión de las calicatas_____	48

<b>Tabla 25</b> Resumen de la caracterización de la arcilla expansiva_____	48
<b>Tabla 26</b> Resultado del análisis propiedades mecánicas de la calicata C-1 _	51
<b>Tabla 27</b> Resultado del análisis propiedades mecánicas de la calicata C-2 _	51
<b>Tabla 28</b> Resultado del análisis propiedades mecánicas de la calicata C-3 _	51
<b>Tabla 29</b> Resultado de Presión de expansión_____	51
<b>Tabla 30</b> Capacidad de carga por teoría de Skempton_____	53
<b>Tabla 31</b> Capacidad de carga por teoría de Skempton influencia por la presión de expansión._____	54
<b>Tabla 32</b> Metrado de cargas de la edificación de 3 niveles_____	58
<b>Tabla 33</b> Verificación de presiones del suelo_____	58
<b>Tabla 34</b> Verificación por punzonamiento_____	59
<b>Tabla 35</b> Calculo área de acero requerido_____	65

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Distribución de esfuerzos transmitida al terreno	26
<b>Figura 2</b> Perímetro crítico columna central	26
<b>Figura 3</b> Perímetro crítico columna borde	27
<b>Figura 4</b> Perímetro crítico columna esquina	27
<b>Figura 5</b> Losa de cimentación tipo nervada	29
<b>Figura 6</b> Diagrama de flujo de procedimiento	35
<b>Figura 7</b> Ubicación política	37
<b>Figura 8</b> Mapa del distrito de Puno	38
<b>Figura 9</b> Mapa de la zona de estudio	38
<b>Figura 10</b> Ensayo de laboratorio para Caracterizar la arcilla expansiva	40
<b>Figura 11</b> Resultado de ensayo de doble edómetro	49
<b>Figura 12</b> Ensayo de laboratorio para determinar sus propiedades mecánicas	50
<b>Figura 13</b> Grafica esfuerzo deformación de calicata C-1	52
<b>Figura 14</b> Parámetros de resistencia C-1	53
<b>Figura 15</b> Grafica capacidad admisible vs capacidad admisible afectada por la presión de expansión.	54
<b>Figura 16</b> Modelado de la estructura	56
<b>Figura 17</b> Sección de la losa nervada	60
<b>Figura 18</b> Modelamiento de la losa nervada	61
<b>Figura 19</b> Asentamiento de la losa nervada	61
<b>Figura 20</b> Análisis de momento de la losa nervada en dirección "X"	62
<b>Figura 21</b> Análisis de momento de la losa nervada en dirección "Y"	63
<b>Figura 22</b> Análisis de cortantes en dirección "X"	64
<b>Figura 23</b> Análisis de cortantes en dirección "Y"	64
<b>Figura 24</b> Sección de la losa nervada con distribución de acero	65

## Resumen

El principal objetivo de esta investigación es determinar los parámetros geotécnicos de las arcillas expansivas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023. Con este fin, se adoptó una metodología de diseño exploratoria con un enfoque cuantitativo. El diseño utilizado fue no experimental, con un nivel explicativo. La población de estudio consistió en las edificaciones situadas en la zona lacustre de la ciudad de Puno. Para obtener una muestra representativa, se seleccionaron tres calicatas ubicadas en la intersección de la Avenida Urus Chulluni. Los resultados obtenidos en el análisis de los parámetros geotécnicos de las arcillas expansivas se presentan a continuación.

Los resultados mostraron que el porcentaje de finos varió entre 97.23% y 98.51%, mientras que el límite líquido se encontró en el rango del 60% al 82% y el índice de plasticidad varió entre 37% y 57%. El porcentaje de arcillas osciló entre 62.3% y 66.1% en las tres calicatas. Además, se determinó que el grado de expansión del suelo es muy alto, se encontró que la capacidad admisible calculada según el método de Skempton fue de 2.37 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, al considerar la presión de expansión, esta se redujo ligeramente a 2.35 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una disminución de aproximadamente el 0.76%. También se determinó que la presión de expansión con el nivel freático actual es de 0.36 kg/cm<sup>2</sup>, indicando que el suelo está parcialmente saturado, el diseño de la losa nervada propuesto tiene un ancho de 0.40 metros y una separación de los nervios de 0.75 metros, alcanzando una altura de 0.50 metros en ambas direcciones. La losa fue diseñada para una edificación de tres niveles, verificando que las presiones y el punzonamiento no excedieran los límites admisibles. Se utilizó el programa ROBOT STRUCTURAL para modelar el diseño y analizar los momentos y cortantes para la distribución de los aceros. Se concluye que la utilización de la losa nervada sobre arcillas expansivas es una alternativa apropiada para cimentación sobre suelos expansivos.

**Palabras clave:** Grado de expansión, capacidad admisible, losa nervada.

## Abstract

The main objective of this research is to determine the geotechnical parameters of expansive clays in the lacustrine area of Lake Titicaca, Puno, in 2023. For this purpose, an exploratory design methodology with a quantitative approach was adopted. The design used was non-experimental, with an explanatory level. The study population consisted of buildings located in the lacustrine area of the city of Puno. To obtain a representative sample, three test pits located at the intersection of Urus Chulluni Avenue were selected. The results obtained in the analysis of the geotechnical parameters of expansive clays are presented below.

The results showed that the percentage of fines varied between 97.23% and 98.51%, while the liquid limit was in the range of 60% to 82%, and the plasticity index varied between 37% and 57%. The percentage of clays ranged from 62.3% to 66.1% in the three test pits. Furthermore, it was determined that the degree of soil expansion is very high. The allowable capacity calculated using the Skempton method was found to be 2.37 kg/cm<sup>2</sup>. However, when considering the expansion pressure, it slightly reduced to 2.35 kg/cm<sup>2</sup>, representing a decrease of approximately 0.76%. It was also found that the expansion pressure with the current water table level is 0.36 kg/cm<sup>2</sup>, indicating that the soil is partially saturated.

The proposed design for the ribbed slab has a width of 0.40 meters and a rib spacing of 0.75 meters, reaching a height of 0.50 meters in both directions. The slab was designed for a three-story building, ensuring that the pressures and punching shear did not exceed the allowable limits. The ROBOT STRUCTURAL program was used to model the design and analyze the moments and shears for steel distribution. In conclusion, the use of a ribbed slab on expansive clays is an appropriate alternative for foundation on expansive soils.

**Keywords:** degree of expansion, allowable capacity, ribbed slab.

## I. INTRODUCCIÓN

La presencia de un comportamiento expansivo del material en el daño estructural no fue reconocida por los investigadores de suelos y cimientos como la principal causa de deterioro en la práctica se reconocieron solo hasta fines de la década de 1930. (Patrone y Prefumo, 2015, p.1).

En el pasado, el problema de los suelos expansivos era ignorado en la mayoría de las construcciones, lo que resultó en la edificación de urbanizaciones, pueblos y otras construcciones sin tener conocimiento de esta problemática. Incluso en los estudios de mecánica de suelos, rara vez se mencionaba la existencia de este problema. En la actualidad, es difícil encontrar un suelo arcilloso que no se identificado como potencial expansivo. Los suelos sobre los que se ha construido tradicionalmente y que no presentan evidencia de signos que indiquen la necesidad de medidas especiales para tratarlo, se consideran actualmente peligrosos para la construcción debido a su potencial de expansión. Estudios geotécnicos recientes identifican suelos expansivos, como las arcillas grises verdosas en las principales calles del antiguo Madrid, y recomiendan diferentes medidas destinadas a contrarrestar este efecto. (Llorca, 1980, p.71).

Por consiguiente, es indispensable llevar a cabo análisis muy meticulosos, mediante estudios detallados, como ensayos de laboratorio, modelado matemático y estudios geológicos, cuando se trate de suelos expansivos para identificar su capacidad de expansión y determinar posibles métodos y opciones para estabilizar el suelo. (Quintero y Gallardo, 2015, p. 84)

Frente a un suelo potencialmente expansivo, hay dos maneras de acción. Actuar en sentido de disminuir o anular la expansión del suelo o actuar sobre la estructura a través de un diseño de cimentación apropiado (Patrone y Prefumo, 2015, p.9).

El suelo en el Perú es muy variado y cambia con el tiempo debido a diversos factores que pueden afectar su estabilidad, como los terremotos. Un ejemplo notable de esto fue el sismo del 31 de mayo de 1970, que provocó la licuefacción de grandes áreas en Chimbote, Ancash. La información sobre este fenómeno en Perú es limitada, por lo que se necesita llevar diversos estudios geotécnicos en diferentes regiones del país. A medida que la sociedad se vuelve más urbana y se aleja de la naturaleza, es fácil perder de vista la importancia de

los suelos para nuestra supervivencia. Existen varias técnicas que se pueden utilizar en estas situaciones, pero la elección y la capacidad de resolución dependerán de las características de la construcción y las necesidades de mejora del terreno para su correcto funcionamiento. (De la Cruz, Noel, 2022, p. 35)

La ciudad de Puno, con desarrollo comercial, se ha constituido un destino para migrar llegando de varias localidades buscando mejores condiciones de vida, pero eso mismo en los últimos años ha generado aumento de la población, esto ha generado la expansión urbana, conlleva a la autoconstrucción de viviendas en lugares donde no se tienen estudio sobre el tipo de suelo. La autoconstrucción se está expandiéndose en la zona lacustre de la bahía de Puno, desconociéndose el tipo de suelo que se encuentra y no tienen un diseño de una cimentación superficial para el tipo de suelo que se encuentra, esto ha originado problemas como asentamientos, grietas de las viviendas de la bahía de la ciudad de Puno. En la bahía de Puno se observa presencia de un tipo de suelo expansivo arcilloso estos presentan cambios en su volumen cuando varía su humedad, estos suelos expansivos tienen la capacidad de absorber una gran cantidad de agua y retenerla debido a su composición mineralógica, esto ocasionando aumento de volumen originado grietas y reducción de volumen originado asentamientos en las viviendas de la bahía de la ciudad de Puno.

En nuestra ciudad, concretamente en las obras ejecutadas en la bahía de la ciudad de Puno, se proyectan cimentaciones siguiendo un procedimiento tradicional no sometido a reflexión ni análisis sobre la aplicabilidad de los métodos para calcular capacidad de carga y asentamiento. Esto quizá explique la situación observable en diversos sectores de la zona objeto de estudio. Esta situación se refiere a notables asentamientos diferenciales que causaron y aún causan daños en los elementos estructurales y la albañilería de casas y edificios de la zona. (Laura, 2015, p. 5)

Se plantea el **problema general** ¿En qué medida los parámetros geotécnicos de las arcillas expansivas influyen en la propuesta de diseño de cimentación superficial para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023?, así mismo los **problemas específicos**:

- ¿Cuál es el grado de expansión de la arcilla expansiva en la propuesta de diseño cimentación superficial para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023?
- ¿Cómo afecta el nivel freático en la arcilla expansiva en la propuesta de diseño cimentación superficial para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023?
- ¿Cuál son los parámetros al considerar la propuesta de diseño de cimentación superficial con losa nervada para edificaciones sobre arcillas expansivas ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023?

**Justificación teórica** de la investigación se realizará con el propósito de dar a conocer los efectos de las arcillas expansivas y cómo actuar sobre ellas para ser utilizados en un diseño de cimentación. El desarrollo del estudio se hará de acuerdo con las teorías existentes y métodos científicos, las cuales podrán ser validadas y utilizadas por otros investigadores.

**Justificación practica** de la presente investigación determinará el diseño adecuado para los suelos finos cohesivos de la bahía de la zona lacustre, formado por los suelos arcillosos transportados, ya que estas arcillas expansivas tienen cambiar su volumen por el cambio de humedad, Se analizarán los resultados para determinar la cimentación más adecuada según los resultados encontrados.

**Justificación social** de la investigación proporcionará orientación técnica sobre el tipo de suelo arcilloso donde se encuentran las viviendas autoconstruidas o futuras construcciones en la bahía del lago de la zona lacustre de Puno.

**Justificación metodológica** de la investigación actual se realiza en el campo y gabinete, en una fase inicial que es la prospección del área de estudio a analizar, acompañada de ensayos de campo, para continuar luego con la ejecución de ensayos en laboratorio y el análisis de los resultados obtenidos.

**El objetivo general** es determinar los parámetros geotécnicos de las arcillas expansivas para proponer un diseño de cimentación superficial adecuado para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023, así mismo los **problemas específicos**:

- Determinar el grado de expansión de la arcilla en la propuesta de diseño cimentación superficial para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023.
- Evaluar el nivel freático en la arcilla expansiva en la propuesta de diseño cimentación superficial para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno ,2023
- Proponer diseño de cimentación superficial con losa nervada para edificaciones sobre arcillas expansivas ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023.

**La hipótesis general** se planteó: Los parámetros geotécnicos de las arcillas expansivas ejercen una influencia determinante en la propuesta de diseño superficial sobre arcillas expansivas para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, puno, 2023, así mismo con las **hipótesis específicas**:

- El grado de expansión de la arcilla en la propuesta de diseño cimentación superficial es muy alto para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023.
- El nivel freático de la arcilla expansiva es un factor determinante en la propuesta de diseño cimentación superficial para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno ,2023
- La Propuesta diseño de cimentación con losa nervada es adecuado para edificaciones sobre arcillas expansivas ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales tenemos en esta investigación Flores (2018), tuvo como objetivo analizar de los suelos expansivos con el propósito de diseñar cimentaciones superficiales en la victoria Chiclayo. Fue un estudio que implementó una metodología aplicada, de nivel descriptivo, con un diseño de investigación no experimental. La población de estudio la habilitación Urbana Miguel Sánchez Gonzales. Los instrumentos empleados fueron fichas bibliográficas. Se llevaron a cabo ensayos de laboratorio en las muestras de suelo, y los resultados arrojaron índices de plasticidad elevados, lo que indica que los suelos de la zona presentan un porcentaje moderado a alto de expansión. Posteriormente, se realizó el ensayo de expansión en las muestras inalteradas extraídas, y los resultados coincidieron en mostrar un alto grado de expansión, se concluye que suelos expansivos afectan las cimentaciones superficiales, se determinó la capacidad portante del terreno para el diseño y análisis de una cimentación, siguiendo la norma E.050 como referencia.

Juárez (2022), tuvo como objetivo identificar los principales parámetros geotécnicos del suelo arcilloso que afectan al diseño de cimentaciones en edificaciones en Amancaes, Abancay, Apurímac en 2022. Fue un estudio que implementó una metodología aplicada, de nivel descriptivo, con un diseño de investigación no experimental. La población de estudio se consideró el sector de Amancaes de la ciudad de Abancay y el muestreo fue no probabilístico. Los instrumentos empleados fueron muestras en la zona de estudio y bibliografía e investigaciones similares o relacionadas al tema de investigación. Los resultados fueron que los parámetros de resistencia al corte ( $C$  y  $\phi$ ), capacidad admisible y asentamiento por consolidación de muestras de suelo arcilloso (CH) influyeron para elegir un diseño técnica y económicamente viable. La baja permeabilidad sugirió zapatas aisladas y combinadas. El parámetro de deformación influyó dado el suelo arcilloso (CH) de alta plasticidad. La capacidad admisible dependió de  $C$ ,  $\phi$  y método, influyendo en el diseño, se concluye que la capacidad admisible, asentamiento y permeabilidad de suelo arcilloso (CH) influyeron para proponer zapatas combinadas y aisladas, técnica y económicamente viables. La capacidad admisible promedio ( $1.37 \text{ Kg/cm}^2$ ) sugirió esto. El asentamiento final ( $0.638 \text{ cm}$ ) y parámetro de deformación indicaron seguridad y viabilidad. La baja permeabilidad sugirió distribuir mejor las cargas con zapatas aisladas y

combinadas.

Continuando Scipion (2022), tuvo como objetivo principal de este estudio es reconocer y categorizar los suelos arcillosos con alta plasticidad que presenten características expansivas. Fue un estudio que implementó una metodología aplicada, de nivel descriptivo, con un diseño de investigación no experimental. La población de estudio se consideró la I.E. nuestra señora del rosario del distrito San Martín de Porres y el muestreo fue no probabilístico. Los instrumentos empleados fueron muestras de datos fueron las guías, formatos, manuales. Los resultados que las características de cada tipo de suelo, como contenido de arena, limo y finos. Se encontraron suelos arcillosos delgados con presencia de arena en algunas calicatas, y se especificó su color, textura y humedad. En cuanto a la expansión de los suelos, se obtuvieron valores de expansión libre y controlada, indicando un potencial de expansión muy bajo y un grado de expansividad bajo. Además, se registraron los índices de plasticidad (IP) que variaron entre 13% y 23%, y en algunos casos se obtuvieron valores de N.P. (no plástico), se concluye que el cálculo de la capacidad admisible permitió concluir que se pueden considerar diferentes tipos de cimentaciones, como zapatas aisladas, conectadas o combinadas, y/o cimientos corridos, según las necesidades de la construcción, incluyendo muros de contención con zapata rectangular corrida.

Seguidamente los antecedentes internacionales a Idrovo (2021), El objetivo fue detectar suelos con propensión a la expansión en la ciudad de Cuenca. Fue un estudio que implementó una metodología aplicada, de nivel descriptivo, con un diseño de investigación no experimental. La población de estudio estuvo conformada cinco suelos ubicados Ciudad de Cuenca, y el muestreo fue no probabilístico. Se realizaron análisis de cinco tipos de suelos en distintas áreas de la ciudad de Cuenca (Gapal, Valle, Challuabamba, Sidcay y Miraflores) y uno de la ciudad de Azogues. Estos suelos fueron clasificados según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y su grado de expansividad. Las clasificaciones fueron las siguientes: Arcilla de baja plasticidad con grado de expansión medio, Arena arcillosa con grado de expansión bajo, Arcilla de alta plasticidad con grado de expansión muy alto, Arena arcillosa con grado de expansión bajo, y Arcilla de alta plasticidad con grado de expansión muy alto. Para la caracterización, se llevaron a cabo distintos ensayos, entre

ellos la expansión libre, expansión controlada, ensayo de Lambe y ensayo de expansión libre en probeta. Además, se realizaron análisis de propiedades como los límites de Atterberg, la gravedad específica y la granulometría de los suelos y se concluye que el estudio, se proporcionan recomendaciones para la clasificación de dos grupos de suelos con respecto a su grado de expansión. Se sugiere utilizar la clasificación de Holtz & Gibbs, basada en el índice de plasticidad, para el primer grupo de suelos. Para el segundo grupo, se recomienda la clasificación propuesta por González Vallejo, que incluye parámetros adicionales como el porcentaje de finos y el límite líquido, además del ensayo de expansión. Se realizaron correlaciones entre diferentes ecuaciones para calcular el porcentaje y la presión de expansión. Sin embargo, al comparar estos resultados con los ensayos directos de presión y porcentaje de expansión, se encontró un alto margen de error en todas las expresiones. Esto sugiere que las correlaciones no son aplicables a los suelos específicos analizados en este estudio. Es probable que las muestras utilizadas para desarrollar esas correlaciones no sean representativas de los suelos estudiados.

Luego se tiene a Rodríguez (2021), tuvo como objetivo desarrollar un diseño de cimentación adecuado para un edificio ubicado en la calle Peztaozzi, teniendo en cuenta sus características arquitectónicas, estructurales y condiciones geotécnicas del sitio, Con el fin de lograr resultados satisfactorios conforme a diferentes evaluaciones de seguridad. Fue un estudio que implementó una metodología aplicada, de nivel explicativo, con un diseño de investigación no experimental. La población de estudio estuvo conformada por muestras de una obra situada en la calle Pestalozzi de la Ciudad de México, y el muestreo fue no probabilístico. Los instrumentos empleados fueron muestras de suelos disponibles de la zona y del sitio, dos sondeos exploratorios (SE), dos sondeos de muestreo selectivo (SM), cuatro pozos a cielo abierto (PCA) y seis ensayos con Penetrómetro Dinámico Ligerero PANDA (PA) y ensayos de laboratorio. Los principales resultados fue realizar varias evaluaciones de seguridad para garantizar el buen comportamiento de la cimentación, pero no se utilizarán como guía de diseño las condiciones de estados límite de la normativa. Sólo se garantizará su cumplimiento en términos de falla y servicio. Se analizó la losa de cimentación y se verificó que cumple las condiciones de capacidad de carga para cargas estáticas y sísmicas, revisando esfuerzos o estados límite.

Pero no se cumplen las condiciones de servicio del reglamento. Por ello, se concluye que la losa de cimentación a 2.7 m de profundidad no satisface esta condición de servicio. El diseño no será basado exclusivamente en la normativa, pero se comprobará que la cimentación cumple requisitos limitando la falla o garantizando el servicio. La losa de cimentación no satisfizo el ELS, por lo que se propuso una nueva cimentación para cumplir este análisis o los criterios de asentamiento. Cualquier propuesta debe mostrar compatibilidad con el hundimiento regional de 5 cm/año. Se concluye que el sistema definitivo será losa complementada por pilotes para reducir asentamientos dada la carga. Incluyendo una losa a 2.7 m y 167 pilotes cuadrados de 40 cm, a 24 m de profundidad y separación mínima de 2.1 m. Se hincarán a percusión previa perforación para proteger colindancias a 14 m. ello Satisfará ELS, asentamientos y compatibilidad con el hundimiento regional.

El artículo de investigación según Tena (2021), en cuyo objetivo se realizaron estudios y se modelaron numéricamente el proceso constructivo, incluyendo la excavación, colocación de la estructura de cimentación, relleno y compactación, para estimar las deformaciones, movimientos y cambios en las presiones intersticiales del suelo arcilloso. En paralelo, se instrumentó el suelo mediante extensómetros, inclinómetros, piezómetros y otros dispositivos para medir estas magnitudes durante la construcción de la cimentación del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM), específicamente correspondiente al Automatic People Mover (APM). La comparación de los resultados de la modelación numérica y Las mediciones en el sitio de la instrumentación durante la construcción mostraron un comportamiento coherente entre sí. El diseño ingenieril y proceso constructivo del APM fueron analizados en detalle, ejecutando los trabajos de modo que se obtuvo un excelente comportamiento geomecánico y estructural de la losa de cimentación. Las ligeras desviaciones de centímetros entre las estimaciones y reportes constructivos fueron resultado principalmente de la variación espacial de los materiales arcillosos altamente compresibles y dando a concluir que a investigación demostró que la modelación numérica y la instrumentación durante la construcción de la cimentación del APM permitieron evaluar su comportamiento geomecánico de forma consistente, validando el diseño y construcción. A pesar de la compresibilidad de los suelos blandos, la

optimización del proceso constructivo condujo a un excelente desempeño geotécnico y estructural de la cimentación.

Fernández y Chamorro (2023), cuyo objetivo fue la realización de estudios para este artículo para proponer importantes cambios al capítulo de Geotecnia y Cimentaciones de la NEC de Ecuador, tras el sismo de 2016. Se sugiere la filosofía LRFD para verificación de cimentaciones, e incluir la determinación de parámetros dinámicos del suelo para análisis de respuesta sísmica. La actualización de la NEC busca garantizar mejores prácticas de ingeniería estructural en Ecuador, considerando su alta sismicidad y concluyeron que la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) define parámetros mínimos de diseño de edificios en Ecuador. Debe actualizarse constantemente con investigaciones nacionales e internacionales. La NEC 2015 incluyó el capítulo de Geotecnia y Cimentaciones por primera vez. Tras años de vigencia, mejoras y actualizaciones pueden proponerse para mejores prácticas de ingeniería en Ecuador. Los autores presentan observaciones a la NEC para actualizarla, surgidas de su uso profesional. Un cambio importante es incluir la filosofía de diseño LRFD en lugar de factores de seguridad globales. La propuesta permite al ingeniero geotécnico más criterio para exploraciones, teorías más adecuadas, garantizando seguridad y funcionalidad en la vida útil. Establece parámetros mínimos, siendo el ingeniero geotécnico responsable. El diseño geotécnico y estructural debe armonizarse mediante coeficientes de carga y reducción de parámetros de resistencia. Esto fundamenta la propuesta de actualización del capítulo de Geotecnia y Cimentaciones, dando más libertad de criterio al ingeniero geotécnico.

Castillo, Díaz y Torres (2023), resultados del estudio del comportamiento dinámico de un suelo blando bogotano y su influencia en estructuras vibratorias constructivas. Cuenta con información histórica y antecedentes como referencia y guía para análisis. Seleccionó un sector georreferenciado, donde se extrajeron muestras para caracterizar, clasificar y determinar propiedades mecánicas. Ensayos de columna resonante determinaron propiedades clave para comprender el comportamiento dinámico de suelos. El estudio analiza vibraciones en procesos constructivos sobre suelos bogotanos, y su impacto en ellos. Busca comprender y minimizar riesgos. Las pruebas de columna resonante permitieron conocer propiedades fundamentales del comportamiento dinámico

del suelo blando estudiado. Los resultados aportan al comprender la influencia de propiedades de suelos blandos en estructuras vibratorias constructivas. El marco teórico y antecedentes guiaron las elecciones metodológicas para caracterizar suelos, determinar propiedades mecánicas y comprender su dinámica y, en conclusión, este artículo estudia el comportamiento dinámico de un suelo blando bogotano y su influencia en maquinaria constructiva. Mediante caracterización, pruebas y análisis, comprende su dinámica y busca minimizar riesgos de daño. Aporta al entendimiento de suelos blandos y vibraciones en obras, para una construcción más segura en Colombia. El estudio dinámico de suelos puede optimizar técnicas y diseños, reduciendo problemas.

Agustin, Theron y Ray (2020), el objetivo fue proponer un modelo para predecir la tensión de hinchazón como alternativa a las pruebas edométricas. Se realizaron estudios geotécnicos como límites de Atterberg, distribución granulométrica, relación de hinchamiento libre, densidad específica, encogimiento lineal, medición de succión, prueba de compactación Proctor y prueba de cero hinchamientos para estimar las propiedades del suelo. Se realizó un análisis de regresión multivariable utilizando el Programa NCSS.11 para desarrollar el modelo predictivo. El modelo se evalúa en base a lo siguiente: determinando el valor del coeficiente de determinación, comparando los valores predictivos con los valores experimentales, comparando el modelo propuesto con otros modelos existentes encontrados en la literatura. Además, se utiliza la función de transformación Box-cox para mejorar la precisión del modelo. El modelo desarrollado se puede utilizar para evaluar la tensión de hinchazón de suelos expansivos compactados, y es mucho más preciso que otros modelos existentes y concluyen que el estudio propone, identifica factores influyentes, desarrolla y valida un modelo matemático preciso para predecir tensión hinchazón de suelos expansivos compactados, crucial para diseños seguros considerando tales suelos. El modelo propuesto facilita consideración de esta importante propiedad geotécnica, mejorando diseños, reduciendo costes y tiempo, y vida útil de obras en zonas de suelos expansivos. Este trabajo desarrolló un modelo matemático para esto, identificando factores que influyen en tensión hinchazón de tales suelos. Su consideración en diseño mejoraría vida útil de obras en zonas con dichos suelos.

Por otro lado, Wang et al. (2019) el objetivo fue la respuesta sísmica de

una estructura de revestimiento de túnel y el estrato de suelo que la rodea. Se evalúa teóricamente su deformación e interacción, y se realiza un análisis de elementos finitos de su respuesta sísmica. Se simulan conexiones atornilladas usando método de reducción de rigidez local para variar rigideces de segmentos. Resultados muestran respuestas sísmicas casi idénticas de estructura de revestimiento y suelo circundante, disminuyendo con profundidad. Fuerzas en revestimiento varían circunferencialmente, pero aumentan con coeficiente de reducción de rigidez y en conclusión este estudio analiza características sísmicas de una estructura de túnel simulando ondas transversales. Se analizan desplazamientos del revestimiento y suelo circundante, disminuyendo con profundidad y aproximándose. Fuerzas en el revestimiento alcanzan máximos a 45° de horizontal (cortante, momento flector) o cerca de líneas de primavera (axial), aumentando con coeficiente de reducción de rigidez. El estudio propone, modela y analiza respuesta sísmica de túnel y revestimiento en suelo expansivo, para un diseño seguro.

Cavalieri et al. (2019), este estudio muestra el impacto de adoptar diferentes modelos de interacción dinámica entre el suelo y la estructura (SSI) en la evaluación de las funciones de fragilidad sísmica. Inicialmente se adopta el enfoque de subestructura lineal implementando dos modelos diferentes: el primero es unidimensional e incluye, entre el nodo de cimentación y el suelo, un resorte elástico de traslación y un amortiguador, cuya rigidez y amortiguamiento viscoso se obtienen a partir de las partes real e imaginaria de la impedancia dinámica en la primera frecuencia natural de la estructura. El segundo modelo, más refinado, es un modelo de parámetros concentrados (LPM) que tiene en cuenta la dependencia de la frecuencia de la impedancia. Para explorar la sensibilidad de las funciones de fragilidad a la suposición de linealidad, se emplea un enfoque adicional que incluye no linealidades del suelo. Se adopta un macroelemento no lineal de cimentación para modelar el comportamiento de campo cercano condensando todo el sistema suelo-cimentación en un único elemento no lineal en la base de la superestructura. También se tiene en cuenta la disipación de energía a través del amortiguamiento por radiación. La respuesta de la superestructura se simula en todos los enfoques como un sistema no lineal de un solo grado de libertad (SDOF). La comparación entre los enfoques adoptados se evalúa en términos de sus efectos en la caracterización de las

funciones de fragilidad para edificios de mampostería sin refuerzo (URM) en cimentaciones superficiales y concluye que se propone, analiza y evalúa Importancia de SSI en funciones de fragilidad de edificios, para evitar tendencia conservadora en resultados de evaluación de riesgos, demostrando importancia no solo de incluir, sino de utilizar modelo SSI no lineal, especialmente con altos niveles de movimiento de suelo, crucial para tales funciones requiriendo muchos análisis dinámicos no lineales, siendo necesariamente eficaz como un macroelemento, siendo enfoques más refinados inviables por alto coste.

## **2.1 Suelo**

Se llama suelo a cualquier mezcla natural de partículas minerales, orgánicas y sales que se pueden separar mediante procesos mecánicos suaves, como la agitación en agua. (Terzaghi y Peck, 1973, p. 4)

El suelo se encuentra en una capa delgada que recubre la superficie de la corteza terrestre de material procedente de la descomposición, alteración física y química de las rocas subyacentes. Las rocas se exponen a los efectos de los agentes atmosféricos y el agua en la superficie, descomponiéndose y alterándose gradualmente en sedimentos y minerales secundarios. Residuos y desechos procedentes de la actividad de los organismos vivos en la superficie, incluyendo restos de plantas, animales. (Crespo,2004, p.18)

### **2.1.1 Suelos cohesivos**

Los suelos cohesivos son aquellos que poseen una alta resistencia a la tracción y una baja compresibilidad. Pueden resistir esfuerzos normales significativos sin fracturarse. Estos suelos incluyen arcillas, limos y arcillas francas. (Casagrande 1932, p.12)

Los suelos cohesivos están unidos por fuerzas de cohesión entre las partículas y pueden soportar esfuerzos significativos sin fallar. Estas fuerzas cohesivas proporcionan la resistencia necesaria para aplicaciones como terraplenes, presas y muros de contención (Pereira, Delgado y Andrade, 2003, p.12)

### **2.1.2 Arcillas**

Las arcillas son aquellas fracciones granulares del suelo que son plásticas y tenaces cuando se humedecen, y que consisten en agregados microscópicos de silicatos hidratados de aluminio y magnesio. (Terzaghi y Peck, 1974, p. 44)

La imprecisión del término arcilla se deriva del hecho de que se lo asocia

con un suelo que tiene la consistencia de una arcilla de modelado, pero se reconoce que la arcilla puede ser más blanda o más dura, dependiendo de su contenido de humedad (Alva, 2010, p.12)

## 2.2 Suelos expansivos

Los suelos expansivos son suelos arcillosos que sufren grandes cambios de volumen al ganar o perder agua. Tales cambios de volumen se deben principalmente a las fuerzas de cohesión que actúan entre las partículas arcillosas. (Terzaghi y Peck, 1967, p. 81)

Los suelos expansivos son aquellos que experimentan cambios significativos en volumen debido a la variación en su contenido de humedad. Estos suelos pueden causar problemas en estructuras y construcciones debido a su capacidad para hincharse cuando están húmedos y contraerse cuando se secan.

La montmorillonita es el mineral de arcilla expansivo más común encontrado en los suelos expansivos, cuya estructura laminar le permite absorber moléculas de agua e inflarse y contraerse en consecuencia.

### 2.2.1 Actividad de la arcilla

Para clasificar a las arcillas de acuerdo a su actividad está en función de índice de plasticidad y porcentaje del peso de las partículas menores a 2 μm que fue planteado por Skempton en el año 1953.

$$\text{Actividad (AC)} = \frac{\text{índice de plasticidad}}{\% \text{ del peso de las partículas menores a } 2\mu\text{m}}$$

**Tabla 1**

*Clasificación de acuerdo a su actividad*

Clasificación de las arcillas de acuerdo a su actividad	
Arcilla	Rango (Ac)
Inactivo	menor a 0.75
Normal	De 0.75 a 1.25
Activa	Mayor a 1.25

Fuente: (Skempton ,1953)

## **Tabla 2**

*Actividad de acuerdo a los minerales de las arcillas*

Valores típicos de la Actividad de acuerdo a los minerales de las arcillas	
Mineral	Actividad (Ac)
Caolinita	0.33 a 0.46
Ilita	0.9
Montmorilonita (Ca)	1.5
Montmorilonita (Na)	7.2

Fuente: (Skemton,1953)

### **2.2.2 Grado de expansibilidad**

Para determinar el grado de expansibilidad de un suelo, se puede realizar una clasificación en función de su límite líquido, índice de plasticidad, contenido de humedad, porcentaje de finos menores a 2  $\mu\text{m}$  y porcentaje de expansión de acuerdo a los siguientes autores:

Para evaluación del grado de expansibilidad planteo la siguiente clasificación en función a su índice de plasticidad, Holtz y Gibbs en el año 1954.

## **Tabla 3**

*Clasificación de grado de expansibilidad*

Índice de plasticidad	0-15	10-35	20-55	>55
Grado de expansibilidad	leve	Medio	Alto	Muy alto

Fuente: (Holtz y Gibbs, 1954)

**Tabla 4****Clasificación de grado de expansibilidad**

Clasificación de suelos expansivos			
Potencial de expansión EP	Expansión en consolidado metro, bajo presión vertical de 7kPa (0.07kgf/cm <sup>2</sup> )	Índice de plasticidad	Porcentaje de partículas menores a dos micras
%	%	%	%
Muy alto	>30	>32	>37
Alto	< 20-30	23-45	18-37
Medio	10-20	12-34	12-27
Bajo	< 10	< 20	< 17

Fuente: Earth Manual, U.S Bureau of Reclamation (1998)

**Tabla 5****Clasificación de grado de expansibilidad (Chen)**

Clasificación de expansibilidad				
Datos de laboratorio		Datos de campo	Expansión probable (%)	Grado de expansión
% < #200	%limite liquido	N	expansión	
<30	<30	<10	<10	Bajo
30-60	30-40	10-20	1-5	Medio
60-95	40-60	20-30	3-10	Alto
>95	>60	>30	>10	Muy alto

Fuente: (Chen, 1998)

**Tabla 6***Clasificación de grado de expansibilidad (Gonzales de Vallejo)*

Grado	expansibilidad	%finos	LL	Lambe (Kpa)	Presión de hinchamiento (Kpa)	% de hinchamiento
I	Baja	<30	<30	<80	<25	<1
II	Baja a Media	30-60	35-50	80-150	25-125	1-4
II	Media a Alta	60-95	60-95	150-230	125-300	4-10
IV	Muy Alta	>95	>65	>230	>300	>10

Fuente: (Gonzales de Vallejo, 2002)

Para evaluación del grado de expansibilidad planteo la siguiente clasificación en función a su índice de plasticidad, Seed, Woodward y Lungren en el año 1954.

$$S = 60 * K * IP^{2.44}$$

IP = índice de plasticidad

K = 0.000036

W = contenido de humedad

**Tabla 7**

*Grado de expansión Seed, Woodward y Lungren*

Valores de S	Grado de potencial expansión	Índice de plasticidad	Grado de potencial de expansión IP
0-1.5	Bajo	0-15	Bajo
1.5-5	Medio	10-35	Medio
5-25	Alto	20-55	Alto
>25	Muy alto	>35	Muy alto

Fuente: (Whitlow, 2001)

### **2.2.3 Porcentaje de expansión**

Para determinar el porcentaje de expansibilidad de un suelo, se puede realizar una correlación entre límite líquido, índice de plasticidad, contenido de humedad, y porcentaje de finos menores a 2 µm de acuerdo a los siguientes autores:

Para evaluación el porcentaje de expansibilidad planteo la siguiente ecuación los autores Nayak y Christensen en el año 1974.

$$PE = \frac{0.0229 * IP^{1.45} * C}{w} + 6.38$$

Dónde:

IP = índice de plasticidad

C = % de finos menores a 2 µm

W = contenido de humedad

Para evaluación el porcentaje de expansibilidad planteo la siguiente ecuación los autores Schneider y Poor en el año 1974.

$$\log PE = \frac{0.9 * IP}{w} + 1.19$$

Dónde:

IP = índice de plasticidad

W = contenido de humedad

Para evaluación el porcentaje de expansibilidad planteo la siguiente ecuación el autor Nayak y Christensen en el año 2005.

$$PE = 1 + 0.06(C + IP - W)$$

Dónde:

IP = índice de plasticidad

C = % de finos menores a 2  $\mu$ m

W = contenido de humedad

Para evaluación el porcentaje de expansibilidad planteo la siguiente ecuación el autor Chen en el año 1988.

$$PE = 0.2558\varepsilon^{0.083PI}$$

Dónde:

IP = índice de plasticidad

Para evaluación el porcentaje de expansibilidad planteo la siguiente ecuación el autor Basma en el año 1996.

$$PE = 0.00064PI^{1.37}C^{1.37}$$

IP = índice de plasticidad

C = % de finos menores a 2  $\mu$ m

W = contenido de humedad

### **2.3 Clasificación de suelos**

Para la clasificación de suelos existen dos sistemas de clasificación. El Sistema AASHTO (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y transporte) y la Clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) son dos de los métodos más utilizados para describir la textura y el tamaño y clasificar un suelo.

El sistema Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y transporte (AASHTO) Clasifica los suelos en 6 grupos principales (A-1 a A-6) según tamaño de partícula, límites líquido y plástico, e índice de plasticidad. El grupo A-1 corresponde a suelos granulares (arena, grava) con poca o ninguna fina. A-2 a A-4 representan suelos con fina (limo y arcilla) de baja a alta plasticidad. A-5 y A-6 son suelos altamente orgánicos y el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) clasifica los suelos en 10 grupos (GW a OH) según los límites líquido y plástico. Cubre suelos granulares y finos. GW y GP representan gravas bien gradadas y mal gradadas. GM y GC son limos arenosos y limos arcillosos. MH es arcillo arenoso. CH es arcilla. OH es arcilla orgánica.

## **2.4 Parámetros de resistencia al corte**

los parámetros de corte proporcionan la información clave sobre la capacidad portante de un suelo respecto a esfuerzos cortantes. Constituyen magnitudes fundamentales en el cálculo geotécnico y diseño de cimentaciones, dado que permiten evaluar si un suelo será capaz de soportar sin fallo las solicitaciones transmitidas por una determinada estructura.

### **2.4.1 Cohesión**

La cohesión representa la fuerza de atracción que mantiene unidos entre sí los granos u partículas de un suelo. Es la capacidad de un material granular para oponer resistencia a su deformación o ruptura debida a fuerzas de enlace y cohesión entre sus granos. (Das, 2001, p. 139).

La cohesión se representa:

$$c = \text{cohesión}$$

### **2.4.2 Angulo de fricción**

El ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) representa la resistencia que oponen las partículas de un suelo a deslizar y separarse unas de otras al ser sometidas a esfuerzos cortantes. Es el ángulo medido entre el plano de falla de un suelo y la horizontal. (Das, 2001, p. 139).

El ángulo de fricción se representa:

$$\phi = \text{ángulo de fricción}$$

## 2.5 Parámetros de deformación

Los parámetros de deformación representan la capacidad de un suelo para deformarse o comprimirse cuando se somete a cargas o esfuerzos. Son valores fundamentales en el diseño de cimentaciones y estructuras apoyadas en el terreno, pues indican en qué medida el suelo será capaz de deformarse para adaptarse a las solicitaciones transmitidas por una determinada construcción sin alcanzar el colapso.

### 2.5.1 Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad (E) mide el grado de rigidez de un suelo ante esfuerzos de compresión. Es una propiedad fundamental que condiciona su capacidad para soportar cargas sin deformarse de forma permanente. (Das, 2001, p. 117).

El módulo de elasticidad se representa:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Dónde:

$\sigma$  = Esfuerzo desviador

$\varepsilon$  = Deformación unitaria

### 2.5.2 Relación de poisson

El coeficiente de Poisson mide la relación entre la deformación transversal y la deformación axial que experimenta un material sólido al ser sometido a una carga normal. (Craig, 2013, p. 41).

La relación de poisson se representa:

$$\text{Relación de poisson} = \nu$$

### 2.5.3 Índice de compresión

El índice de compresibilidad ( $C_c$ ) mide la sensibilidad de un suelo a la compresión y disminución de volumen al ser sometido a cargas. Representa la relación entre la reducción de volumen específico del suelo y el incremento de la presión efectiva que la induce. (Terzaghi y Peck, 1967, p. 107).

El índice de compresión se representa:

$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta \log \sigma_v}$$

Dónde:

$C_c$  = índice de compresión

$\Delta_e$  = variación de relación de vacíos

$\Delta\sigma_v$  = variación del esfuerzo vertical

Coeficiente de reacción del terreno

El coeficiente de reacción del terreno no es una magnitud constante para un suelo determinado, sino que varía en función de diversos factores, tales como la longitud y el ancho de la cimentación. Se define como la relación entre la presión aplicada sobre el suelo y el asentamiento resultante.

$$k = \frac{q}{\Delta}$$

Para suelos arcillosos cuando  $B=L$

$$K = K_{30} * \frac{0.3}{B}$$

Para suelos arcillosos cuando  $B \neq L$

$$K = K_{B \times B} * \left( \frac{1 + 0.5 * \frac{B}{L}}{1.5} \right)$$

## 2.6 Capacidad portante

La capacidad portante es un factor crítico en el diseño de cimentaciones, ya que indica la carga vertical máxima que una cimentación puede soportar sin sufrir rotura, inestabilidad lateral o asentamientos excesivos. Es esencial conocer esta capacidad para poder diseñar una cimentación adecuada que garantice la estabilidad y seguridad de la estructura construida sobre ella. (Bowles, 1988, p. 85).

### 2.6.1 Teoría de capacidad portante de Terzaghi

Terzaghi en 1943 estable la metodología para calcular la capacidad portante basado en la teoría elasticidad y resistencia del suelo, evaluando la falla por corte local, falla por corte general y falla por punzonamiento. Para determinar

la capacidad portante, Terzaghi propone ecuaciones que permiten calcular la carga máxima que puede soportar una cimentación sin que se produzca fallas.

Estas ecuaciones tienen en cuenta factores como el peso de la cimentación, la resistencia al corte del suelo, la inclinación del plano de falla y la profundidad de la cimentación.

Para cimentación corrida o continuas:

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$$

Para cimentaciones cuadradas:

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Para cimentaciones circulares:

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$$

Dónde:

B = ancho de zapata

$\gamma$  = peso específico del suelo

c = cohesión del suelo

q = sobrecarga

$N_c, N_q$  y  $N_\gamma$  = factores de carga

Los factores de carga se hallan mediante las siguientes ecuaciones:

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_q = \frac{e^{2(3\pi - \varphi) \tan \varphi}}{2 \cos \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right)}$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \tan \varphi \left( \frac{K_{p\gamma}}{\cos^2 \varphi} - 1 \right)$$

Dónde:

$\varphi$  = ángulo de fricción

$N_c, N_q$  y  $N_\gamma$  = factores de carga

$K_{p\gamma}$  = empuje lateral pasivo

Por otro lado, para determinar los factores de carga está en función al ángulo de fricción de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 8**

Factores de carga está en función al ángulo de fricción

$\varphi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$\varphi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.01	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.02	28	17.13	7.07	3.29
3	6.30	1.22	0.04	29	18.03	7.66	3.76
4	6.51	1.30	0.06	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.39	0.07	31	20.03	9.03	4.83
6	6.97	1.49	0.10	32	21.16	9.82	5.51
7	7.22	1.59	0.13	33	22.39	10.69	6.32
8	7.47	1.70	0.16	34	23.72	11.67	7.22
9	7.74	1.82	0.20	35	25.18	12.75	8.35
10	8.02	1.94	0.24	36	26.77	13.97	9.41
11	8.32	2.08	0.30	37	28.51	15.32	10.90
12	8.63	2.22	0.35	38	30.43	16.85	12.75
13	8.96	2.38	0.42	39	32.53	18.56	14.71
14	9.31	2.55	0.48	40	34.87	20.50	17.22
15	9.67	2.73	0.57	41	37.45	22.70	19.75
16	10.06	2.92	0.67	42	40.33	25.21	22.50
17	10.47	3.13	0.76	43	43.54	28.06	26.25
18	10.90	3.36	0.88	44	47.13	31.34	30.40
19	11.36	3.61	1.03	45	51.17	35.11	36.00
20	11.85	3.88	1.12	46	55.73	39.48	41.70
21	12.37	4.17	1.35	47	60.91	44.45	49.30
22	12.92	4.48	1.55	48	66.80	50.46	59.25
23	13.51	4.82	1.74	49	73.55	57.41	71.45
24	14.14	5.20	1.97	50	81.31	65.60	85.75
25	14.80	5.60	2.25				

Fuente: (Das, 2006)

**Tabla 9**Valores de coeficiente de capacidad pasiva  $K_{py}$ 

$\varphi$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$K_{py}$	10.80	12.20	14.70	18.60	25.00	35.00	52.00	82.00	141.00	298.00	800.00

Fuente: (Bowles, 1997)

### 2.6.2 Teoría de capacidad portante de Skempton

Skempton propone una fórmula para calcular la capacidad de carga en suelos cohesivos que es similar a la propuesta por Terzaghi. Sin embargo, Skempton realizó experimentos para evaluar la influencia de la profundidad de fundación en el valor de  $N_c$  y encontró que este valor no es independiente de la profundidad de desplante, sino que aumenta con ella. Por lo tanto, Skempton propone una expresión para la capacidad de carga en suelos cohesivos que tiene en cuenta esta influencia.

$$q_u = CN_c * \left(1 + \frac{B}{L}\right) + \gamma D_f$$

B = ancho de cimentación

L= largo de la cimentación

$\gamma$  = peso específico del suelo

c = cohesión del suelo

$N_c$  = factor de corrección

$D_f$  = nivel de fundación

**Tabla 10**

*Valores de  $N_c$  expresada como la relación  $D_f/B$*

$D_f/B$	$N_c$	
	Cuadrada	Continua
0	6.2	5.14
0.25	6.7	5.6
0.6	7.1	5.9
0.75	7.4	6.2
1	7.7	6.4
1.6	8.1	6.8
2	8.4	7
2.5	8.6	7.2
3	8.8	7.4
4	9	7.5
> 4	9	7.5

Fuente: (Skempton,1951)

### 2.6.3 Capacidad de carga en suelos expansivos

Las teorías de capacidad de carga para suelos expansivos no suelen tener en cuenta los efectos de la presión de expansión, la cual actúa en dirección contraria a la carga de la estructura. Tanto la presión de expansión como la capacidad de carga se consideran variables que dependen del contenido de humedad del suelo. (Castelo,2014, p. 3).

La capacidad ultima calculada por la ecuación de Skempton deberá verse reducida por la acción de la presión de expansión.

$$q_r = q_u * (1 - K)$$

Dónde:

$q_r$  = capacidad de carga considerando la presión de expansión

$K$  = Coeficiente entre la expansión y capacidad ultima en función de la humedad

$q_u$  = Capacidad de carga ultima mediante la teoría de Skempton

Dónde  $K$ :

$$K = \frac{P_E}{q_u}$$

$q_u$  = Capacidad de carga ultima mediante la teoría de Skempton

$P_E$  = Presión de expansión en función de la humedad

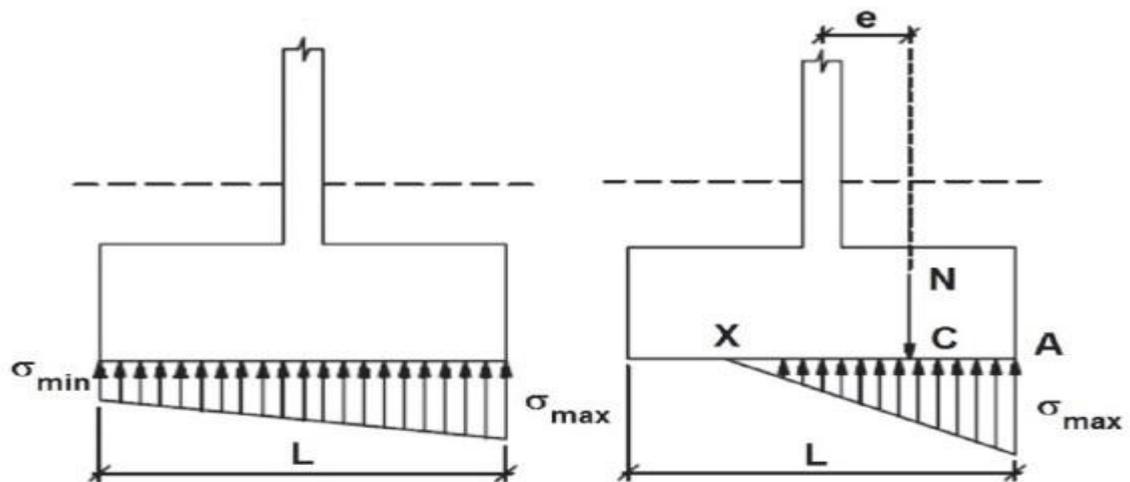
### 2.7 Cimentación superficial

Una cimentación superficial, también conocida como fundación corrida, es una placa continua en la parte inferior de una estructura que transporta el peso directamente al terreno superficial que la soporta. Actúa como la interfaz entre la superestructura (parte superior de la construcción) y las capas superficiales del suelo. (Bowles,1996, p. 4)

La cimentación es la parte inferior de una estructura que tiene la función de transmitir las cargas verticales y laterales al suelo. (Kramer, 1996, p. 4).

**Figura 1**

*Distribución de esfuerzos transmitida al terreno*



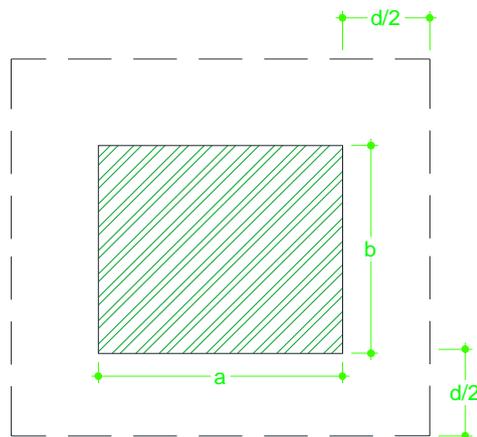
Fuente: Víctor Yepes (2020).

### 2.8 Verificación por corte punzonamiento

En una viga o losa, el punzonamiento ocurre a una distancia  $d/2$  medida desde el borde de la columna o soporte. Por lo tanto, el perímetro crítico para el diseño de la resistencia al punzonamiento depende del peralte efectivo de la viga o losa en esa zona.

**Figura 2**

Perímetro crítico columna central



Fuente: Elaboración propia

**Figura 3**

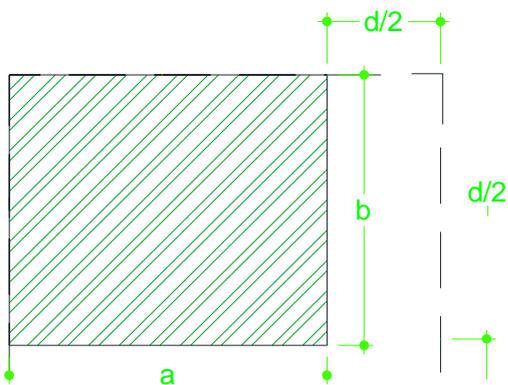
*Perímetro crítico columna borde*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4**

*Perímetro crítico columna esquina*



Fuente: elaboración propia

Perímetro crítico para columna central  $b_o = 2(a + b + 2d)$

Perímetro crítico para columna borde  $b_o = 2b + 2d + a$

Perímetro crítico para columna esquina  $b_o = a + b + d$

$$v_c = 0.53 * \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \sqrt{f'_c}$$

$$v_c = 0.27 * \left(2 + \frac{\alpha_s}{\beta}\right) * \sqrt{f'_c}$$

$$v_c = 1.10 * \sqrt{f'_c}$$

$$v_u = \frac{P}{\phi * b_o * d}$$

Entonces debe cumplirse

$$v_c \geq v_u$$

Dónde:

$\beta$  = Relación entre lado largo entre lado largo y lado corto de la columna

$\alpha_s = 20$  para columnas de esquina

$\alpha_s = 30$  para columnas de borde

$\alpha_s = 40$  para columnas interiores

$v_c$  = Resistencia cortante del concreto

$f'_c$  = Resistencia a la compresión del concreto

$b_o$  = Perímetro de la sección crítica para cortante

$d$  = Peralte efectivo

$a, b$  = Sección de la columna

$\phi = 0.75$  factor de reducción al cortante

$P$  = carga que transmite la columna mayorada

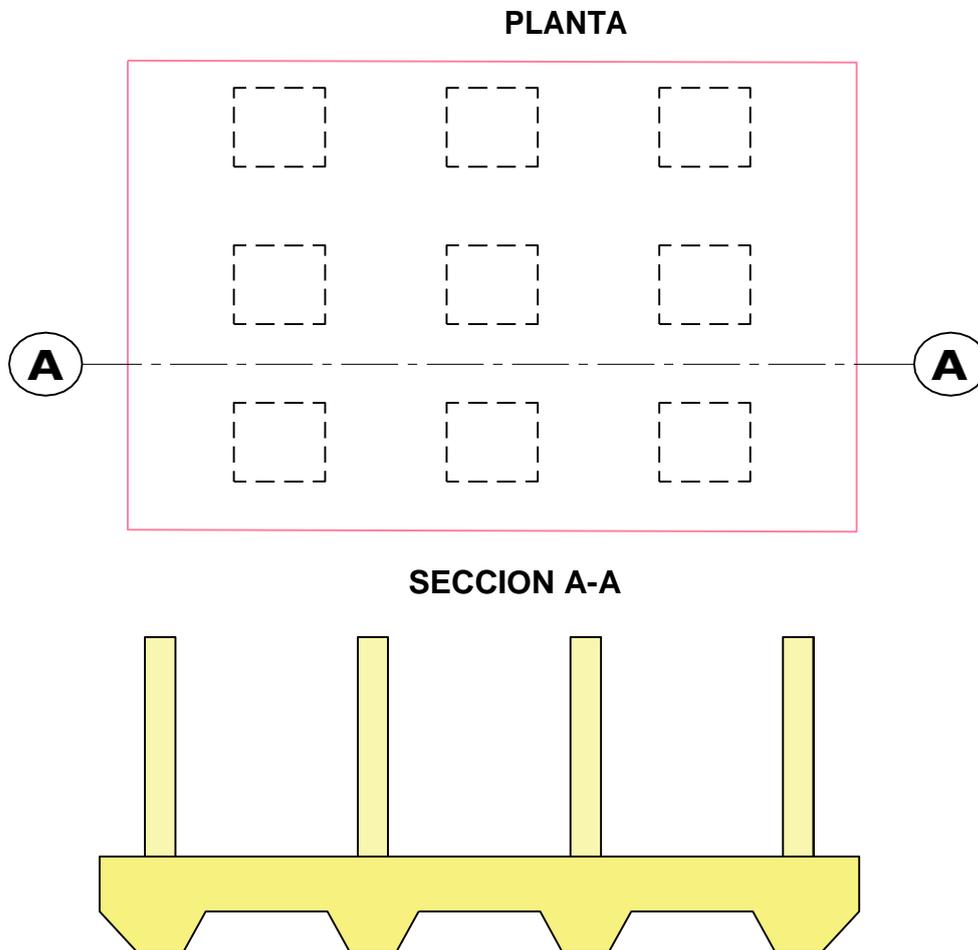
$v_u$  = Cortante ultima que genera la fundación

## 2.9 Losa de cimentación nervada

La losa nervada constituye una variación de la losa aligerada empleada en edificios de cierta altura y sobre terrenos de capacidad portante media. Al igual que la losa aligerada, la losa nervada presenta huecos y cavidades que reducen su peso, pero en este caso solo se emplean vigas, las cuales se colocan en la dirección de los ejes principales de la losa, con esa forma se disminuye mucho más el volumen de concreto a utilizar. (Pérez, 2005, p.226)

**Figura 5**

*Losa de cimentación tipo nervada*



Fuente: Elaboración propia

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

La investigación exploratoria tiene como objetivo resolver problemas prácticos, más que desarrollar nuevo conocimiento teórico fundamental. Se basa en teorías y conocimientos existentes, los cuales se aplican a situaciones de la vida real para encontrar soluciones concretas a los problemas que surgen en ella. Relaciona los conceptos y supuestos teóricos con fenómenos prácticos que necesitan ser explicados o sobre los cuales se requiere intervención. (Hussain y Fahim ,2019, p. 72)

Se propone utilizar teorías como capacidad de carga, asentamientos, y parámetros del suelo (arcilla expansiva) para evaluar si la cimentación superficial puede soportar las cargas de la edificación sin rebasar los límites admisibles de deformación y daño. Y se seleccionará la opción que mejor cumpla los requisitos de seguridad, economía y constructibilidad para las condiciones particulares del terreno y estructura.

##### **3.1.2 Enfoque de investigación**

La investigación cuantitativa emplea medidas objetivas y el análisis estadístico de datos numéricos para explorar problemas de investigación. Los investigadores desean establecer relaciones causa-efecto, correlaciones y generalizaciones cuantitativas que permitan comprender y pronosticar los fenómenos sociales y comportamientos humanos. (Allyn,2019, p. 9).

Se realizaron la recolección de medidas objetivas en forma de mediciones, puntuaciones, valores y otros datos cuantitativos relativos a los análisis y pruebas ejecutadas en la muestra de suelo. Estos datos permitirán sustentar o refutar hipótesis científicas específicas respecto a las propiedades y comportamiento del suelo.

##### **3.1.3 El diseño de la investigación**

Este diseño observa las variables tal como se presentan en su ambiente real, sin manipulación intencional de los factores causales potenciales. Descubre vínculos entre variables concurrentes, pero no prueba que una variable cause cambios en las demás. Falta la manipulación controlada necesaria para sustentar inferencias causales válidas. (Kerlinger y Lee ,2000, p. 307).

Esta investigación utilizó un diseño de investigación no experimental de carácter transversal. No se manipularon ni alteraron deliberadamente las variables de estudio. En lugar de ello, se describieron las variables tal como se presentan naturalmente, sin cambios planificados en su contexto habitual. Los datos se recolectaron en un único punto en el tiempo. Primero, se realizó un estudio preliminar del área de estudio y se extrajeron muestras de suelo mediante calicatas. Luego, las muestras se sometieron a pruebas de laboratorio para determinar sus parámetros geotécnicos del suelo. Con base en los resultados obtenidos, se seleccionó el diseño funcional más adecuado para representar las relaciones identificadas entre las variables medidas.

#### **3.1.4 El nivel de la investigación:**

Esta investigación tiene el objetivo de explicar el porqué de algo más que simplemente describirlo. Trata de responder a preguntas acerca de las causas de un evento particular, fenómeno o situación en lugar de únicamente describirlos. Proporciona explicaciones teóricas de los procesos que subyacen y dan origen a los fenómenos observados. (Kerlinger y Lee ,2000, p.35).

Esta investigación empleó un nivel de investigación explicativa. Su objetivo consistió en determinar y explicar los motivos que subyacen al comportamiento de las edificaciones cimentadas sobre arcillas expansivas. No se limitó a describir este fenómeno, sino que rastreó sus causas fundamentales mediante métodos diseñados para tal fin. Proporcionó explicaciones teóricas del porqué las edificaciones experimentan los problemas constructivos observados al cimentarse sobre arcillas con expansividad.

#### **3.2 Variables y operacionalización:**

Una variable es cualquier característica, propiedad o cualidad de un fenómeno que los investigadores pueden modificar, medir u optimizar de forma controlada con fines de estudio. (Kerlinger,1986, p. 41)

Variable Independiente : Parámetros geotécnicos de la arcilla expansiva

Variable Dependiente : Diseño de cimentación superficial

Operacionalizar una variable es el proceso mediante el cual se define de manera precisa una variable y se indica la forma de medición, las modalidades,

los puntajes o las magnitudes que se asignarán a la variable. (Arias ,2006, p. 52)  
(Ver Matriz de Operacionalización de variables en el **anexo 1**)

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

#### **3.3.1 Población:**

La población en una investigación es el conjunto total de individuos, objetos o eventos que cumplen con las características específicas que se desean investigar. Es el grupo sobre el cual se busca generalizar los resultados obtenidos en el estudio de investigación. (Hernández, Fernández y Baptista ,2010, p.173)

La población objeto de estudio de la presente investigación por las edificaciones ubicadas en la zona lacustre de la ciudad de Puno.

#### **3.3.2 Muestra:**

Se extrae de la población mediante un muestreo probabilístico u otro proceso de selección no aleatoria. Debe ser representativa para que los resultados se puedan generalizar a la población. (Querre, Gruson y Van der Maren ,2015, 78).

En esta investigación, la muestra fue representada por calicatas seleccionadas de la Av. Urus Chulluni. Dichas calicatas conforman un subgrupo limitado, extraído de la población total conformada por el suelo situado en las inmediaciones del lago Titicaca

#### **3.3.3 Muestreo:**

El muestreo no probabilístico es aquel en el que los elementos de la muestra son seleccionados por el juicio del investigador, en lugar de ser elegidos de forma aleatoria. En este tipo de muestreo, la selección de los elementos de la muestra depende de causas subjetivas, de criterios o juicios personales, en lugar de estar basado en un proceso aleatorio. (Kerlinger y Lee ,2000, p.35).

En la presente investigación se empleó un muestreo no probabilístico, consistente en seleccionar discrecionalmente las áreas de las que extraer muestras para análisis. Dicho muestreo carece de un fundamento teórico de probabilidades. La elección de las áreas muestrales depende de juicios subjetivos, y no de un proceso aleatorio.

### **3.3.4 Unidad de análisis:**

En un estudio, la unidad de análisis se refiere a la entidad o fenómeno que se investiga y se observa con el fin de recopilar datos y obtener información relevante. Esta entidad puede ser un individuo, un grupo, una organización, una comunidad o cualquier otra cosa que sea relevante para los objetivos de la investigación. La delimitación de la unidad de análisis se determina en función de los objetivos específicos del estudio y puede variar según el enfoque de la investigación. En resumen, la unidad de análisis es crucial para la definición y el alcance de la investigación, así como para la recopilación de datos y la interpretación de los resultados. (Hernández, Fernández y Baptista ,2010, p.176)

La unidad de análisis en esta investigación fue la cimentación superficial para edificaciones construidas sobre arcillas expansivas en la zona lacustre del lago Titicaca en Puno. La investigación fue enfocada en estudiar los diferentes factores y variables que influyen en el diseño y construcción de la cimentación superficial para este tipo de edificaciones de la zona lacustre de Puno.

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

### **3.4.1 Técnicas**

La observación directa en investigación se refiere a la práctica consciente y deliberada de observar a los sujetos en su ambiente natural, sin la manipulación experimental de situaciones. Esta técnica de recolección de datos analiza los fenómenos tal como ocurren de manera espontánea, lo que permite un acceso directo a los datos relevantes para la investigación. (Kerlinger y Lee ,2000, p.370).

En la investigación se utilizó técnica de la observación directa para recopilar la información, Además, se realizaron calicatas y pruebas de laboratorio, lo que permitió complementar la información obtenida a través de la observación directa y obtener resultados más sólidos y concluyentes.

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

Los instrumentos de recolección de datos son los medios a través de los cuales se obtienen los datos necesarios para llevar a cabo una investigación. Estos instrumentos pueden adoptar diversas formas, como cuestionarios, entrevistas, escalas de observación, pruebas y otros. (Hernández, Fernández y Baptista ,2010, p.260).

En la investigación se utilizó como instrumentos de recolección de datos fichas y formatos para la caracterización preliminar, luego para evaluar los parámetros geotécnicos y sus características del suelo fueron evaluados en el laboratorio.

### **3.4.3 Validez**

Determina si un instrumento mide realmente el constructo para el que fue diseñado. Existen varios tipos: validez de contenido, criterial y constructo. Garantiza la adecuación del instrumento para los fines de la investigación. (Hernández, Fernández y Baptista ,2010, p.262).

Este estudio analizo las propiedades mecánicas de los suelos y las técnicas de cimentación empleadas en edificación. Se validará por las normas para los ensayos de laboratorio y para el diseño propuesto cumpliendo con las normas de diseño.

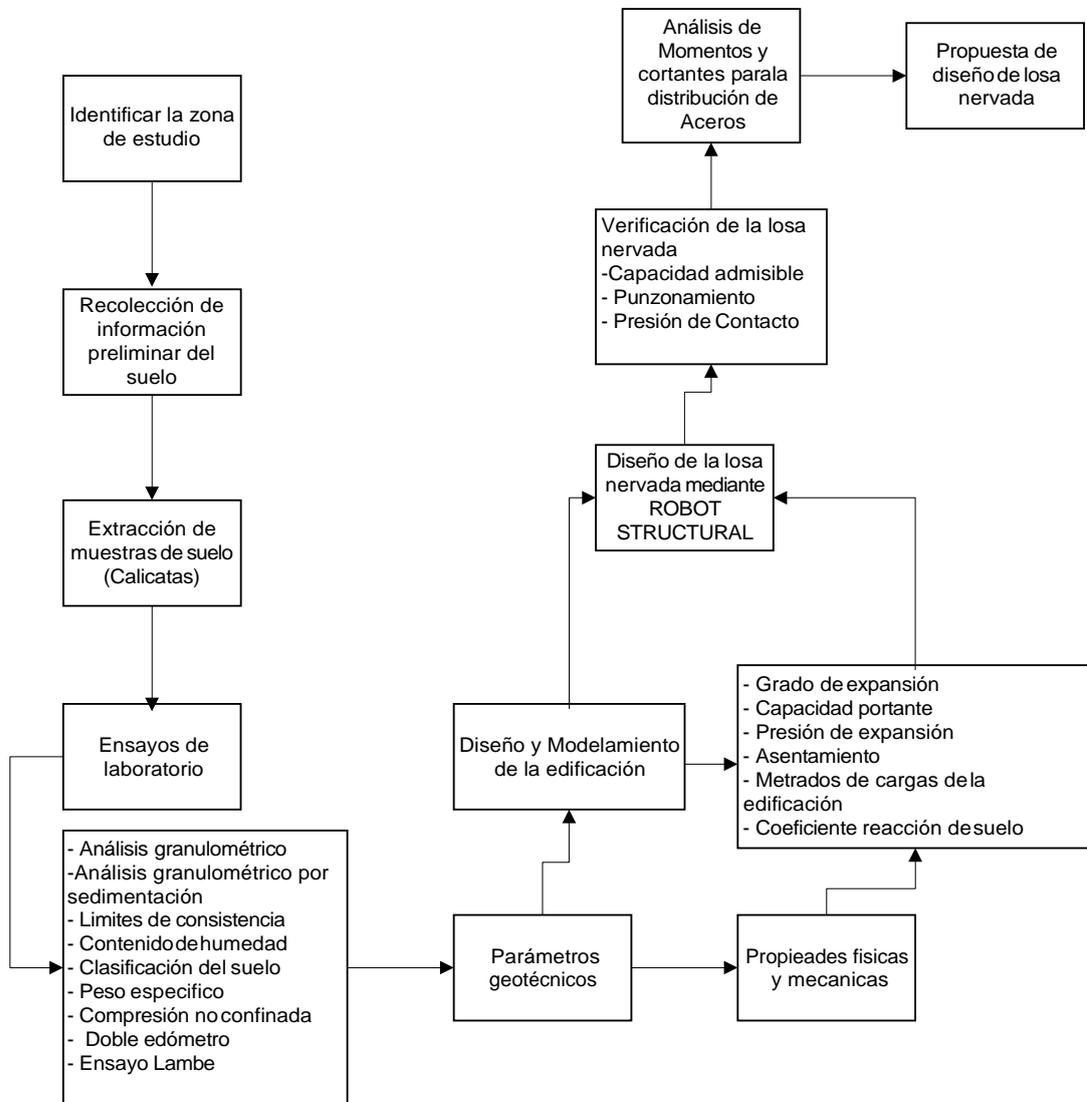
La confiabilidad hace referencia al nivel de consistencia y coherencia en los resultados que produce un instrumento en diferentes momentos o situaciones. (Hernández, Fernández y Baptista ,2010, p.264).

Esta investigación empleo instrumentos calibrados, certificados y normalizados, cuyos resultados se validarán según los formatos y procedimientos estandarizados vigentes. De esta manera, se delimitará el objeto de estudio de forma precisa.

### 3.5 Procedimientos

Figura 6

Diagrama de flujo de procedimiento



Fuente: Elaboración propia

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

El método de procesamiento de datos es de nivel descriptivo con alcance inferencial. Se ejecutará la muestra de suelo, pruebas de laboratorio y luego obtener los datos requeridos. Se verificará mediante un modelo digital por software y Excel para el análisis.

### **3.7 Aspectos éticos**

La investigación es de autoría propia, es inédita, en particular, garantizará: La integridad y honestidad científica, evitando el plagio, la falsedad de datos o la apropiación indebida de resultados de otras investigaciones. La presente investigación se respetó la propiedad intelectual de los autores, las cuales fueron citadas de acuerdo a las normas ISO 690 y 690-2 y se consideró los lineamientos de la resolución de consejo universitario N° 0470-2022/UCV por ello me someteré al análisis de originalidad mediante el programa TURNITIN.

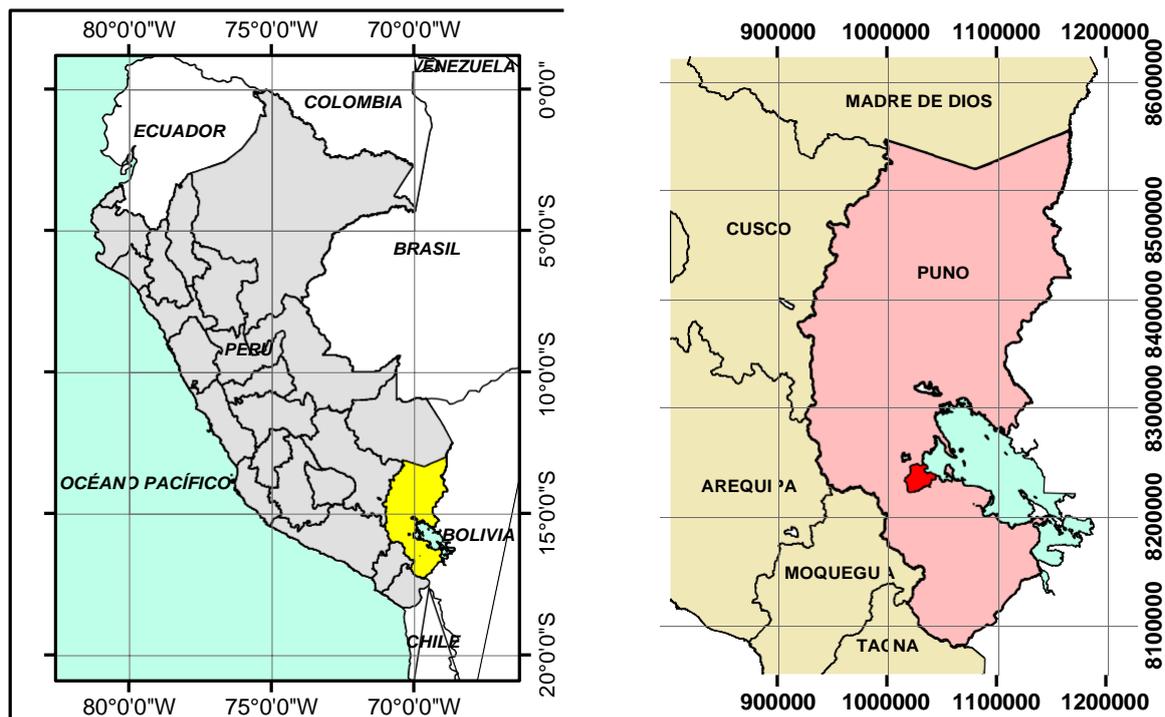
## IV. RESULTADOS

### 4.1 Ubicación política

El área de estudio de esta investigación se realizó en la avenida Uruschulluni del distrito de Puno, provincia de Puno, en el departamento de Puno.

**Figura 7**

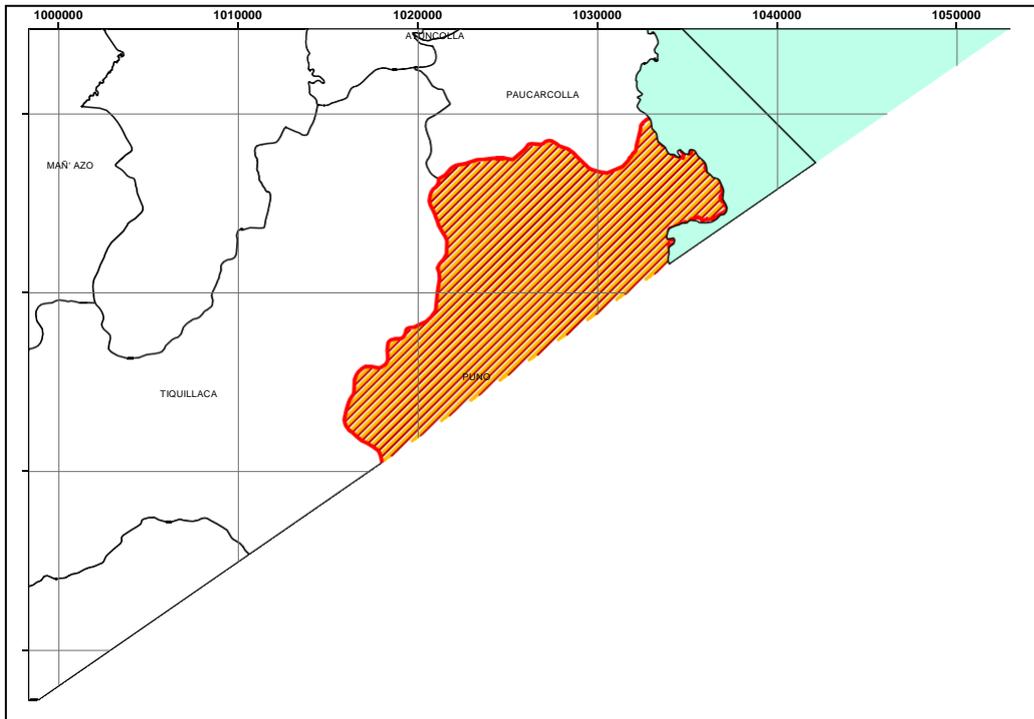
*Ubicación política*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 8**

*Mapa del distrito de Puno*



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 9**

*Mapa de la zona de estudio*



Fuente: Elaboración Propia

## **Límites**

- Norte : Con el Distrito de Paucarcolla  
Sur : Con el Distrito Chucuito  
Este : Con los Distritos de Chucuito y Huata  
Oeste : Con los Distritos de Paucarcolla y Pichacani.

## **Ubicación geográfica**

El distrito de Puno presenta las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur 15°, 50',23" y Oeste 70°, 01', 18", contando con un área de 460.75 km<sup>2</sup> aproximadamente con una altitud media de 3827m.s.n.m. Según la INEI hasta el 2017 contaba con una población de 135,288 habitantes.

## **Clima**

El distrito de Puno está situado en el sur de Perú, el clima presenta características distintivas a lo largo del año. Los veranos son breves, frescos y generalmente nublados, mientras que los inviernos son cortos, muy fríos y mayormente despejados. El distrito de Puno experimenta un clima seco durante todo el año. A lo largo de las estaciones, las temperaturas en Puno suelen variar entre -4 °C y 17 °C. Es importante destacar que las temperaturas extremas son poco comunes, con raras ocasiones en las que descienden por debajo de -6 °C o superan los 19 °C.

**Objetivo específico 1:** Se determinó el grado de expansión de la arcilla en la propuesta de diseño cimentación superficial para edificaciones.

**Figura 10**

*Ensayo de laboratorio para Caracterizar la arcilla*



Fuente: Elaboración Propia

Se llevó a cabo la caracterización de arcilla expansiva, Se observaron detalladamente las características visuales en campo y laboratorio, se obtuvo un perfil estratigráfico representativo y se determinaron los límites de consistencia, incluyendo el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

Las normas correspondientes que rigen estos ensayos para clasificar muestras de suelo son:

- Análisis Granulométrico por Tamizado, NTP 339.128 / ASTM D-422 / MTC E 107.
- Contenido de Humedad, NTP 339.127 / ASTM D-2216 / MTC E 108.
- Análisis granulométrico por medio del hidrómetro (sedimentación) MTC E 109
- Límite Líquido y Límite Plástico, NTP 339.129 / ASTM D-4318 / MTC E 110 y MTC E 111.

El análisis granulométrico y los límites de consistencia son importantes para determinar el grado de expansivo del suelo y caracterizar la arcilla expansiva. En la tabla 11, 12 y 13 se han analizado tres calicatas para obtener esta información. Según los resultados de los análisis, se puede observar que todas las calicatas presentan un alto contenido de partículas finas y un índice de

plasticidad elevado. En particular, la calicata C-1 muestra el mayor porcentaje de finos, con un 98.51%, lo que indica que contiene la mayor cantidad de partículas finas en comparación con las otras calicatas. Además, la calicata C-1 tiene un índice de plasticidad del 58%, lo que también indica una alta plasticidad del suelo. Estos resultados son importantes para evaluar el potencial expansivo del suelo, ya que los suelos con alto contenido de finos y alto índice de plasticidad tienden a ser más propensos a la expansión y contracción con cambios en la humedad.

**Tabla 11**

*Resultado del análisis granulométrico y límites de consistencia de la calicata C-1*

Estrato	Profundidad		SUCS	W	LL	LP	IP	%Grava	%Arena	%Finos
	m			%	%	%	%			
1	0.00	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.20	0.55	SP	13	-	-	-	0	99.60	0.4
3	0.55	2.80	CH	42.7	82	24	58	0	1.49	98.51

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12**

*Resultado del análisis granulométrico y límites de consistencia de la calicata C-2*

Estrato	Profundidad		SUCS	W	LL	LP	IP	%Grava	%Arena	%Finos
	m			%	%	%	%			
1	0.00	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.25	0.55	SP	15.4	-	-	-	4.46	90.99	4.55
3	0.55	2.65	CH	37	69	23	47	0	2.77	97.23

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13**

*Resultado del análisis granulométrico y límites de consistencia de la calicata C-3*

Estrato	Profundidad	SUCS	W	LL	LP	IP	%Grava	%Arena	%Finos	
	m		%	%	%	%				
1	0.00	0.15	-	-	-	-	-	-	-	
2	0.15	0.60	SP	14.7	-	-	0	99.47	0.53	
3	0.6	2.5	CH	43.1	60	23	37	0	1.72	98.28

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14**

*Resultados de granulometría por sedimentación*

CALICATA	%Finos	%Limos	%Arcilla
C-1	98.5	32.4	66.1
C-2	97.2	40.2	57
C-3	98.3	36	62.3

Fuente: Elaboración propia

Se pueden observar partículas de tamaño inferior a 0.002 mm en las tres muestras de suelo. Todas las calicatas muestran un contenido significativamente mayor de arcilla. Es importante destacar que la calicata C-1 tiene un contenido de arcilla aún más elevado, alcanzando un 66.1%.

#### **Tipo de mineral predominante**

Se empleo la correlación de Skempton (1953) se describe a continuación los diferentes tipos de mineral según su actividad.

$$\text{Actividad (AC)} = \frac{\text{índice de plasticidad}}{\% \text{ del peso de las partículas menores a } 2\mu\text{m}}$$

**Tabla 15***Tipo de mineral según su actividad*

Calicata	Actividad	Mineral
C-1	0.59	Caolinita - Ilita
C-2	0.48	Caolinita - Ilita
C-3	0.38	Caolinita

Fuente: Elaboración propia

Dentro del rango de actividad entre 0.38 y 0.59, de acuerdo a la tabla 02, se determina que el mineral predominante es una mezcla de caolinita e ilita.

**Grado de expansibilidad**

Para la clasificación según el grado de expansividad se emplearon las siguientes clasificaciones y correlaciones para el % de expansibilidad:

Para evaluación del grado de expansibilidad planteo la siguiente clasificación en función a su índice de plasticidad, Seed, Woodward y Lungren en el año 1954.

$$S = 60 * K * IP^{2.44}$$

**Tabla 16***Análisis del grado de expansión Seed, Woodward y Lungren*

Calicata	Profundidad	SUCS	IP	K	Potencial de expansión (S)	
	m		%			
C-1	0.55	3.00	CH	58	0.000036	43.37
C-2	0.55	3.00	CH	47	0.000036	25.96
C-3	0.55	3.00	CH	37	0.000036	14.48

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 16, se puede observar que tanto la calicata C-1 como la calicata C-2 presentan un mayor potencial de expansión en comparación

con las otras calicatas. Basándonos en estos resultados, podemos clasificar el grado de expansión de ambas calicatas como muy alto. Esto indica que estas calicatas contienen suelos con un alto riesgo de expansión y contracción significativas en respuesta a cambios en la humedad.

### Porcentaje de expansión

Para evaluar el nivel de expansión de un suelo, se examinan los criterios establecidos por distintos autores, quienes comparan las propiedades del suelo y las vinculan con el grado de expansión que se espera que estas propiedades presenten.

Nayak y Christensen en el año (1974).

$$PE = \frac{0.0229 * IP^{1.45} * C}{w} + 6.38$$

**Tabla 17**

*Resultados del % de expansión según Nayak y Christensen*

Calicata	Profundidad		SUCS	IP	W	% de finos menores a 2µm	PE
	m			%	%	%	%
C-1	0.55	3.00	CH	58	42.7	98.51	25.4284
C-2	0.55	3.00	CH	47	37	97.23	22.3746
C-3	0.55	3.00	CH	37	43.1	98.28	9
							16.1910
							6

Fuente: Elaboración propia

Schneider y Poor en el año (1974).

$$\log PE = \frac{0.9 * IP}{w} + 1.19$$

**Tabla 18***Resultados del % de expansión según Schneider y Poor*

Calicata	Profundidad		SUCS	IP	W	PE
	m			%	%	%
C-1	0.55	3.00	CH	58	42.7	2.41
C-2	0.55	3.00	CH	47	37	2.33
C-3	0.55	3.00	CH	37	43.1	1.96

Fuente: Elaboración propia

Sabtan en el año (2005)

$$PE = 1 + 0.06(C + IP - W)$$

**Tabla 19***Resultados del % de expansión según Sabtan*

Calicata	Profundidad		SUCS	IP	W	% de finos menores a 2 $\mu$ m	PE
	m			%	%	%	%
C-1	0.55	3.00	CH	58	42.7	98.51	7.83
C-2	0.55	3.00	CH	47	37	97.23	7.43
C-3	0.55	3.00	CH	37	43.1	98.28	6.53

Fuente: Elaboración propia

Chen (1988).

$$PE = 0.2558e^{0.083PI}$$

**Tabla 20***Resultados del % de expansión según Chen*

Calicata	Profundidad		SUCS	IP	e	PE
	m			%		%
C-1	0.55	3.00	CH	58	2.71828	33.02
C-2	0.55	3.00	CH	47	2.71828	13.13
C-3	0.55	3.00	CH	37	2.71828	5.68

Fuente: Elaboración propia

Basma (1996).

$$PE = 0.00064PI^{1.37}C^{1.37}$$

**Tabla 21***Resultados del % de expansión según Basma*

Calicata	Profundidad		SUCS	IP	W	% de finos menores a 2µm	PE
	m			%	%	%	%
C-1	0.55	3.00	CH	58	42.7	98.51	8.97727 2
C-2	0.55	3.00	CH	47	37	97.23	6.61059 3
C-3	0.55	3.00	CH	37	43.1	98.28	4.83385 5

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 22***Resumen de % de expansibilidad*

Calicata/Autor	Nayak, Christensen	Shneider y Poor	Sabtan	Chen	Basma
C-1	25.4284	2.41	7.83	33.02	8.977272
C-2	22.37469	2.33	7.43	13.13	6.610593
C-3	16.19106	1.96	6.53	5.68	4.833855

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22, se observa una notable variación en los porcentajes de expansión según los diferentes autores. No obstante, hay un consenso en que la calicata C-1 presenta el grado de expansión más alto en todas las evaluaciones realizadas por los autores.

Es importante tener en cuenta que este parámetro puede verse afectado significativamente por la época del año en que se toman las muestras. Esto, a su vez, puede tener un impacto considerable en los resultados obtenidos mediante las ecuaciones utilizadas. Por lo tanto, es crucial considerar la temporalidad al interpretar y comparar los datos de expansión del suelo, ya que pueden existir variaciones estacionales que afecten los resultados.

**Tabla 23***Resumen de LL, IP, % <2 $\mu$ m y % Expansión de las calicatas*

Calicata	LL	IP	% <2 $\mu$ m	% Expansión
C-1	82	58	98.51	15.53
C-2	69	47	97.23	10.38
C-3	60	37	98.28	7.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 24***Resumen de grado de expansión de las calicatas*

Calicata/Autor	Holtz & Gibbs (1954)	Norma E.050 suelos y cimentaciones	Chen (1998)	Gonzales de vallejo	Seed, Woodward, Lungren
Datos Usados	IP	IP, % <2µm	% <2µm, LL	%Finos, % Hinchamiento	Grado de expansión (S)
C-1	Alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
C-2	Alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
C-3	Alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 24, la clasificación del grado de expansión varía según los distintos autores. Según Holtz & Gibbs (1954), el grado de expansibilidad se clasifica como alto, mientras que los demás autores lo clasifican como muy alto. Es importante tener en cuenta que esta variación en la clasificación puede deberse a los diferentes parámetros utilizados por cada autor para su evaluación. Cada autor puede tener criterios y ecuaciones específicas para determinar el grado de expansión, lo que puede llevar a diferencias en las clasificaciones obtenidas.

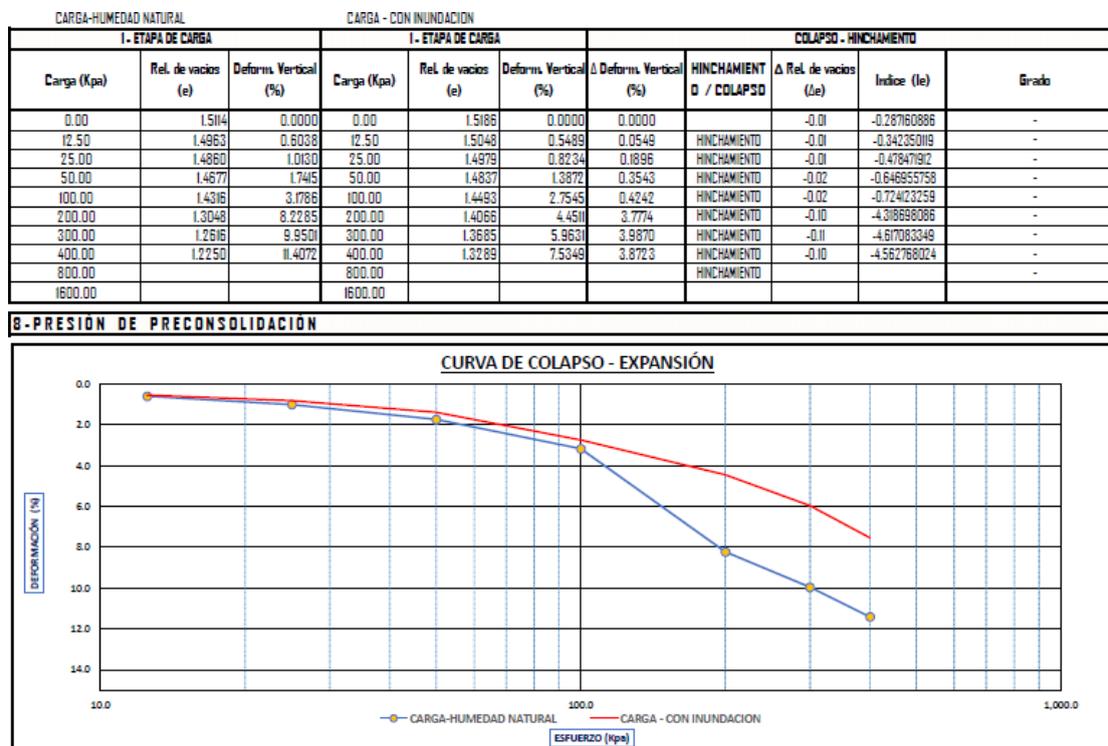
**Tabla 25***Resumen de la caracterización de la arcilla expansiva*

Muestra	Tipo de suelo	Mineral predominante	% de expansión	Grado de expansión
C-1	CH	Caolinita - Ilita	15.53	Alto – Muy alto
C-2	CH	Caolinita - Ilita	10.38	Alto – Muy alto
C-3	CH	Caolinita	7.04	Alto – Muy alto

Fuente: Elaboración propia

**Figura 11**

Resultado de ensayo de doble edómetro



Fuente: Laboratorio

En la Tabla 25 se presentan los resultados finales de tres calicatas estudiadas, detallando el tipo de mineral, el porcentaje de expansión y el grado de expansión. Las tres calicatas muestran una clasificación del suelo como arcilla de alta plasticidad (CH), con un mineral predominante constituido por una mezcla de caolinita e Illita. Los porcentajes de expansión registrados son 15.53% para la calicata C-1, 10.38% para la calicata C-2 y 7.04% para la calicata C-3, empleando además las tablas de los autores Holtz & Gibbs, Seed, Ortiz, Gonzales Vallejo y Chen para clasificar el grado de expansión, lo que indica un grado de expansión que va de alto a muy alto en las tres calicatas de estudio.

Es importante destacar que la calicata C-1 presenta un porcentaje de expansión alto y además se realizó el ensayo de doble edómetro para determinar si presenta expansión efectivamente presenta expansión.

**Objetivo específico 2:** Se evaluó la influencia del nivel freático en la arcilla expansiva en la propuesta de diseño cimentación superficial para edificaciones

**Figura 12**

*Ensayo de laboratorio para determinar sus propiedades mecánicas*



Fuente: Elaboración propia

Después de analizar y caracterizar la arcilla, se decidió seleccionar la calicata C-1 debido a su alto grado de expansión, con el fin de realizar los ensayos necesarios para evaluar cómo el nivel freático afecta el diseño de la cimentación.

Las normas correspondientes que rigen estos ensayos del suelo son:

- Ensayo de presión de expansión Lambe
- Resistencia a la compresión no confinada NTP 339.167

**Tabla 26***Resultado del análisis propiedades mecánicas de la calicata C-1*

Estrato	Profundidad		Descripción	W	Es	Cohesión	$\phi$	$\gamma$
	m			%	Ton/cm <sup>2</sup>	Ton/m <sup>2</sup>	°	Ton/m <sup>2</sup>
1	0.00	0.20	Tierra vegetal	-	-	-	-	-
2	0.20	0.55	Arena limosa SM	-	-	-	-	-
3	0.55	3.00	Arcilla Blanda CH	40.14	167.5	6.8	0	1.825

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27***Resultado del análisis propiedades mecánicas de la calicata C-2*

Estrato	Profundidad		Descripción	W	Es	Cohesión	$\phi$	$\gamma$
	m			%	Ton/cm <sup>2</sup>	Ton/m <sup>2</sup>	°	Ton/m <sup>2</sup>
1	0.00	0.20	Tierra vegetal	-	-	-	-	-
2	0.20	0.55	Arena limosa SM	-	-	-	-	-
3	0.55	3.00	Arcilla Blanda CH	36.74	1386.4	14	0	1.82

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28***Resultado del análisis propiedades mecánicas de la calicata C-3*

Estrato	Profundidad		Descripción	W	Es	Cohesión	$\phi$	$\gamma$
	m			%	Ton/cm <sup>2</sup>	Ton/m <sup>2</sup>	°	Ton/m <sup>2</sup>
1	0.00	0.20	Tierra vegetal	-	-	-	-	-
2	0.20	0.55	Arena limosa SM	-	-	-	-	-
3	0.55	3.00	Arcilla Blanda CH	43.1	1706.5	18.25	0	1.714

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 29***Resultado de Presión de expansión*

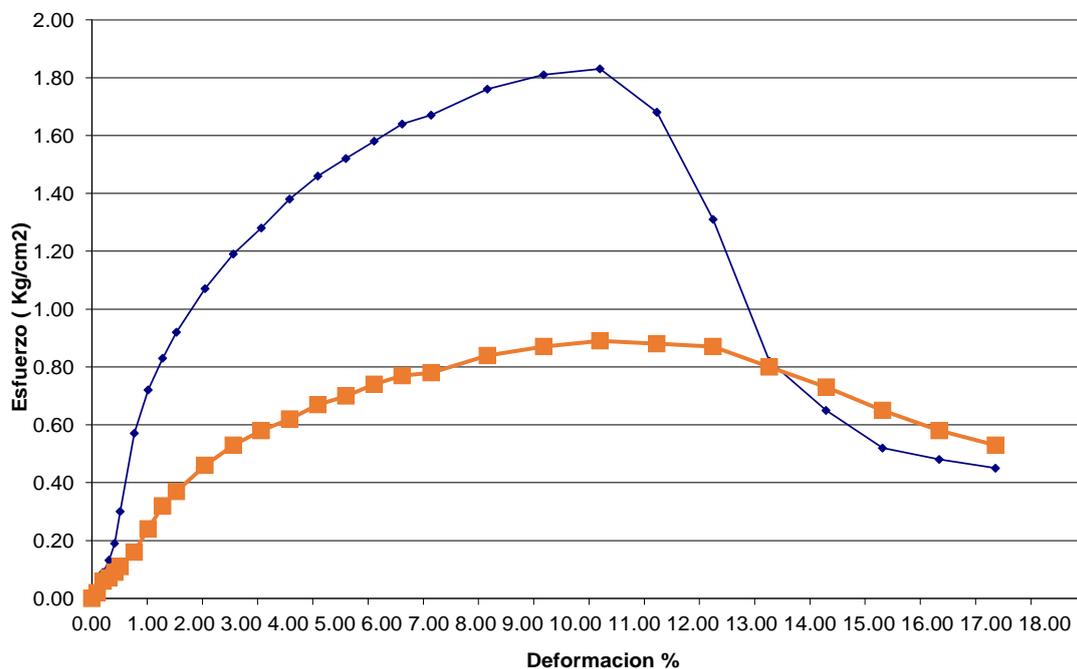
Humedad Natural	Presión de expansión
40.14%	0.36kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

La magnitud de la expansión de un suelo está influenciada por la relación de vacíos inicial y el contenido de humedad inicial. Cuando el suelo tiene un mayor contenido de humedad inicial, esto resulta en una relación de vacíos menor. A su vez, una menor relación de vacíos reduce la presión de expansión del suelo. En otras palabras, a medida que el contenido de humedad inicial aumenta, la capacidad de expansión del suelo disminuye. Esto se debe a que un suelo con mayor contenido de humedad tiene menos espacio disponible para la expansión, lo que limita la presión ejercida durante dicho proceso. Por lo tanto, la relación entre el contenido de humedad inicial y la relación de vacíos es un factor importante a considerar al analizar la magnitud de la expansión del suelo.

**Figura 13**

*Grafica esfuerzo deformación de calicata C-1*



Fuente: Elaboración propia

## Figura 14

### Parámetros de resistencia C-1

<b><u>Parámetros geotécnicos del suelo de fundación y forma</u></b>			
C (Ton/m <sup>2</sup> )	<b>6.8</b>		
γ (Ton/m <sup>3</sup> )	<b>1.825</b>		
B(m)	<b>0.40</b>	L(m)	<b>12.40</b>

Fuente: Elaboración propia

La resistencia máxima al corte de un suelo se ve afectada por el contenido de humedad inicial. Cuando el suelo está más seco, tiende a tener una mayor resistencia al corte. Por otro lado, cuando el suelo tiene un mayor contenido de agua, su resistencia al corte disminuye.

Obtención de la capacidad de carga ultima a partir de los parámetros obtenido, mediante la teoría de Skempton para suelos arcillosos con una base de cimentación para losa nervada con un ancho de 0.40m y con una longitud de 12.40m.

## Tabla 30

### Capacidad de carga por teoría de Skempton

D <sub>f</sub> (m)	B(m)	D/B	N <sub>c</sub>	q <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	0.40	1.50	6.74	4.73	2.37
0.80	0.40	2.00	7.00	4.91	2.46
1.00	0.40	2.50	7.21	5.06	2.53
1.20	0.40	3.00	7.40	5.19	2.60

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 30 se muestran los resultados de la capacidad de carga ultima Sin considerar la influencia de la presión de expansión.

Al hidratar un suelo, su capacidad de carga disminuye mientras que su potencial expansivo aumenta. Es importante destacar que la capacidad de carga del suelo está estrechamente relacionada con su contenido de humedad.

**Tabla 31**

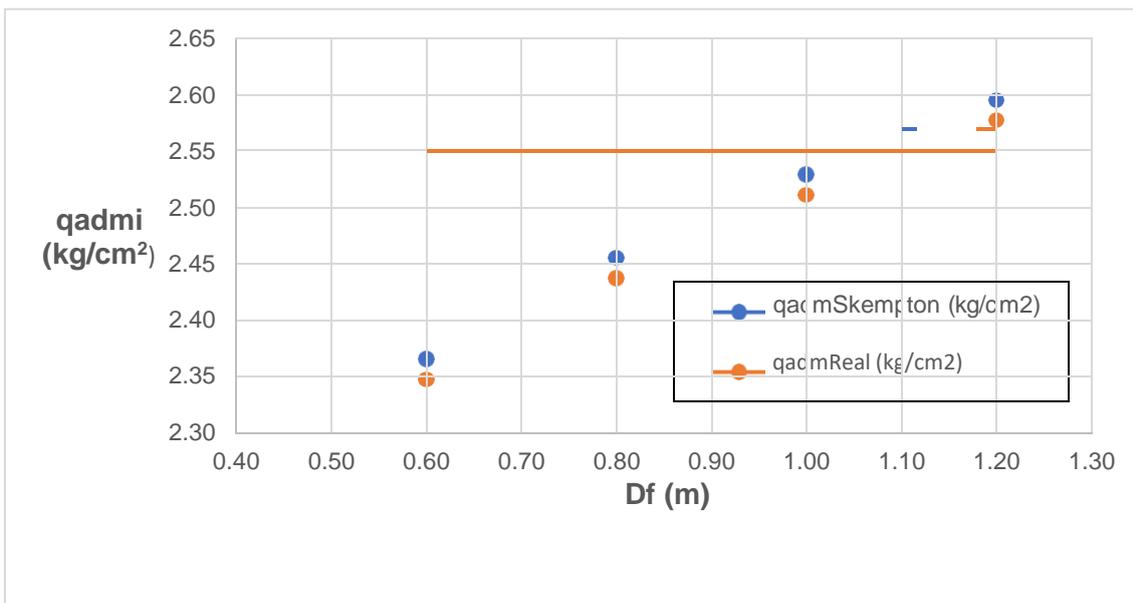
Capacidad de carga por teoría de Skempton influenciada por la presión de expansión.

$D_f$ (m)	B(m)	D/B	$N_c$	$q_{real}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$q_{admReal}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	0.40	1.50	6.74	4.70	2.35
0.80	0.40	2.00	7.00	4.88	2.44
1.00	0.40	2.50	7.21	5.02	2.51
1.20	0.40	3.00	7.40	5.16	2.58

Fuente: Elaboración propia

**Figura 15**

Grafica capacidad admisible vs capacidad admisible afectada por la presión de expansión.



Fuente: Elaboración propia

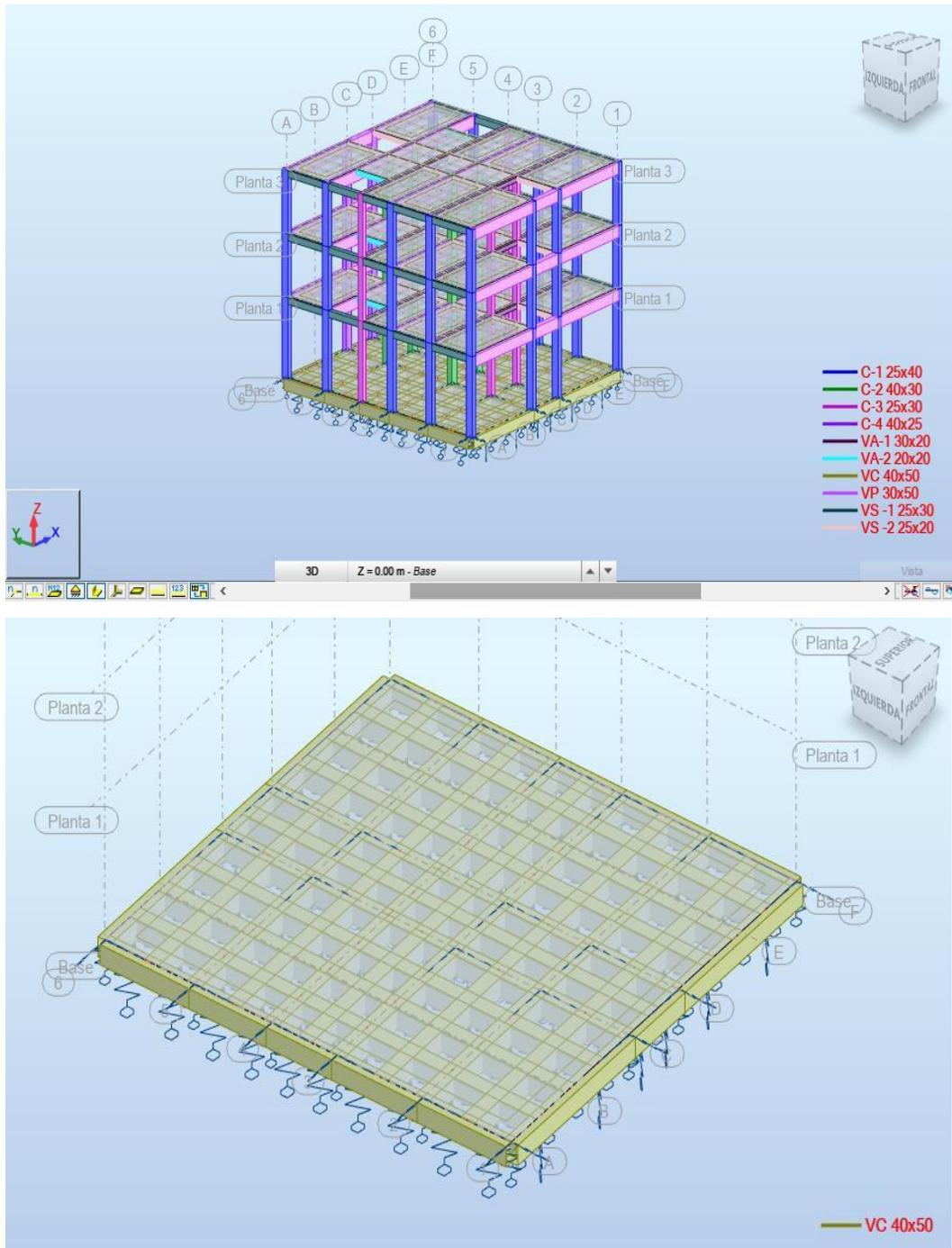
La figura presenta las capacidades de carga admisible calculadas por Skempton y las obtenidas considerando la presión de expansión para diferentes profundidades de fundación: 0.60 m, 0.80 m, 1 m y 1.2 m. La cimentación tiene un ancho de  $B=0.40$  m y una longitud de  $L=12.40$  m. Al analizar los datos, se observa que a una profundidad de fundación de 0.60 m, la capacidad admisible

obtenida por Skempton es de 2.37 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la capacidad admisible considerando la presión de expansión es de 2.35 kg/cm<sup>2</sup>. Esto representa una disminución de aproximadamente el 0.76% en comparación con la capacidad admisible calculada por Skempton. Es relevante destacar que la presión de expansión en este caso es relativamente baja, ya que se determinó utilizando la humedad natural del suelo, que fue del 40.14%. Esta condición representa cómo se comportaría el suelo en condiciones naturales al humedecerse y experimentar una expansión. Si el suelo estuviera seco, la presión de expansión sería mayor. Es importante resaltar que el nivel freático también es una variable clave en la expansión del suelo. Si el nivel freático estuviera más bajo, el suelo estaría más seco, lo que resultaría en una mayor expansión. Por lo tanto, al considerar la presión de expansión en el diseño de cimentaciones, es esencial tener en cuenta el nivel freático, ya que puede afectar significativamente el comportamiento y la capacidad admisible del suelo.

**Objetivo específico 3:** Se propone el diseño de cimentación superficial con losa nervada para edificaciones sobre arcillas expansivas

**Figura 16**

*Modelado de la estructura*



Fuente: Elaboración propia

Se ha propuesto un diseño de losa de cimentación nervada para una edificación de tres niveles sobre arcilla expansiva. Este diseño se basa en los resultados obtenidos de la calicata C-1, que presentó mayores valores de grado de expansión en comparación con las demás calicatas.

### **Dimensiones y materiales de la estructura**

Altura del primer nivel	: 3.60m
Altura típica (2° y 3°)	: 2.80m
Losa aligerada	: 0.2m
Columna C - 1	: 0.25mx0.40
Columna C - 2	: 0.40mx0.30
Columna C - 3	: 0.25mx0.30
Columna C - 4	: 0.40mx0.25
Viga Principal	: 0.30mx0.50m
Viga Secundaria	: 0.25mx0.30m
Viga Secundaria	: 0.25mx0.20m
Viga Amarre	: 0.30mx0.20m
Viga Amarre	: 0.20mx0.20m
Resistencia del concreto	: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad del concreto	: $E_c = 15100 * \sqrt{f'c} \text{ kg/cm}^2$
Esfuerzo de fluencia de acero	: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad del concreto	: $E_c = 2100000 \text{ kg/cm}^2$

### **Cargas de diseño**

Cargas muertas:

Peso específico Concreto Armado	: 2400.00 kg/m <sup>3</sup>
Peso Losa aligerada (h=0.20m)	: 300.00 kg/m <sup>2</sup>
Peso tabiquería	: 270.00 kg/m <sup>2</sup>
Peso Piso terminado	: 100.00 kg/m <sup>2</sup>

Cargas vivas:

Edificios unifamiliares	: 200.00 kg/m <sup>2</sup>
Azotea	: 100.00 kg/m <sup>2</sup>

**Tabla 32***Metrado de cargas de la edificación de 3 niveles*

CARGAS DE SERVICIO			
EJE A-A	EJE C-C	EJE D-D	EJE F-F
10275.05 kg (C1)	12492.48 kg (C4)	12506.61 kg (C4)	10283.72 kg (C1)
12790.80 kg (C1)	28183.90 kg (C2)	28209.21kg (C2)	12798.37 kg (C1
9790.95 kg (C3)			9794.11 kg (C3)
14777.33 kg (C1)	32252.93 kg (C2)	32280.97 kg (C2)	14790.74 kg (C1)
15528.22 kg (C1)	17378.25 kg (C3)	17398.03 kg (C3)	15540.72 kg (C1)
11282.31 kg (C1)	13312.68 kg (C1)	13329.57 kg (C1)	11292.45 kg (C1)
Carga total de la edificación = 356289.40 kg			

Fuente: Elaboración propia

**Verificación de presiones del suelo**

Se propone un diseño de losa nervada con ancho de  $B = 0.40$  y una longitud de  $L = 12.40\text{m}$ .

**Tabla 33***Verificación de presiones del suelo*

VERIFICACIÓN DE PRESIONES						
EJE A-A	B(cm)	L (cm)	Df (cm)	$q_{\text{contacto}}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$q_{\text{adm}}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$q_{\text{adm}} \geq q_c$
74444.66	40	1240	60	1.5	2.35	!!OK!!
EJE C-C						
103620.24	40	1240	60	2.09	2.35	!!OK!!
EJE D-D						
103724.39	40	1240	60	2.09	2.35	!!OK!!
EJE F-F						
74500.11	40	1240	60	1.5	2.35	!!OK!!

Fuente: Elaboración propia

## Verificación por punzonamiento

Se propone un diseño de losa nervada con un peralte efectivo de 43.4 cm, el cual cumple con dos aspectos fundamentales. En primer lugar, garantiza la resistencia al punzonamiento cerca de las columnas y la capacidad para soportar cargas adecuadamente. En segundo lugar, su altura proporciona suficiente espacio para que los espacios vacíos dejados en la losa nervada puedan absorber las expansiones del suelo de manera efectiva.

**Tabla 34**

*Verificación por punzonamiento*

VERIFICACIÓN POR PUNZONAMIENTO						
EJE A-A	a	b	d	$V_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$V_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$V_c \geq V_u$
14794.31	25	40	43.4	15.94	4.19	!!OK!!
18452.67	25	40	43.4	15.94	2.96	!!OK!!
14159.33	25	30	43.4	15.94	2.53	!!OK!!
21417.83	25	40	43.4	15.94	3.43	!!OK!!
22581.3	25	40	43.4	15.94	3.62	!!OK!!
16273.92	25	40	43.4	15.94	4.61	!!OK!!
EJE C-C						
17984.5	40	25	43.4	15.94	3.13	!!OK!!
40968.94	40	30	43.4	15.94	4.01	!!OK!!
46987.16	40	30	43.4	15.94	4.6	!!OK!!
25362	25	30	43.4	15.94	2.75	!!OK!!
19181.4	25	40	43.4	15.94	3.07	!!OK!!
EJE D-D						
18005.04	40	25	43.4	15.94	3.13	!!OK!!
41005.88	40	30	43.4	15.94	4.02	!!OK!!
47028.19	40	30	43.4	15.94	4.61	!!OK!!
25391.06	25	30	43.4	15.94	2.75	!!OK!!
19205.99	25	40	43.4	15.94	3.08	!!OK!!
EJE F-F						
14806.9	25	40	43.4	15.94	4.2	!!OK!!
18463.66	25	40	43.4	15.94	2.96	!!OK!!
14163.92	25	30	43.4	15.94	2.53	!!OK!!

21437.44	25	40	43.4	15.94	3.43	!!OK!!
22599.67	25	40	43.4	15.94	3.62	!!OK!!
16288.67	25	40	43.4	15.94	4.62	!!OK!!

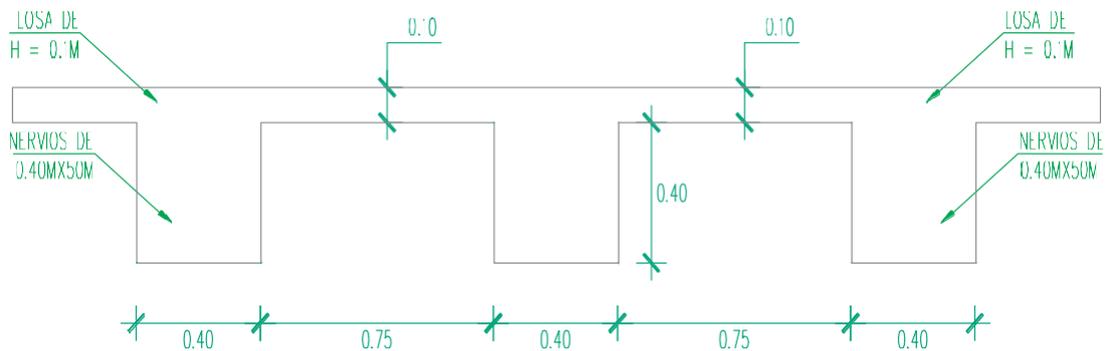
Fuente: Elaboración propia

### Sección de la losa nervada

Las dimensiones de los nervios y la separación entre nervios en la losa de cimentación nervada se determinaron considerando la capacidad admisible del suelo, expansión del suelo y la carga de la edificación. Se utilizó un enfoque que involucra un área de contacto de los nervios para garantizar que no se exceda la capacidad admisible del suelo.

**Figura 17**

*Sección de la losa nervada*

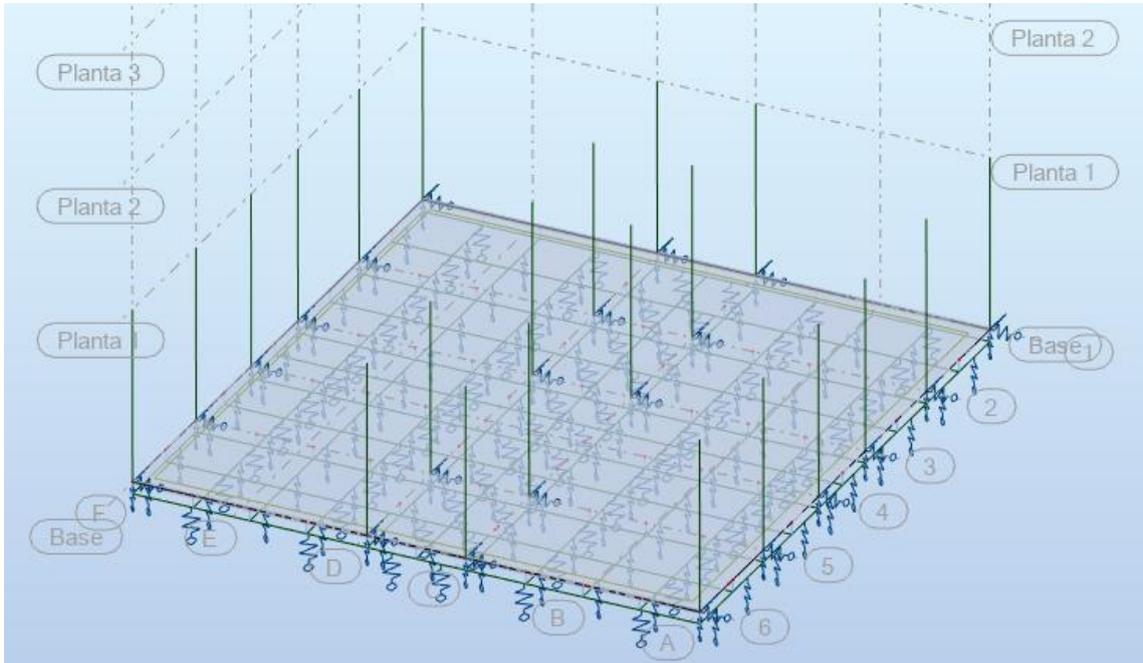


Fuente: Elaboración propia

Para el modelado de la estructura se utilizará el Coeficiente de balasto utilizará de acuerdo a la tabla de Winkler que está en función de la capacidad admisible.

**Figura 18**

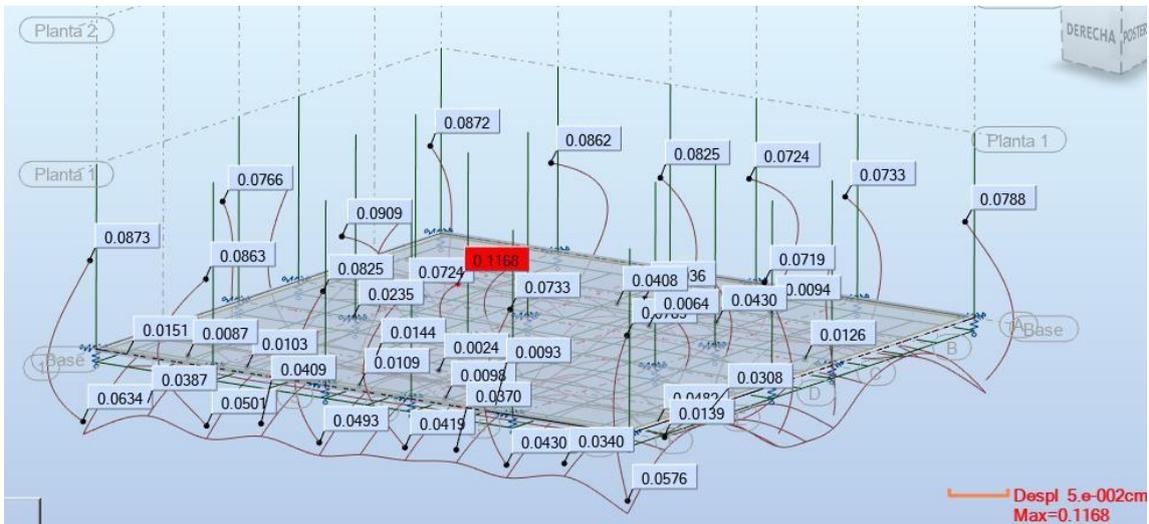
*Modelamiento de la losa nervada*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 19**

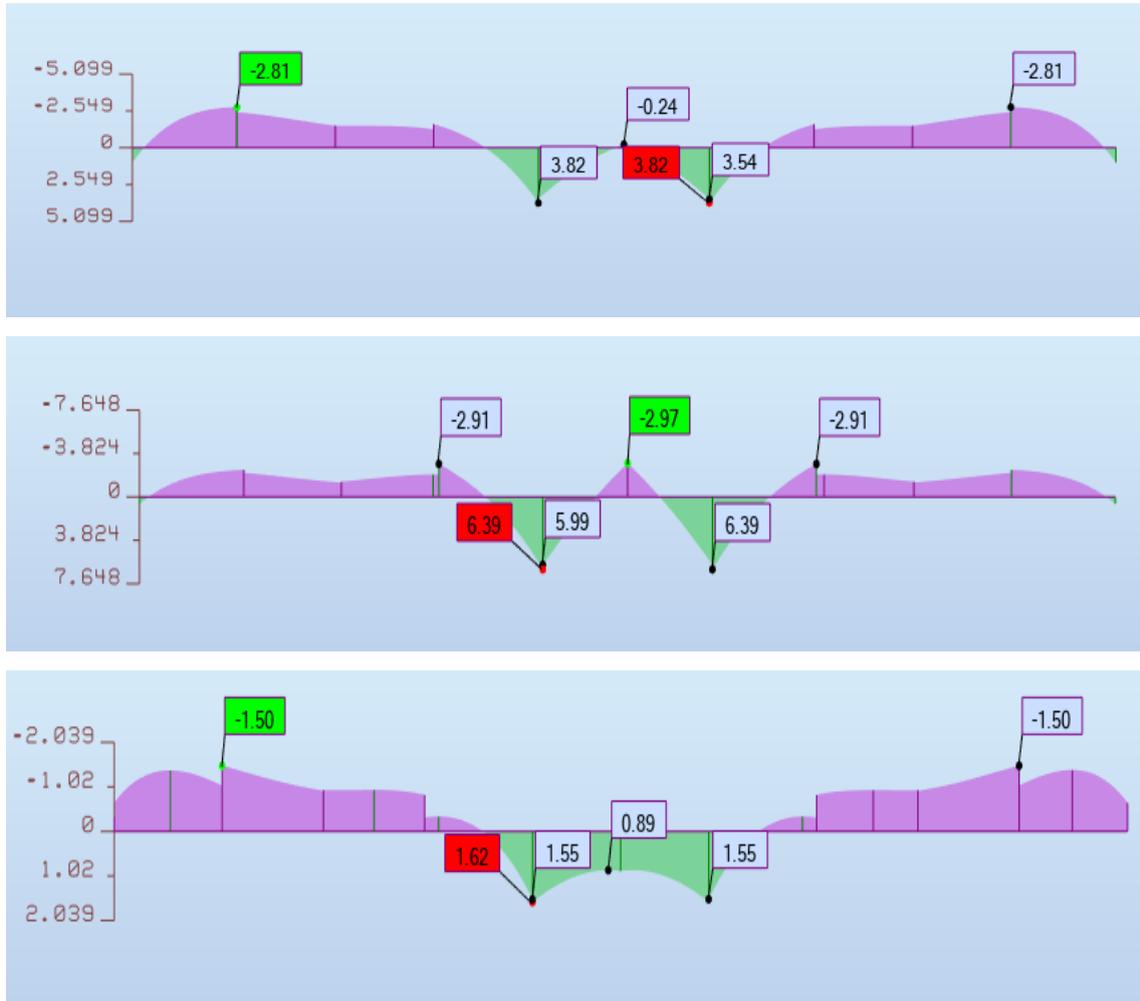
*Asentamiento de la losa nervada*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 20**

*Análisis de momento de la losa nervada en dirección "X"*



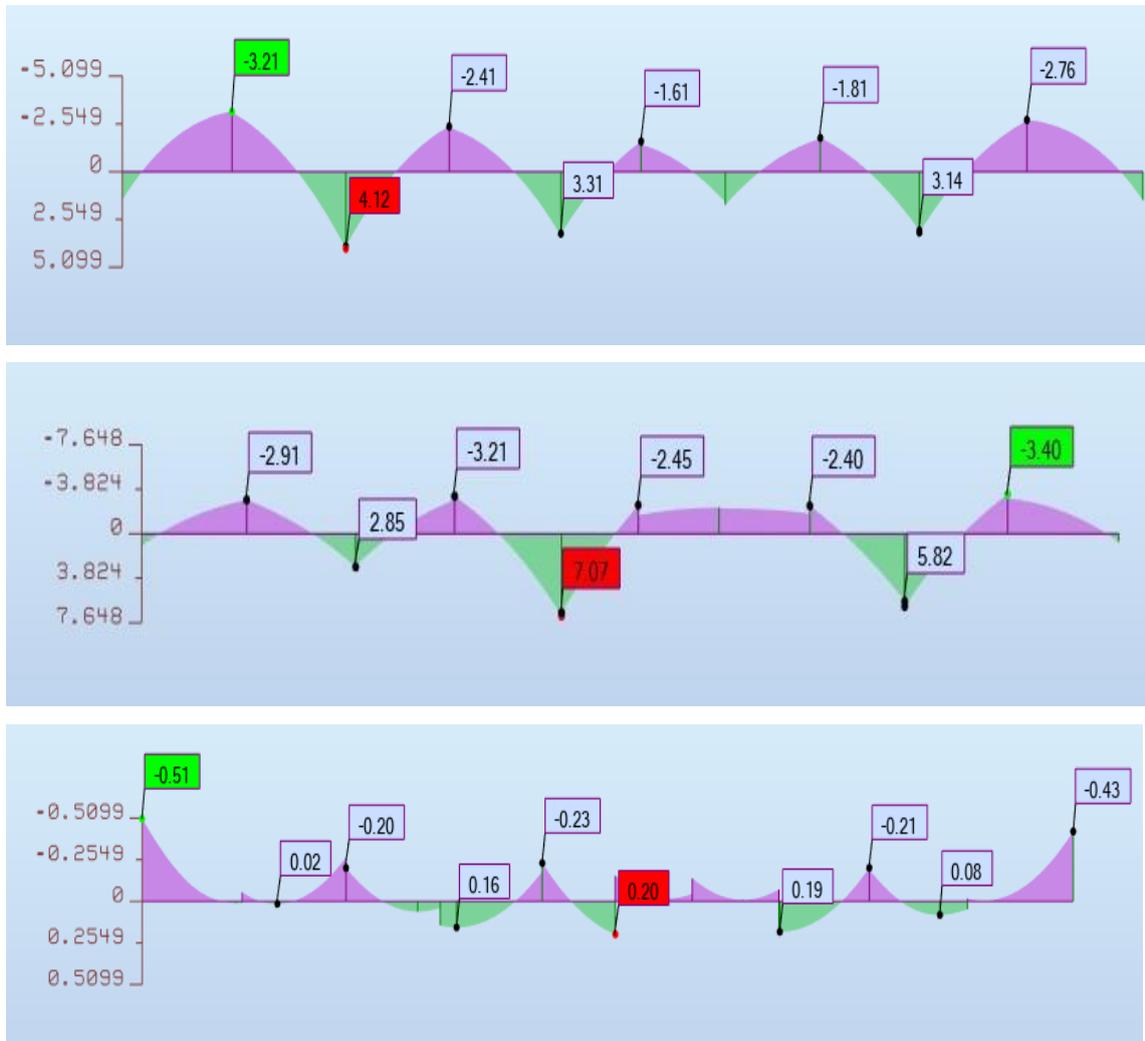
Fuente: Elaboración propia

En la figura 20, se muestra el análisis de momentos de los nervios en dirección X de la losa nervada, considerando los momentos máximos, medios y mínimos de los nervios:

- Nervio perimetral: Momento positivo máximo: 3.82 ton-m Momento negativo máximo: 2.81 ton-m
- Nervio central: Momento positivo máximo: 6.39 ton-m Momento negativo máximo: 2.98 ton-m
- Nervio medianero: Momento positivo máximo: 1.62 ton-m Momento negativo máximo: 1.50 ton-m

**Figura 21**

*Análisis de momento de la losa nervada en dirección "Y"*



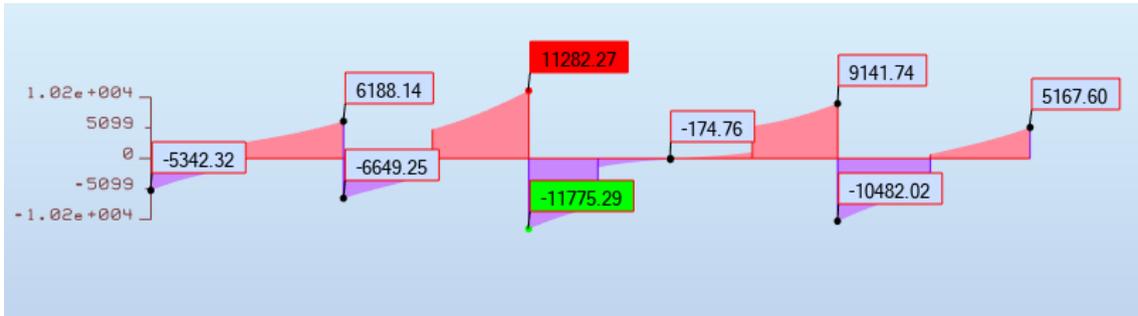
Fuente: Elaboración propia

En la figura 21, se muestra el análisis de momentos de los nervios en dirección Y de la losa nervada, considerando los momentos máximos, medios y mínimos de los nervios:

- Nervio perimetral: Momento positivo máximo: 4.12 ton-m Momento negativo máximo: 3.21 ton-m
- Nervio central: Momento positivo máximo: 7.07 ton-m Momento negativo máximo: 3.40 ton-m
- Nervio medianero: Momento positivo máximo: 0.2 ton-m Momento negativo máximo: 0.51 ton-m

**Figura 22**

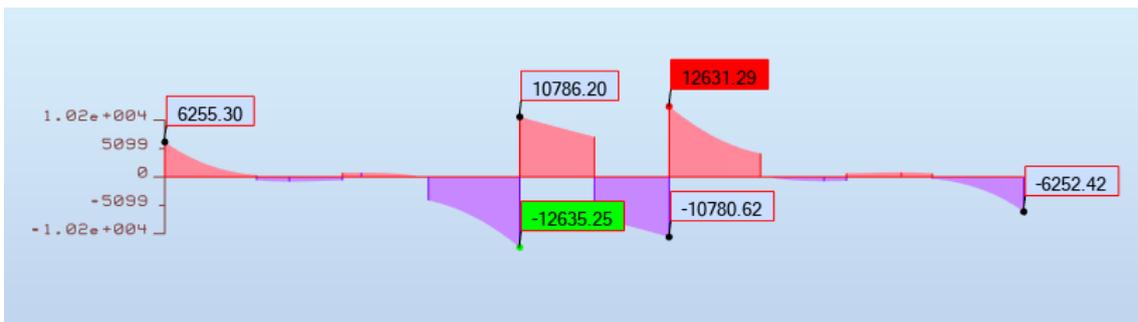
*Análisis de cortantes en dirección "X"*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 23**

*Análisis de cortantes en dirección "Y"*



Fuente: Elaboración propia

En la figura 23, se muestra el análisis de cortantes de los nervios en dirección X e Y de la losa nervada, considerando cortantes máximos de los nervios más cargados:

- Nervio en X: Cortante máximo: 12635.25 kg
- Nervio en Y: Cortante máximo: 11775.29 kg

Al analizar los momentos de los nervios en ambas direcciones, X e Y, se observa que el área mínima de refuerzo requerida es menor que el acero mínimo especificado. Debido a esto, la distribución de los refuerzos en la losa nervada se diseñará utilizando el acero mínimo necesario.

**Tabla 35**

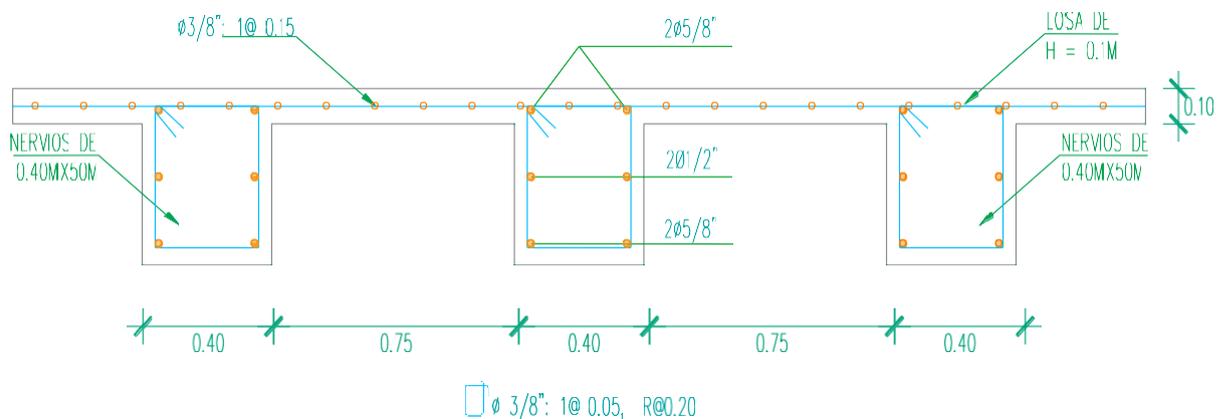
Calculo área de acero requerido

	Tramo Inicial	Tramo Intermedio	Tramo Final
Momentos Últimos (kg-cm)	<b>Mui (kg-cm)</b> 321000.000	<b>Mu (kg-cm)</b> 701000.000	<b>Muj(kg-cm)</b> 245000.000
Ancho: b (cm)	40.00	40.00	40.00
Peralte: d (cm)	43.25	43.25	43.25
fc(kg/cm <sup>2</sup> )	210.00	210.00	210.00
fy(kg/cm <sup>2</sup> )	4200.00	4200.00	4200.00
Ku	0.02043	0.04461	0.01559
w	0.02301	0.05111	0.01751
p	0.00115	0.00256	0.00088
As (cm <sup>2</sup> )	<b>1.99051</b>	<b>4.42118</b>	<b>1.51425</b>
As Min (cm <sup>2</sup> )	<b>5.767</b>	<b>5.767</b>	<b>5.767</b>
As adoptada (cm <sup>2</sup> )	<b>5.767</b>	<b>5.767</b>	<b>5.767</b>
<b>Refuerzo Longitudinal</b>			
	<b>3/8"</b>		
	<b>1/2"</b> 2	2	2
	<b>5/8"</b> 2	2	2
	<b>3/4"</b>		
	<b>1 "</b>		
As	6.49	6.49	6.49
	<b>2φ1/2"+'2φ5/8"</b>	<b>2φ1/2"+'2φ5/8"</b>	<b>2φ1/2"+'2φ5/8"</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 24**

Sección de la losa nervada con distribución de acero



Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

Discusión 1: En la investigación llevada a cabo por Idrovo, Byron (2019), el enfoque principal se centró en caracterizar suelos expansivos de cinco áreas de la ciudad de Cuenca y Azogues. Para lograrlo, se realizaron ensayos de granulometría, límites de consistencia y granulometría por sedimentación para determinar las propiedades físicas del suelo. Estos datos fueron utilizados para establecer correlaciones con los trabajos de Holtz & Gibbs, Seed, Ortiz, Gonzales Vallejo y Chen, con el fin de clasificar el grado de expansibilidad de los suelos estudiados. En cuanto a las correlaciones del mineral predominante, los resultados obtenidos fueron consistentes con los propuestos por Skempton, adaptados por Braja Das. El autor recomienda emplear las clasificaciones propuestas por Holtz & Gibbs y Gonzales Vallejo, las cuales se basan en los parámetros de porcentaje de finos, límite líquido e Índice de plasticidad. Sin embargo, al momento de utilizar las ecuaciones propuestas como correlaciones para determinar el porcentaje de expansión y presión de expansión, el autor no sugiere su uso, ya que se obtuvieron porcentajes de errores excesivos para todas las expresiones de correlación utilizadas. Por lo tanto, se recomienda realizar estos ensayos directamente en laboratorio para obtener resultados más precisos y confiables.

En la presente investigación se llevó a cabo la caracterización del grado de expansibilidad del suelo utilizando los métodos propuestos por varios autores, entre ellos Holtz & Gibbs, Seed, Ortiz, Gonzales Vallejo y Chen. Se realizaron tres calicatas en la zona de estudio para determinar el grado de expansión del suelo. Las tablas utilizadas para clasificar los valores obtenidos concuerdan con los hallazgos del autor, lo que confirma la presencia de expansión en el suelo estudiado. Las tres calicatas mostraron que el suelo es clasificado como arcilla de alta plasticidad (CH), con un mineral predominante constituido por una mezcla de caolinita e Illita. Los porcentajes de expansión registrados fueron del 15.53% para la calicata C-1, 10.38% para la calicata C-2 y 7.04% para la calicata C-3. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los valores de porcentajes de expansión para las calicatas no son tan confiables. Para confirmar estos resultados, se realizó el ensayo de doble edómetro en la calicata C-3, ya que presentó un alto porcentaje de expansión. Este ensayo se llevó a cabo con el

objetivo de contrarrestar las dudas planteadas y efectivamente confirmó la presencia de expansión en el suelo estudiado.

Discusión 2: En la investigación realizada por Idrovo, Giusseppe (2022), el objetivo principal fue identificar y clasificar los suelos arcillosos expansivos para determinar la cimentación más adecuada en cuatro calicatas. Los suelos analizados presentaron un rango de Índice de Plasticidad (IP) que varió del 13% al 23%, y se observó una presión de expansión de 0.58 kg/cm<sup>2</sup> con una humedad medida del 14.9%. La clasificación resultante indicó un grado de expansión alto. Según los hallazgos, se sugiere que la cimentación más adecuada para estos suelos sea a una profundidad de 1.5 metros. Sin embargo, es importante destacar que, a esta profundidad, la carga transmitida sería superior a 0.583 kg/cm<sup>2</sup>, lo que excedería la presión que puede controlar la eventual expansión de la arcilla. En el estudio, se calculó la capacidad portante sin considerar la presión de expansión.

En la presente investigación, se realizó el cálculo de la capacidad admisible del suelo, teniendo en cuenta la presión de expansión en la calicata C-1, que presentó un Índice de Plasticidad (IP) del 58%, una humedad medida del 40.14% y una presión de expansión de 0.36 kg/cm<sup>2</sup>, lo que la clasifica como un suelo con grado de expansión muy alto. Estos resultados discrepan con el investigador Scipion (2022), quien no la consideró en los cálculos de la capacidad admisible del suelo. En este estudio, se enfatizó en involucrar la presión de expansión del suelo en la determinación de la capacidad admisible. Al analizar los datos, se encontró que la capacidad admisible calculada por Skempton fue de 2.37 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la capacidad admisible considerando la presión de expansión fue de 2.35 kg/cm<sup>2</sup>. Esto representa una disminución de aproximadamente el 0.76% en comparación con la capacidad admisible calculada por Skempton. La cimentación estudiada tiene un ancho de  $B=0.40$  m, una longitud de  $L=12.40$  m y una profundidad de fundación de 0.6m. Se destaca que la presión de expansión en este caso es relativamente baja, ya que se determinó utilizando la humedad natural del suelo, que fue del 40.14%. Esta condición representa cómo se comportaría el suelo en condiciones naturales al humedecerse y experimentar una expansión. Es relevante

mencionar que este método de clasificación se consideró adecuado debido al alto contenido de índice de plasticidad y mayor contenido de arcilla en la calicata C-1, lo cual indica un alto grado de expansión. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, en condiciones secas, la presión de expansión podría aumentar significativamente.

Discusión 3: En la investigación realizada por Flores (2019), el enfoque principal se centró en el diseño de una cimentación superficial para suelos expansivos, desde una perspectiva constructiva y económica. El diseño propuesto consistió en el uso de zapatas para un colegio de tres niveles. El criterio empleado buscó contrarrestar la presión de expansión del suelo y cumplir con las siguientes condiciones: asegurar que la presión de contacto de la edificación fuera mayor que la presión de expansión del suelo y, al mismo tiempo, asegurarse de que esta presión de contacto fuera menor que la capacidad admisible del suelo para evitar fallas. Para lograr esto, se propuso una cimentación con un ancho de  $B=2.32\text{m}$  y un nivel de fundación  $D_f=1.30\text{m}$ . La capacidad admisible del suelo se determinó en  $16.6\text{ ton/m}^2$ , mientras que la presión de expansión del suelo se estimó en  $9.3\text{ ton/m}^2$ . Al verificar los resultados, se confirmó que la capacidad admisible era menor que la presión de expansión, lo que cumplía con los requisitos establecidos. Para llevar a cabo las verificaciones, se utilizó el programa SAFE 2016, el cual permitió analizar las presiones del suelo y el punzonamiento. Con base en estos resultados y para asegurar un diseño óptimo, se procedió a diseñar una zapata combinada y se llevó a cabo la distribución del acero de manera adecuada.

En la presente investigación, se llevó a cabo el diseño de una cimentación utilizando losas nervadas para hacer frente a las características problemáticas de las arcillas expansivas. El principal objetivo de este diseño era lograr una absorción efectiva de la presión de expansión generada por el suelo, aprovechando los espacios vacíos dejados en la losa nervada. Este enfoque se diferencia de las cimentaciones tradicionales con zapatas de Flores (2019). El área de estudio para este proyecto abarcó 12.40 metros de ancho por 11.75 metros de longitud, con una edificación de tres niveles. La losa nervada se diseñó con un ancho de 0.40 metros y una separación de los nervios de 0.75 metros,

alcanzando una altura de 0.50 metros en ambas direcciones. En el proceso de diseño, se consideró una capacidad admisible real de 2.35 kg/cm<sup>2</sup>, la cual se ve influida por la presión de expansión del suelo. Para llevar a cabo el análisis y diseño de la cimentación, se empleó el programa ROBOT STRUCTURAL VERSION ESTUDIANTIL 2020. Este software facilitó el modelado completo de la estructura y permitió obtener información crucial sobre momentos y cortantes para una distribución adecuada de los refuerzos de acero en la losa nervada. Se realizaron verificaciones detalladas de las presiones de contacto y el punzonamiento. Este enfoque utiliza losas nervadas como cimentación ofrece ventajas significativas al lidiar con la expansión del suelo de manera más eficiente. Los espacios vacíos en la losa permiten una distribución más uniforme de la presión de expansión, lo que reduce los efectos negativos en la estructura y asegura una cimentación más confiable y duradera.

## VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: Al evaluar las tres calicatas en la zona de estudio, se encontraron los siguientes resultados granulométricos y límites de consistencia: El porcentaje de finos varía desde 97.23% hasta 98.51%, indicando un contenido alto de finos en todas las calicatas. El límite líquido se encuentra en el rango del 60% al 82% en las diferentes calicatas. El índice de plasticidad varía entre 37% y 57% en las distintas calicatas. El porcentaje de arcillas oscila entre 62.3% y 66.1% en las tres calicatas. A partir de estos resultados, se evaluó el grado de expansión del suelo, encontrando que dicho grado va desde alto hasta muy alto. Para validar estos hallazgos, se realizó el ensayo de doble edómetro específicamente en la calicata C-1, corroborando la presencia de expansión. En conclusión, se determinó que la arcilla expansiva presenta un grado de expansión muy alto, lo cual es un factor a tener en cuenta en la propuesta de diseño.

Conclusión 2: Tras analizar las características de la arcilla expansiva, se ha determinado la presión de expansión y su importancia en la determinación de la capacidad admisible. Los resultados muestran que la capacidad admisible calculada según el método de Skempton es de 2.37 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, al considerar la presión de expansión, esta se reduce ligeramente a 2.35 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una disminución de aproximadamente el 0.76% en comparación con el valor inicial. La cimentación estudiada tiene un ancho de 0.40 m, una longitud de 12.40 m y una profundidad de fundación de 0.6 m. Durante el análisis, también se evaluó el nivel freático y se observó que, con la humedad actual, la presión de expansión es de 0.36 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados indican que el suelo se encuentra parcialmente saturado, ya que esta presión de expansión es relativamente baja. En condiciones secas, la expansión sería mucho mayor, lo que afectaría significativamente el cálculo de la capacidad portante del suelo y, por ende, en las dimensiones de losa nervada.

Conclusión 3: Mediante el análisis de los parámetros geotécnicos de la arcilla expansiva, se ha llevado a cabo el dimensionamiento de la losa nervada con el objetivo de abordar las problemáticas asociadas a este tipo de suelo. El

diseño se enfocó en lograr una efectiva absorción de la presión de expansión generada por el suelo, aprovechando los espacios vacíos presentes en la losa nervada. La losa fue diseñada con un ancho de 0.40 metros y una separación de los nervios de 0.75 metros, alcanzando una altura de 0.50 metros en ambas direcciones. Estas dimensiones fueron seleccionadas considerando una edificación de tres niveles, asegurando que la presión de contacto no exceda la capacidad admisible del suelo. De esta manera, se cumplen satisfactoriamente las verificaciones relacionadas con las presiones y el punzonamiento. Posteriormente, se procedió a modelar la propuesta de diseño con la losa nervada utilizando el programa ROBOT STRUCTURAL, analizando momentos y cortantes para la distribución de los aceros. Se concluye que la utilización de la losa nervada sobre arcillas expansivas es una alternativa apropiada para cimentación sobre suelos expansivos para garantizar la estabilidad y resistencia estructural.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Recomendación 1: Se recomienda realizar el análisis del porcentaje de expansión en diferentes épocas del año para caracterizar el, Por otro lado, se observa que el uso de correlaciones para estimar los valores porcentaje de expansión presenta discrepancias significativas y poco fiables para estimar el grado de expansión.

Recomendación 2: Para obtener resultados más precisos y determinar las condiciones más críticas para el cálculo de la capacidad admisible, se sugiere llevar a cabo un análisis exhaustivo de las propiedades mecánicas y la presión de expansión de las arcillas a diferentes niveles de humedad. Posteriormente, con base en estos datos, se recomienda redimensionar la sección de la losa nervada, asegurando así una cimentación adecuada y óptima para enfrentar las características problemáticas de los suelos expansivos.

Recomendación 3: Se sugiere llevar a cabo un análisis detallado del comportamiento estructural de la edificación considerando varios niveles. Es importante evaluar cómo afecta el incremento de las cargas, especialmente en el contexto de suelos expansivos. Además, se recomienda investigar y analizar el uso de acero postensado en el diseño de la losa nervada. Esta técnica de refuerzo puede mejorar significativamente la resistencia y la capacidad de absorción de la presión de expansión generada por el suelo, lo que podría contribuir a una solución más eficiente y segura para enfrentar las problemáticas de los suelos expansivos.

## REFERENCIAS

- ALLYN, M. *Everyday Evidence: How to Use the Science of Human Behaviors to Improve Your Life at Work, at Home, and Beyond*. Estados Unidos: Rowman & Littlefield Publishers. 2019. 224pp. ISBN: 9781538130601
- ALVA, Jorge. *Diseño de cimentaciones*. Lima: Fondo editorial ICG. 2010. 227pp
- ARIAS, F. *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. 5.<sup>a</sup> ed. Venezuela: Episteme. 2006. 454pp. ISBN: 9802571766
- AUSTING, Armand, THERON, Elizabeth & RAY, Richard. *Semi-Empirical Model for Predicting the Swelling Stress of Compacted, Unsaturated Expansive Soils*. *Civil Engineering and Architecture*, Vol. 9 (1): 225-239, 2021.
- BALDARRAGO, Luis. *Comportamiento estructural de una losa de cimentación por el método de rígido convencional de sección transversal variable de una edificación de 7 niveles, San Jerónimo, Cusco 2021*. Tesis (Ingeniero civil). Cusco, 2021. 93pp.
- BOWLES, J. E. *Foundation Analysis and Design*. 5.a ed. Estados Unidos: McGraw-Hill. 1996. 1056pp. ISBN: 9780070067767
- BOWLES, J. E. *Fundamentals of geotechnical engineering*. 5.a ed. Estados Unidos: Holt, Rinehart and Winston. 1988. 743pp. ISBN es 9780030010308.
- CASAGRANDE, A. *Research on the Atterberg limits of soils*. *Public Roads*, 13(3): 121-130, 1932. ISSN: 0033-3735
- CASTELO, Jose. *Evaluación del impacto de las variaciones de humedad en la expansión y capacidad de carga de un suelo de Jurica*. Tesis (Maestro Ciencias de construcción. México, 2014. 80pp.
- CASTILLO, Juan, DIAZ, Nicolas & TORRES, Calos. *Efectos de fuerzas dinámicas aplicadas por equipos de construcción sobre suelos blandos de la sabana de Bogotá*.
- Cavalieri et al. *Dynamic soil-structure interaction models for fragility characterisation of buildings with shallow foundations*. *Soild Dynamics and Earthquake Engineering*, (1): 1-15, 2019.
- CRAIG, R. F. *Mecánica de Suelos*. 8.<sup>a</sup> ed. México: Editorial Limusa, S.A. de C.V. 2013, 616pp. ISBN: 9789681864498

- CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5.<sup>a</sup> ed. México. Editorial Limusa, S.A de C.V. Grupo noriega editores Balderas 95, México, D.F. 2004. 652pp. ISBN: 9681864891
- DAS, B. M. Principios de ingeniería de cimentaciones. México. International Thomson Editores S.A. de C.V. 2021. 449p. ISBN: 9706861813
- DE LA CRUZ, Sleyther & NOEL, Esther. Características geomecánicas del suelo de relleno controlado para cimentaciones, Pucallpa, Perú. Journal of the Selva Andina Biosphere, Vol. 10 (1): 32-45, 2022. ISSN 2308-3859.
- FERNÁNDEZ, Alfonso & CHAMARRO Claudia. Propuesta de actualización de la norma ecuatoriana de la construcción: geotecnia y cimentaciones. Instituto de ingeniería de la UNAM, Vol. 28 (1): 1-16, 2023.
- FLORES, Ruth. Análisis Evaluación de suelos expansivos en el diseño de cimentaciones superficiales de la Habilitación Urbana Miguel Sánchez Gonzales – La Victoria – Chiclayo. Tesis (Ingeniero civil). Chiclayo, 2019. 268pp.
- GARCÍA, J. Construcción III. Elementos de cimentación y estructuras de hormigón armado. España: McGraw-Hill. 2006.
- GONZÁLEZ, A. Construcción de edificios. Cimentaciones y estructuras de hormigón armado. España: Tecnos. 1990. 432pp.
- HERNÁNDEZ, R. FERNÁNDEZ, C. & BAPTISTA, P. Metodología de la investigación. 5.<sup>a</sup> ed. México: McGraw Hill. 2010. 752pp. ISBN: 9786071502910
- HUSSAIN, A. & FAHIM, A. Research methodology & approaches. Alemania: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2019. 76pp. ISBN: 9786139813737
- IDROVO, Byron. Caracterización de suelos expansivos de la ciudad de Cuenca. Tesis (Ingeniero civil). Cuenca, 2019.170pp.
- JUÁREZ, Yould. Análisis y evaluación de los parámetros geotécnicos del suelo arcilloso para una propuesta de un tipo de cimentación de las edificaciones, en el sector de Amancaes, Abancay, Apurímac, 2022. Tesis (Ingeniero civil). Apurímac, 2022. 120pp.
- Kerlinger, F. N. & Lee, H. B. Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales. 4.<sup>a</sup> ed. México: McGraw-Hill Interamericana. 2000. 570pp. ISBN: 9701018798

- KERLINGER, F. N. Foundations of behavioral research. 3.<sup>a</sup> ed. Estados Unidos: Holt, Rinehart and Winston. 1986. 719pp. ISBN:0030627984
- KRAMER, S.L. Geotechnical Earthquake Engineering. Estados Unidos: Prentice-Hal. 1996. 653pp. ISBN: 9780133749435
- LAURA, Samuel. Evaluación de la capacidad predictiva de los métodos de estimación del comportamiento mecánico de los suelos lacustres de la bahía de Puno, para cimentaciones superficiales. Tesis (Ingeniero civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2015. 305pp.
- LLORCA, Jesús. Sobre la edificación en arcillas expansivas. Informes de la construcción, (321): 71-82,1980.
- PANIQUE, Daniel. Cálculo de la capacidad de soporte de cimentaciones superficiales bajo carga cíclica en terreno cohesivo. Tesis (Doctor en ingeniero de caminos, canales y puertos). Madrid, 2021. 270pp.
- PATRONE, Julio & PREFUMO, Jose. La acción de los suelos expansivos sobre las cimentaciones. Métodos de prevención y control. Memoria de trabajos de difusión científica y técnica:1-23, 2015.
- PEREIRA, J.M., DELGADO, R.C., & ANDRADE, A.S. Mecánica de suelos: Fundamentos de ingeniería de suelos. México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V., México D.F, 2003. 761pp. ISBN: 9789702604223
- PÉREZ, T. Cimentaciones: teoría y práctica. España: Editorial Dossat 2000 S.L. 2005. 401pp.
- POMA, Nilton & FLORES, Yana. Análisis comparativo en la estimación de la capacidad portante de un suelo cohesivo para diferentes tipos de cimentaciones superficiales, usando ecuaciones de cálculo y ensayo SPT según las características físico mecánicas del sector Tambocancha – chincheru. Tesis (Ingeniero civil). Cusco, 2021. 200pp.
- PRAKASH, S. y Puri, V. K. Foundations and Slope Stability. Estados Unidos: McGraw-Hill.1988. 512pp. ISBN: 9780071003230
- QUERRE, M. GRUSON, D. & VAN DER MAREN, J. Análisis de datos en educación. Cómo analizar las relaciones entre variables educativas. Madrid: Narcea. 2015. 200pp. ISBN: 9788427716281
- QUINTERO, Leidy & GALLARDO, Rosmel. Caracterización mineralógica de arcillas expansivas con fines de estabilización. INGENIO UFPSO, Vol. 08: 83-92, 2015.

- RODRÍGUEZ, Arturo. Diseño de una cimentación para una obra de reconstrucción ubicada en la zona de lago de la ciudad de México. Tesis (master en geotecnia). Madrid, 2021. 65pp.
- SCIPION, Angelo. Elaboración de estudio de mecánica de suelos en suelos arcillosos para determinar el tipo de cimentación en la I.E. Nuestra Señora del Rosario. Tesis (Ingeniero civil). Lima, 2022.122pp.
- SKEMPTON, Alec. The Bearing Capacity of Clays. Building Research Station. Londres: Department of Scientific and Industrial Research. 1951. 160pp.
- TENA, Arturo. Interacción suelo-estructura. reflexiones sobre su importancia en la respuesta dinámica de estructuras durante sismos. Revista internacional de Ingeniería de estructuras, Vol. 24 (2): 141-165, 2019.
- TERZAGHI, K. & PECK, R.B. Mecánica de Suelos Aplicada. Quito: Editorial Universidad Central del Ecuador.1974. 752pp. ISBN: 9978361388
- TERZAGHI, K., & PECK, R. B. Soil mechanics in engineering practice. 2.a ed. Estados Unidos: John Wiley & Sons. 1967. 729pp. ISBN: 9780471509119.
- WANG et al. Seismic response of tunnel lining structure in a thick expansive soil stratum. Tunnelling and Underground Space Technology, (88): 250-259.
- YEPES, Víctor. Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención. 2.<sup>a</sup> ed. España: Editorial Universitat Politècnica de València. 2020. 43pp. ISBN: 9788490489031

**ANEXOS**

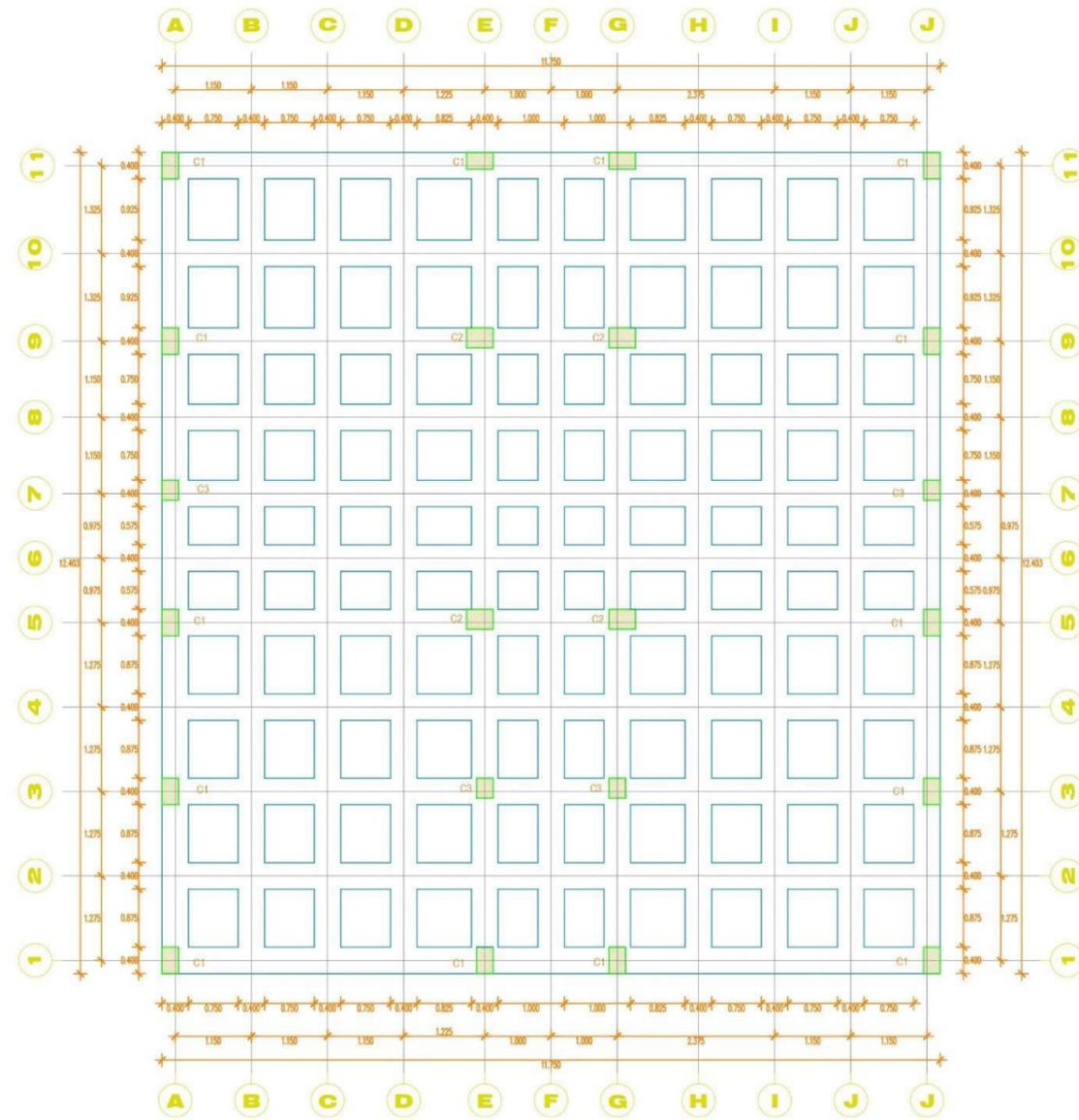
**Anexo 1:** Matriz de Operacionalización de variables

<b>TITULO:</b> Propuesta de diseño de cimentación superficial para edificaciones sobre arcillas expansivas ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023					
<b>AUTOR:</b> Wilson Yosse Aguilar Mamani					
<b>VARIABLES DE ESTUDIO</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
Parámetros geotécnicos de arcillas expansivas	Los parámetros geotécnicos son valores que describen las características físicas y mecánicas del suelo y se emplean en la planificación de construcciones de ingeniería geotécnica. (Coduto, 2011, p. 19).	Los parámetros geotécnicos de la arcilla expansiva se operacionalizan mediante los parámetros de corte y deformación que son relevantes para el diseño.	-Parámetros de resistencia al corte  - Parámetros de deformación	-Cohesión	-kg/cm2
				-Módulo de elasticidad -Coeficiente de balastro	-kg/cm2 -kg/cm2 -kg/cm2
Diseño de cimentación superficial	El diseño de cimentación superficial implica elegir la geometría, profundidad y capacidad resistente de una cimentación apoyada en la superficie del terreno, utilizada para transferir las cargas de la edificación al suelo de apoyo. (Das, 2010, p. 11).	El diseño de cimentación superficial se operacionaliza mediante las características de la estructura, propiedades hidrogeológicas y los tipos de cimentación a emplear en las arcillas expansivas.	- Características de la arcilla expansiva  - Capacidad portante  - Geometría de la cimentación	-Clasificación de la arcilla expansiva -Presión de expansión - Contenido de humedad -Factor de seguridad -Nivel de fundación -Espesor -Ancho - Rigidez -Cargas a soportar	-  - kg/cm2 - % - -m -m m m -Ton

**Anexo 2:** Matriz de consistencia

<b>TITULO:</b> Propuesta de diseño de cimentación superficial para edificaciones sobre arcillas expansivas ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023							
<b>AUTOR:</b> Wilson Yosse Aguilar Mamani							
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>MÉTODO</b>
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivos General:</b>	<b>Hipótesis general:</b>					
¿En qué medida los parámetros geotécnicos de las arcillas expansivas influyen en la propuesta de diseño de cimentación superficial para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023?	Determinar los parámetros geotécnicos de las arcillas expansivas para proponer un diseño de cimentación superficial adecuado para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023.	Los parámetros geotécnicos de las arcillas expansivas ejercen una influencia determinante en la propuesta de diseño superficial sobre arcillas expansivas para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023	<b>INDEPENDIENTE</b>	Parámetros de resistencia al corte y deformación	-Cohesión  -Módulo de elasticidad -Coeficiente de Balastro	Ensayo de laboratorio, hojas de calculo  Ensayo de laboratorio, hojas de calculo	<b>Tipo de investigación</b> Exploratoria  <b>Enfoque de investigación</b> cuantitativo
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>					
¿Cuál es el grado de expansión de la arcilla expansiva en la propuesta de diseño cimentación superficial para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023?	Determinar el grado de expansión de la arcilla en la propuesta de diseño cimentación superficial para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023.	El grado de expansión de la arcilla en la propuesta de diseño cimentación superficial es muy alto para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023.	<b>DEPENDIENTE</b>	Diseño de cimentación superficial	-Clasificación de la arcilla expansiva	Ensayos de laboratorio, hojas de calculo	<b>El diseño de la investigación</b> No experimental
¿Cómo afecta el nivel freático en la arcilla expansiva en la propuesta de diseño cimentación superficial para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023?	Evaluar el nivel freático en la arcilla expansiva en la propuesta de diseño cimentación superficial para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023	El nivel freático de la arcilla expansiva es un factor determinante en la propuesta de diseño cimentación superficial para edificaciones ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023.		Capacidad portante	-Presión de expansión - Contenido de humedad -Factor de seguridad -Nivel de fundación	Ensayo de laboratorio, hojas de cálculo.	<b>Nivel de investigación</b> Explicativo  <b>Población</b> Zona lacustre de la ciudad de Puno
¿Cuál son los parámetros al considerar la propuesta de diseño de cimentación superficial con losa nervada para edificaciones sobre arcillas expansivas ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023?	Proponer diseño de cimentación superficial con losa nervada para edificaciones sobre arcillas expansivas ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023.	La Propuesta diseño de cimentación con losa nervada es adecuado para edificaciones sobre arcillas expansivas ubicadas en la zona lacustre del lago Titicaca, Puno, 2023.		- Geometría de la cimentación	-Espesor -Ancho -Cargas a soportar	Norma E.050 suelos y cimentaciones ROBOT STRUCTURAL, AUTOCAD, hojas de cálculo.	<b>Muestra</b> Av. Urus Chulluni  <b>Muestreo</b> No Probabilístico

Anexo 3: Mapas y Planos



PLANO DE DE CIMENTACION DE LOSA NERVADA Esc 1:50

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		E
PLANO DE ESTRUCTURAS	PLANO DE CIMENTACION LOSA NERVADA	
PLANO E-01	Auto: Aguirre Honor Wilson Tutor:	LUGAR: Av. José Chabán - Puno FECHA: JULIO-2022 ESCALA: 1/50

## Anexo 4: Panel fotográfico



**Fotográfica 1:** Excavación de calicatas



**Fotográfica 2:** Medición del nivel freático



**Fotográfica 3:** Ensayo de Granulometría



**Fotográfica 4:** Ensayo de límite líquido



**Fotográfica 5:** Ensayo de contenido de humedad



**Fotográfica 6:** Ensayo de límite plástico



**Fotográfica 7:** Ensayo de doble edometría



**Fotográfica 8:** Ensayo de granulometría por sedimentación



**Fotográfica 9:** Lectura de dial muestra sin agua



**Fotográfica 10:** Lectura de dial muestra con agua



**Fotográfica 11:** Ensayo de compresión no confinada



**Fotográfica 12:** Ensayo de compresión no confinada tipo de falla

## Anexo 5: Certificados de laboratorio de los ensayos



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**  
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR



### REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS

GUIA PARA MUESTREO DE SUELOS Y ROCAS (MTC E 101)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b>	: UCV_WYAM-07/23-01:2-G&C
		<b>Fecha</b>	: 10 de Julio del 2023

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR
<b>CALICATA</b>	: C - 01		<b>MAMANI</b>
<b>N° ESTRATOS</b>	: 2	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 2.40 m
<b>PROFUND.</b>	: 0.20 - 2.80 m.		
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393871.04 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251859.62 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.00 m. s. n. m.

PROF. (m)	h Estrato (m)	Eso. Graf.	MUESTRA	CLASIFICACION	DESCRIPCION DEL ESTRATO	DESIGNACION		SIMBOLOGIA	
						SUCS	AASHTO	SUCS	AASHTO
0.20	0.36		M-1	SP A-3 (0)	Arena pobremente gradada, contiene 0 % de grava gruesa a fina, semiangular, semicompacto, Baja Plasticidad, dilatancia rápida moderada, tenacidad mediana y con tamaño máximo de N° 8, contiene 99.6 % de arena gruesa a fina y 0.4 % de finos (L.L.=NP, L.P.=NP e I.P.=NP), con un contenido de humedad de 13 %.	SP	A-3 (0)		
					OBS: Color marrón.				
	2.25		M-2	CH A-7-6 (66)	Arcilla de alta plasticidad, contiene 0 % de grava gruesa a fina, semiangular, blando, Baja Plasticidad, dilatancia nula, tenacidad alta y con tamaño máximo de N° 8, contiene 1.5 % de arena gruesa a fina y 98.5 % de finos (L.L.=82, L.P.=24 e I.P.=58), con un contenido de humedad de 42.7 %.	CH	A-7-6 (66)		
					OBS: Color rojoiso.				
2.80									

**Observaciones:** Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio. La primera capa de 0.20 m. representa un suelo organico, con presencia de raices.

**TIPO DE MUESTRA:** MAB: muestra alterada en bolsa MAS: muestra alterada en sacco MIB: muestra inalterada en bloque MIT: muestra inalterada en tubo

#### PANEL FOTOGRAFICO



*Marycarmen Yana Condory*

**Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY**  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN  
Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

*Alex Luis Gomez Calla*

**ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA**  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

## REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS

### GUIA PARA MUESTREO DE SUELOS Y ROCAS (MTC E IDI)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCLLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	Registro N° : UCV_WYAM-07/23-02:2-G&C
		Fecha : 10 de Julio del 2023

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b> : ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO			
<b>PROCEDENCIA</b> : SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI	<b>COORDENADAS</b>	
<b>CALICATA</b> : C - 02	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 2.20 m	<b>ESTE</b> : 393867.24 m. E	<b>NORTE</b> : 8251879.79 m. N
<b>N° ESTRATOS</b> : 2		<b>COTA</b> : 3825.20 m. s. n. m.	
<b>PROFUND.</b> : 0.25 - 2.65 m.			

PROF. (m)	h Estrato (m)	Esc. Graf.	MUESTRA	CLASIFICACION	DESCRIPCION DEL ESTRATO	DESIGNACION		SIMBOLOGIA	
						SUCS	AASHTO	SUCS	AASHTO
0.25	0.30	[Escala]	M-1	SP A-3 (0)	Arena pobremente gradada, contiene 4.5 % de grava gruesa a fina, semiangular, semicompacto, Baja Plasticidad, dilatancia rápida moderada, tenacidad mediana y con tamaño máximo de 1/4 in, contiene 91 % de arena gruesa a fina y 4.6 % de finos (L.L.=NP, L.P.=NP e I.P.=NP), con un contenido de humedad de 15.4 %.	SP	A-3 (0)	[Simbolo]	[Simbolo]
0.55									
2.10	2.65	[Escala]	M-2	CH A-7-6 (51)	Arcilla de alta plasticidad, contiene 0 % de grava gruesa a fina, semiangular, blando, Baja Plasticidad, dilatancia nula, tenacidad alta y con tamaño máximo de N° 8, contiene 2.8 % de arena gruesa a fina y 97.2 % de finos (L.L.=69, L.P.=23 e I.P.=47), con un contenido de humedad de 37 %.	CH	A-7-6 (51)	[Simbolo]	[Simbolo]
2.65									

**Observaciones :** Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio. La primera capa de 0.25 m. representa un suelo organico, con presencia de raices.

<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	MAB: muestra alterada en bolsa	MAS: muestra alterada en saco	MB: muestra inalterada en bloque	MT: muestra inalterada en tubo
-------------------------	--------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	--------------------------------

**PANEL FOTOGRAFICO**



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*Marycarmen*

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*Alex Luis*

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

**REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS**

GUIA PARA MUESTREO DE SUELOS Y ROCAS (MTC E IDI)

TESIS	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	Registro N°	: UCV_WYAM-07/23-03:2-G&C
		Fecha	: 10 de Julio del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
CALICATA	: C - 03	NIVEL FREÁTICO	: 2.30 m
N° ESTRATOS	: 2	COORDENADAS	
PROFUND.	: 0.15 - 2.50 m.	ESTE	: 393848.64 m. E
		NORTE	: 8251869.84 m. N
		COTA	: 3825.00 m. s. n. m.

PROF. (m)	h Estrato (m)	Esc. Graf.	MUESTRA	CLASIFICACION	DESCRIPCION DEL ESTRATO	DESIGNACION		SIMBOLOGIA	
						SUCS	AASHTO	SUCS	AASHTO
0.15	0.45		M-1	SP A-3 (0)	Arena pobremente gradada, contiene 0 % de grava gruesa a fina, semiangular, semicompacto, Baja Plasticidad, dilatancia rápida moderada, tenacidad mediana y con tamaño máximo de N° 8, contiene 99.5 % de arena gruesa a fina y 0.5 % de finos (L.L.=NP, L.P.=NP e I.P.=NP), con un contenido de humedad de 14.7 %.	SP	A-3 (0)		
0.60					OBS: Color marrón.				
1.90			M-2	CH A-7-6 (41)	Arcilla de alta plasticidad, contiene 0 % de grava gruesa a fina, semiangular, blando, Baja Plasticidad, dilatancia nula, tenacidad alta y con tamaño máximo de N° 8, contiene 1.7 % de arena gruesa a fina y 98.3 % de finos (L.L.=60, L.P.=23 e I.P.=37), con un contenido de humedad de 43.1 %.	CH	A-7-6 (41)		
2.50					OBS: Color marron claro.				

Observaciones : Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio. La primera capa de 0.15 m. representa un suelo orgánico, con presencia de raíces.

TIPO DE MUESTRA:	MAB: muestra alterada en bolsa	MAS: muestra alterada en saco	MB: muestra maderada en bloque	MT: muestra inalterada en tubo
------------------	--------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

PANEL FOTOGRAFICO



Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

**DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA DE SUELOS DE GRANO FINO POR SEDIMENTACIÓN**

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE DISTRIBUTION (GRADATION) OF FINE-GRAINED SOILS USING THE SEDIMENTATION (HYDROMETER) ANALYSIS (ASTM D7928-21<sup>o</sup>)

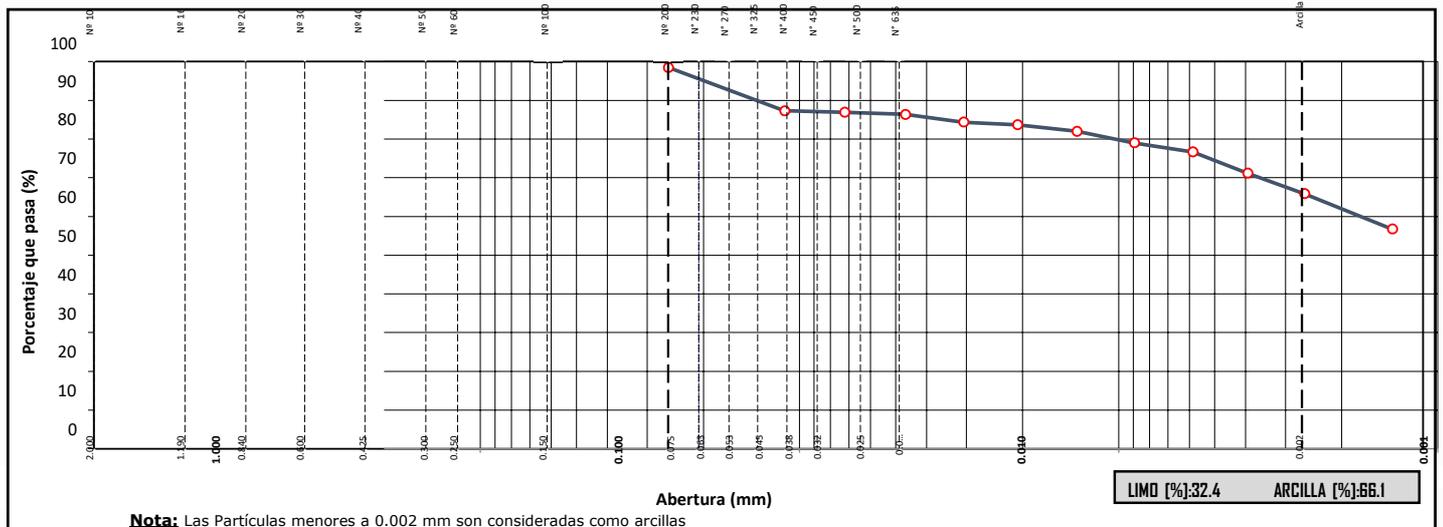
<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/y-01:2-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de julio del 2023
<b>DATOS GENERALES</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI	<b>COORDENADAS</b>
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	
<b>CALICATA</b>	: C - 01	
<b>PROFUND.</b>	: 0.55 - 2.80 m.	
	<b>MUESTRA</b> : M - 02	<b>ESTE</b> : 393871.04 m. E
	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 2.40 m	<b>NORTE</b> : 8251859.62 m. N
		<b>COTA</b> : 3825 m.s.n.m.

<b>DATOS DEL ESPÉCIMEN</b>							
<b>ENSAYOS PREVIOS:</b>	ASTM D6913	<b>SUCS [D2487] :</b>	[CH] Fat Clay	<b>PROCESAMIENTO:</b>	Muestra Húmeda	<b>TAMAÑO MÁXIMO:</b>	
<b>TAMIZ SEPARADOR:</b>	N° 10	<b>PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ SEPARADOR [%]:</b>	99.92	<b>Gs:</b>	2.65		N° 4
<b>DETERMINACION DE LA HUMEDAD</b>				<b>ESTIMACIÓN / DEFINICIÓN DE MASAS PARA EL ENSAYO</b>			
<b>TARA N°</b>	: CH-01			<b>ESTIMADO PASANTE TAMIZ NO. 200 [%], %<sub>65T</sub>:</b>	98.51		
<b>MASA TARA [g]</b>	: 51.29			<b>CAPACIDAD DE HIDRÓMETRO -152H [g], HC:</b>	55.00		
<b>MASA HÚMEDA + TARA [g]</b>	: 318.69			<b>ESTIMACIÓN DE MASA HÚMEDA [g], M<sub>MEST</sub>:</b>	79.64		
<b>MASA SECA + TARA [g]</b>	: 238.75			<b>MASA HÚMEDA PARA EL ENSAYO [g], M<sub>M</sub>:</b>	80.00		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD [%], W<sub>c</sub></b>	: 42.64			<b>MASA SECA PARA EL ENSAYO [g], M<sub>D</sub>:</b>	56.08		

<b>REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO</b>				
<b>APLICACIÓN DE DISPERSANTE</b>	: Disuelto (100 mL)	<b>CANTIDAD DE DISPERSANTE EMPLEADO [g]:</b>	5.00	
<b>MÉTODO DE DISPERSIÓN</b>	: Batidora	<b>CORRECCIÓN POR MENISCO, C<sub>m</sub>:</b>	0.50	
<b>MÉTODO DE AGITACIÓN</b>	: Método Manual	<b>MASA RETENIDA EN EL TAMIZ N° 200 [g]:</b>	0.79	
<b>SE USÓ INHIBIDOR?</b>	: No	<b>PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ μm 75 (N° 200):</b>	98.59	

FECHA Y HORA	TIEMPO [min]	TEMPERATURA [°C]	LECTURA HIDROMETRO [r <sub>m</sub> ]	CORRECCIÓN [r <sub>d,m</sub> ]	PROFUNDIDAD EFECTIVA H <sub>m</sub> [cm]	DIÁMETRO DE PARTÍCULA D [mm]	PORCENTAJE MÁS FINO N <sub>m</sub> [%]	PORCENTAJE QUE PASA P <sub>p</sub> [%]	EQUIPOS EMPLEADOS
10/07 00:00	0	18.60	57.00			0.07500	98.5	98.5	Hidrómetro: 152H
10/07 00:01	1	18.60	57.00	8.1	7.7	0.03858	87.4	87.3	Cilindro: (1000ml)
10/07 00:02	2	18.60	56.80	8.1	7.8	0.02734	87.0	86.9	Termómetro: (Digital)
10/07 00:04	4	18.90	56.40	8.0	7.8	0.01934	86.5	86.4	Tamiz de Lavado: (Digital)
10/07 00:08	8	18.80	55.30	8.0	8.0	0.01385	84.4	84.4	Dispersor: (Mecánica)
10/07 00:15	15	18.60	55.00	8.1	8.1	0.01017	83.8	83.7	Vaso / Vatrax (Boro)
10/07 00:30	30	18.80	54.00	8.0	8.2	0.00725	82.1	82.1	Cronómetro: (Digital)
10/07 01:00	60	18.80	52.30	8.0	8.5	0.00521	79.1	79.0	Balanza: (Digital)
10/07 02:00	120	18.80	51.00	8.0	8.7	0.00373	76.8	76.7	Horno: (Digital)
10/07 04:00	240	18.50	48.00	8.1	9.2	0.00272	71.2	71.2	Baño María: (Digital)
10/07 08:00	480	18.70	45.00	8.1	9.7	0.00197	66.0	65.9	
11/07 00:00	1440	18.30	40.00	8.2	10.5	0.00119	56.8	56.8	

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA DE LA FRACCIÓN MENOR AL TAMIZ 75μm



**Nota:** Las Partículas menores a 0.002 mm son consideradas como arcillas

**Observaciones:** LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*Marycar*  
Bach. I.C<sup>o</sup> MARY CARMEN YANA CONDORY  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

*Alex Luis Gomez*  
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

**DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA DE SUELOS DE GRANO FINO POR SEDIMENTACIÓN**

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE DISTRIBUTION (GRADATION) OF FINE-GRAINED SOILS USING THE SEDIMENTATION (HYDROMETER) ANALYSIS (ASTM D7928-21<sup>o</sup>)

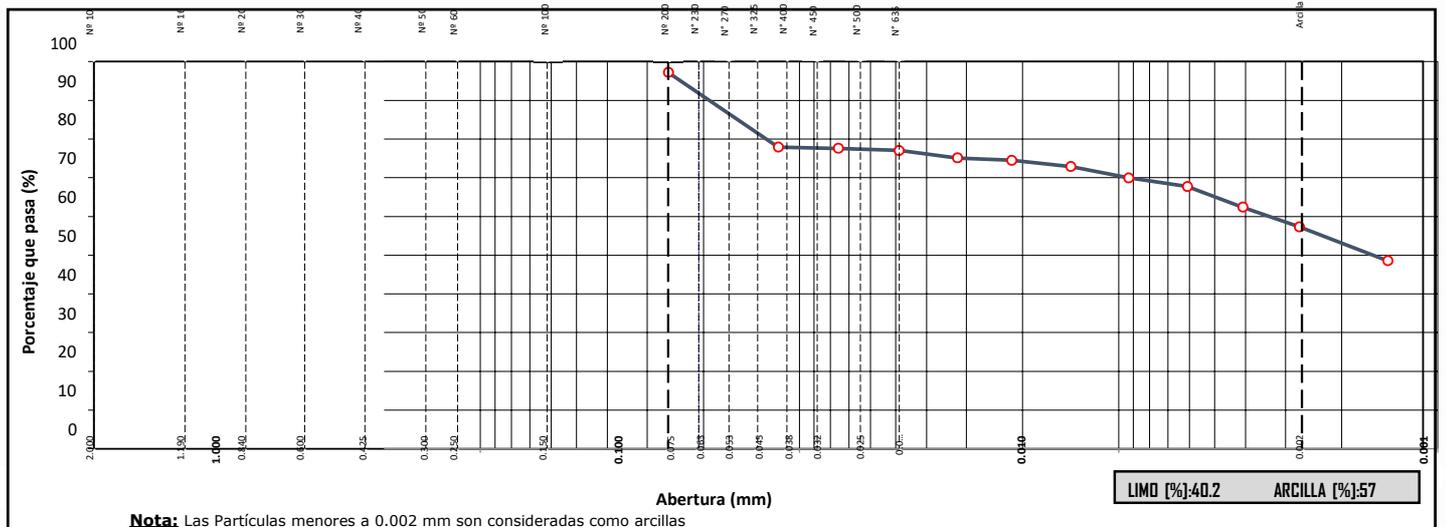
<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/23-02-2-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de julio del 2023
<b>DATOS GENERALES</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI	<b>COORDENADAS</b>
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>ESTE</b> : 393867.24 m. E
<b>CALICATA</b>	: C - 02	<b>NORTE</b> : 8251879.79 m. N
<b>PROFUND.</b>	: 0.55 - 2.65 m.	<b>COTA</b> : 3825 m.s.n.m.
	<b>MUESTRA</b> : M - 02	
	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 2.20 m	

<b>DATOS DEL ESPÉCIMEN</b>								
<b>ENSAYOS PREVIOS:</b>	ASTM D6913	<b>SUCS [D2487] :</b>	[CH] Fat Clay	<b>PROCESAMIENTO:</b>	Muestra Húmeda	<b>TAMAÑO MÁXIMO:</b>		
<b>TAMIZ SEPARADOR:</b>	N° 10	<b>PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ SEPARADOR [%]:</b>	99.98	<b>Gs:</b>	2.65		N° 4	
<b>DETERMINACION DE LA HUMEDAD</b>			<b>ESTIMACIÓN / DEFINICIÓN DE MASAS PARA EL ENSAYO</b>					
<b>TARA N°</b>	: CH-10	<b>ESTIMADO PASANTE TAMIZ NO. 200 [%], %<sub>85T</sub>:</b>					97.23	
<b>MASA TARA [g]</b>	: 28.35	<b>CAPACIDAD DE HIDRÓMETRO -152H [g], HC:</b>					55.00	
<b>MASA HÚMEDA + TARA [g]</b>	: 79.01	<b>ESTIMACIÓN DE MASA HÚMEDA [g], M<sub>MEST</sub>:</b>					77.56	
<b>MASA SECA + TARA [g]</b>	: 65.30	<b>MASA HÚMEDA PARA EL ENSAYO [g], M<sub>M</sub>:</b>					80.00	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD [%], W<sub>c</sub></b>	: 37.10	<b>MASA SECA PARA EL ENSAYO [g], M<sub>D</sub>:</b>					58.35	

<b>REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO</b>					
<b>APLICACIÓN DE DISPERSANTE</b>	: Disuelto (100 mL)	<b>CANTIDAD DE DISPERSANTE EMPLEADO [g]:</b>	5.00		
<b>MÉTODO DE DISPERSIÓN</b>	: Batidora	<b>CORRECCIÓN POR MENISCO, C<sub>m</sub>:</b>	0.50		
<b>MÉTODO DE AGITACIÓN</b>	: Método Manual	<b>MASA RETENIDA EN EL TAMIZ N° 200 [g]:</b>	1.60		
<b>SE USÓ INHIBIDOR?</b>	: No	<b>PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ µm 75 (N° 200):</b>	97.25		

FECHA Y HORA	TIEMPO [min]	TEMPERATURA [°C]	LECTURA HIDROMETRO [r <sub>m</sub> ]	CORRECCIÓN [r <sub>d</sub> ]	PROFUNDIDAD EFECTIVA H <sub>m</sub> [cm]	DIÁMETRO DE PARTÍCULA D [mm]	PORCENTAJE MÁS FINO N <sub>m</sub> [%]	PORCENTAJE QUE PASA P <sub>p</sub> [%]	EQUIPOS EMPLEADOS
10/07 00:00	0	18.60	53.50			0.07500	97.2	97.2	<b>Hidrómetro:</b> 152H HD-01 <b>Cilindro:</b> (1000ml) PB -02 <b>Termómetro:</b> (Digital) TD-001 <b>Tamiz de Lavado:</b> (Digital) TP-D4.01 <b>Dispersor:</b> (Mecánica) DS-01 <b>Vaso / Vatrax</b> (Boro) V-01 <b>Cronómetro:</b> (Digital) CR-04 <b>Balanza:</b> (Digital) B-03 <b>Horno:</b> (Digital) H-01 <b>Baño María:</b> (Digital) BM-01
10/07 00:01	1	18.60	53.50	8.1	8.3	0.04001	78.0	78.0	
10/07 00:02	2	18.60	53.30	8.1	8.3	0.02835	77.6	77.6	
10/07 00:04	4	18.90	52.90	8.0	8.4	0.02005	77.1	77.1	
10/07 00:08	8	18.80	51.80	8.0	8.6	0.01435	75.2	75.1	
10/07 00:15	15	18.60	51.50	8.1	8.6	0.01053	74.5	74.5	
10/07 00:30	30	18.80	50.50	8.0	8.8	0.00750	72.9	72.9	
10/07 01:00	60	18.80	48.80	8.0	9.1	0.00539	70.0	70.0	
10/07 02:00	120	18.80	47.50	8.0	9.3	0.00386	67.8	67.8	
10/07 04:00	240	18.50	44.50	8.1	9.8	0.00281	62.5	62.4	
10/07 08:00	480	18.70	41.50	8.1	10.3	0.00203	57.4	57.4	
11/07 00:00	1440	18.30	36.50	8.2	11.1	0.00123	48.6	48.6	

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA DE LA FRACCIÓN MENOR AL TAMIZ 75µm



**Nota:** Las Partículas menores a 0.002 mm son consideradas como arcillas

**Observaciones:** LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

*Marycar*  
Bach. I.C<sup>o</sup> MARY CARMEN YANA CONDORY  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*Alex Luis Gomez Calla*  
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

**DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA DE SUELOS DE GRANO FINO POR SEDIMENTACIÓN**

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE DISTRIBUTION (GRADATION) OF FINE-GRAINED SOILS USING THE SEDIMENTATION (HYDROMETER) ANALYSIS (ASTM D7928-21<sup>o</sup>)

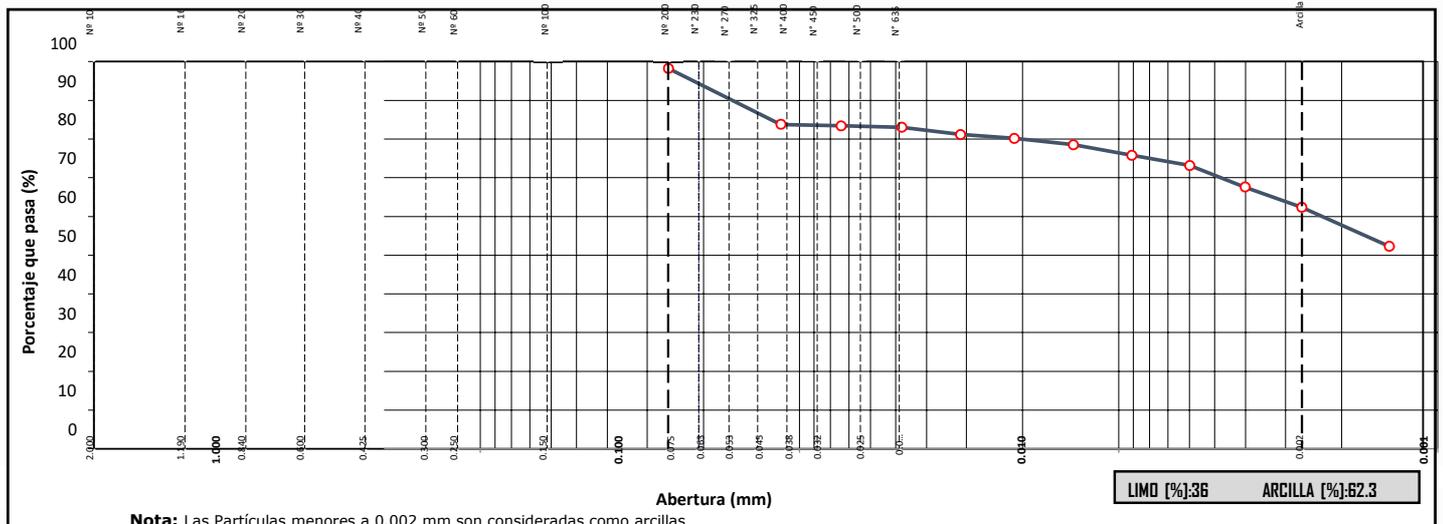
<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/23-03:2-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de julio del 2023
<b>DATOS GENERALES</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI	<b>COORDENADAS</b>
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>ESTE</b> : 393848.64 m. E
<b>CALICATA</b>	: C - 03	<b>NORTE</b> : 8251869.84 m. N
<b>PROFUND.</b>	: 0.6 - 2.50 m.	<b>COTA</b> : 3825 m.s.n.m.
	<b>MUESTRA</b> : M - 02	
	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 2.30 m	

<b>DATOS DEL ESPÉCIMEN</b>							
<b>ENSAYOS PREVIOS:</b>	ASTM D6913	<b>SUCS [D2487] :</b>	[CH] Fat Clay	<b>PROCESAMIENTO:</b>	Muestra Húmeda	<b>TAMAÑO MÁXIMO:</b>	
<b>TAMIZ SEPARADOR:</b>	N° 10	<b>PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ SEPARADOR [%]:</b>	99.96	<b>Gs:</b>	2.65		N° 4
<b>DETERMINACION DE LA HUMEDAD</b>			<b>ESTIMACIÓN / DEFINICIÓN DE MASAS PARA EL ENSAYO</b>				
<b>TARA N°</b>	: CH-16	<b>ESTIMADO PASANTE TAMIZ NO. 200 [%], %<sub>85T</sub>:</b>	98.28				
<b>MASA TARA [g]</b>	: 70.72	<b>CAPACIDAD DE HIDRÓMETRO -152H [g], HC:</b>	55.00				
<b>MASA HÚMEDA + TARA [g]</b>	: 441.71	<b>ESTIMACIÓN DE MASA HÚMEDA [g], M<sub>MEST</sub>:</b>	79.86				
<b>MASA SECA + TARA [g]</b>	: 330.69	<b>MASA HÚMEDA PARA EL ENSAYO [g], M<sub>M</sub>:</b>	80.00				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD [%], W<sub>c</sub></b>	: 42.70	<b>MASA SECA PARA EL ENSAYO [g], M<sub>D</sub>:</b>	56.06				

<b>REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO</b>					
<b>APLICACIÓN DE DISPERSANTE</b>	: Disuelto (100 mL)	<b>CANTIDAD DE DISPERSANTE EMPLEADO [g]:</b>	5.00		
<b>MÉTODO DE DISPERSIÓN</b>	: Batidora	<b>CORRECCIÓN POR MENISCO, C<sub>m</sub>:</b>	0.50		
<b>MÉTODO DE AGITACIÓN</b>	: Método Manual	<b>MASA RETENIDA EN EL TAMIZ N° 200 [g]:</b>	0.94		
<b>SE USÓ INHIBIDOR?</b>	: No	<b>PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ µm 75 (N° 200):</b>	98.32		

FECHA Y HORA	TIEMPO [min]	TEMPERATURA [°C]	LECTURA HIDROMETRO [r <sub>m</sub> ]	CORRECCIÓN [r <sub>d,m</sub> ]	PROFUNDIDAD EFECTIVA H <sub>m</sub> [cm]	DIÁMETRO DE PARTÍCULA D [mm]	PORCENTAJE MÁS FINO N <sub>m</sub> [%]	PORCENTAJE QUE PASA P <sub>p</sub> [%]	EQUIPOS EMPLEADOS
10/07 00:00	0	18.60	55.00			0.07500	98.3	98.3	Hidrómetro: 152H HO-01
10/07 00:01	1	18.60	55.00	8.1	8.1	0.03940	83.8	83.8	Cilindro: (100ml) PB -02
10/07 00:02	2	18.60	54.80	8.1	8.1	0.02792	83.5	83.4	Termómetro: (Digital) TD-001
10/07 00:04	4	18.90	54.50	8.0	8.1	0.01973	83.1	83.1	Tamiz de Lavado: (Digital) TP-D4.01
10/07 00:08	8	18.80	53.50	8.0	8.3	0.01411	81.3	81.2	Dispersor: (Mecánica) DS-01
10/07 00:15	15	18.60	53.00	8.1	8.4	0.01038	80.3	80.2	Vaso / Vatrax (Boro) V-01
10/07 00:30	30	18.80	52.00	8.0	8.6	0.00740	78.6	78.6	Cronómetro: (Digital) CR-04
10/07 01:00	60	18.80	50.50	8.0	8.8	0.00530	75.9	75.9	Balanza: (Digital) B-03
10/07 02:00	120	18.80	49.00	8.0	9.1	0.00380	73.2	73.2	Horno: (Digital) H-01
10/07 04:00	240	18.50	46.00	8.1	9.6	0.00277	67.7	67.7	Baño María: (Digital) BM-01
10/07 08:00	480	18.70	43.00	8.1	10.0	0.00201	62.4	62.4	
11/07 00:00	1440	18.30	37.50	8.2	11.0	0.00122	52.4	52.4	

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA DE LA FRACCIÓN MENOR AL TAMIZ 75µm



**Nota:** Las Partículas menores a 0.002 mm son consideradas como arcillas

**Observaciones:** LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

*Marycar*  
Bach. I.C<sup>o</sup> MARY CARMEN YANA CONDORY  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*Alex Luis Gomez Calla*  
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PORTAMIZADO

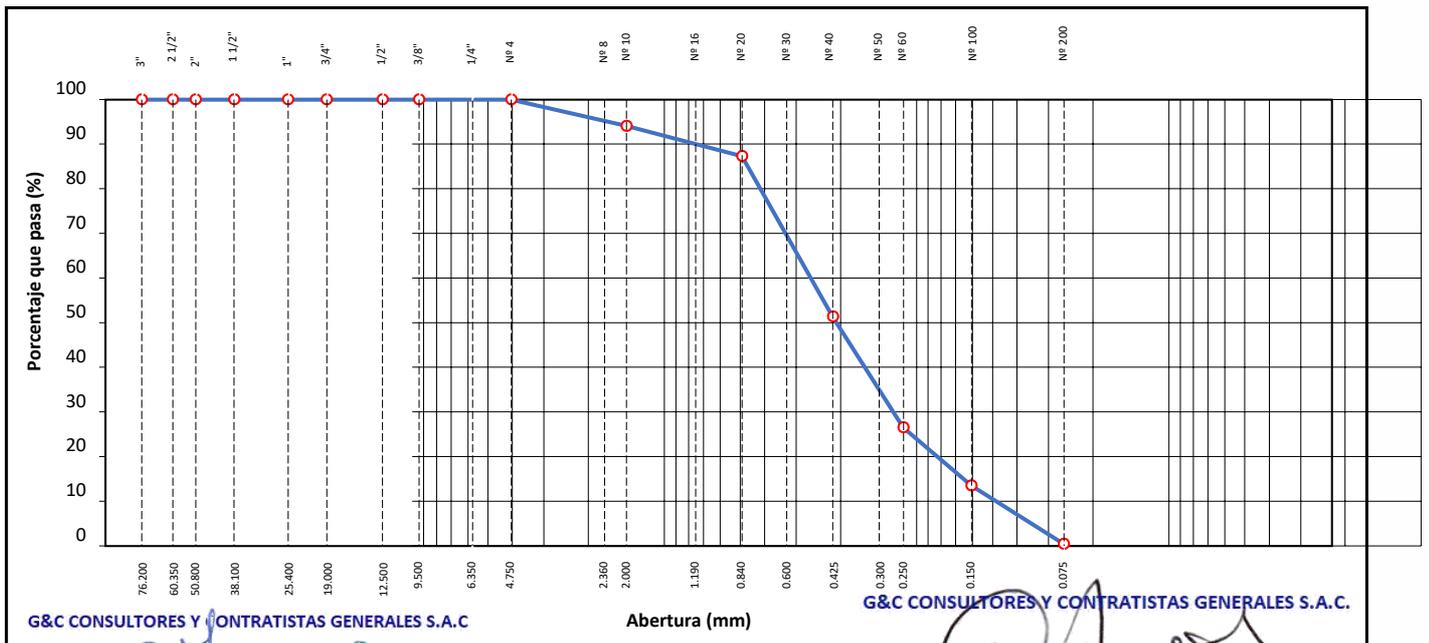
## STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES : SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/23-01:1-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de Julio del 2023

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	
<b>CALICATA</b>	: C - 01	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>MUESTRA</b>	: M - 01	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b> : N° 8
<b>PROFUND.</b>	: 0.20 - 0.55 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 2.40 m
		<b>COORDENADAS</b>
		<b>ESTE</b> : 393871.04 m. E
		<b>NORTE</b> : 8251859.62 m. N
		<b>COTA</b> : 3825.00 m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in	254.000						Masa inicial seco : 267.3 gr. Masa Global : 267.3 gr.
6 in	152.400						
5 in	127.000						<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO</b>
4 in	101.600						Contenido de Humedad (%) : 13.0
3 in	76.200						TAMAÑO MAXIMO : N° 8
2 1/2 in	60.350						Límite Líquido (LL): NP
2 in	50.800						Límite Plástico (LP): NP
1 1/2 in	38.100						Índice Plástico (IP): NP
1 in	25.400						Clasificación (SUCS) : SP
3/4 in	19.000						Clasificación (AASHTO) : A-3 (0)
1/2 in	12.500						Índice de Consistencia : NP
3/8 in	9.500						<b>DESCRIPCIÓN DEL SUELO</b>
1/4 in	6.350						Descripción ( AASHTO): BUENO
N° 4	4.750						Descripción ( SUCS): Arena pobremente gradada
N° 8	2.360				100.00		
N° 10	2.000	15.79	5.91	5.91	94.09		
N° 16	1.190						Materia Orgánica :
N° 20	0.840	18.11	6.78	12.68	87.32		Turba : --
N° 30	0.600						CU : 4.017 CC : 0.894
N° 40	0.425	96.09	35.95	48.63	51.37		<b>CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS</b>
N° 50	0.300						Grava > 2" : 0.00
N° 60	0.250	66.34	24.82	73.45	26.55		Grava 2" - N° 4 : 0.00
N° 100	0.150	34.85	13.04	86.49	13.51		Arena N°4 - N° 200 : 99.60
N° 200	0.075	35.04	13.11	99.60	0.40		Finos < N° 200 : 0.40
< N° 200	FONDO	1.07	0.40	100.00			%>3" : 0.0%

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

*Mary Carmen Yana Condory*  
Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

*Alex Luis Gomez Calla*  
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

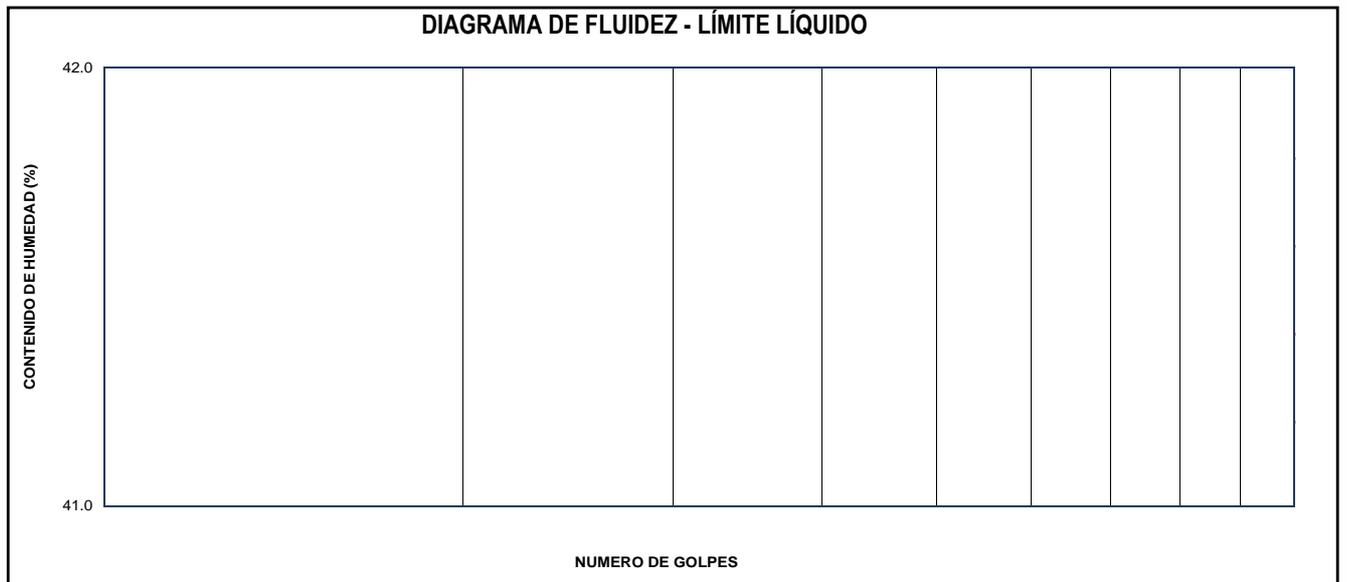
## STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/23-01:1-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de Julio del 2023

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 01	<b>COORDENADAS</b>
<b>MUESTRA</b>	: M - 01	<b>ESTE</b> : 393871.04 m. E
<b>PROFUND.</b>	: 0.20 - 0.55 m.	<b>NORTE</b> : 8251859.62 m. N
	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b> : N°8	<b>COTA</b> : 3825.00 m.s.n.m.
	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 2.40 m	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°				
MASA DE LA TARA	[ g ]				
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[ g ]				
MASA TARA + SUELO SECO	[ g ]				
MASA DE AGUA	[ g ]				
MASA DEL SUELO SECO	[ g ]				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPES	n°				

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA					
MASA DE LA TARA	[ g ]				
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[ g ]				
MASA TARA + SUELO SECO	[ g ]				
MASA DE AGUA	[ g ]				
MASA DEL SUELO SECO	[ g ]				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	NP	NP	NP	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	NP
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
<b>G&amp;C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.</b>

**Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY**  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

**ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA**  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

<b>TESIS</b>	Registro N° : UCV_WYAM-07/23-01:1-G Fecha : 10 de Julio del 2023
PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 01		
<b>MUESTRA</b>	: M - 01	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b>	: N° 8
<b>PROFUND.</b>	: 0.20 - 0.55 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 2.40 m
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393871.04 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251859.62 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.00 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 01	CH - 02	CH - 03
Masa Tara	[ g ]	80.87	83.38	81.95
Masa Tara + Suelo Humedo	[ g ]	313.78	305.13	313.18
Masa Tara + Suelo Seco	[ g ]	287.23	280.04	285.85
Masa Agua	[ g ]	26.55	25.09	27.33
Masa Suelo Seco	[ g ]	206.36	196.66	203.90
Contenido de Humedad	[ g ]	12.87	12.76	13.40
<b>PROMEDIO</b>	<b>(%)</b>	<b>13.0</b>		

**Observaciones:**

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

**Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY**  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN  
Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

**ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA**  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PORTAMIZADO

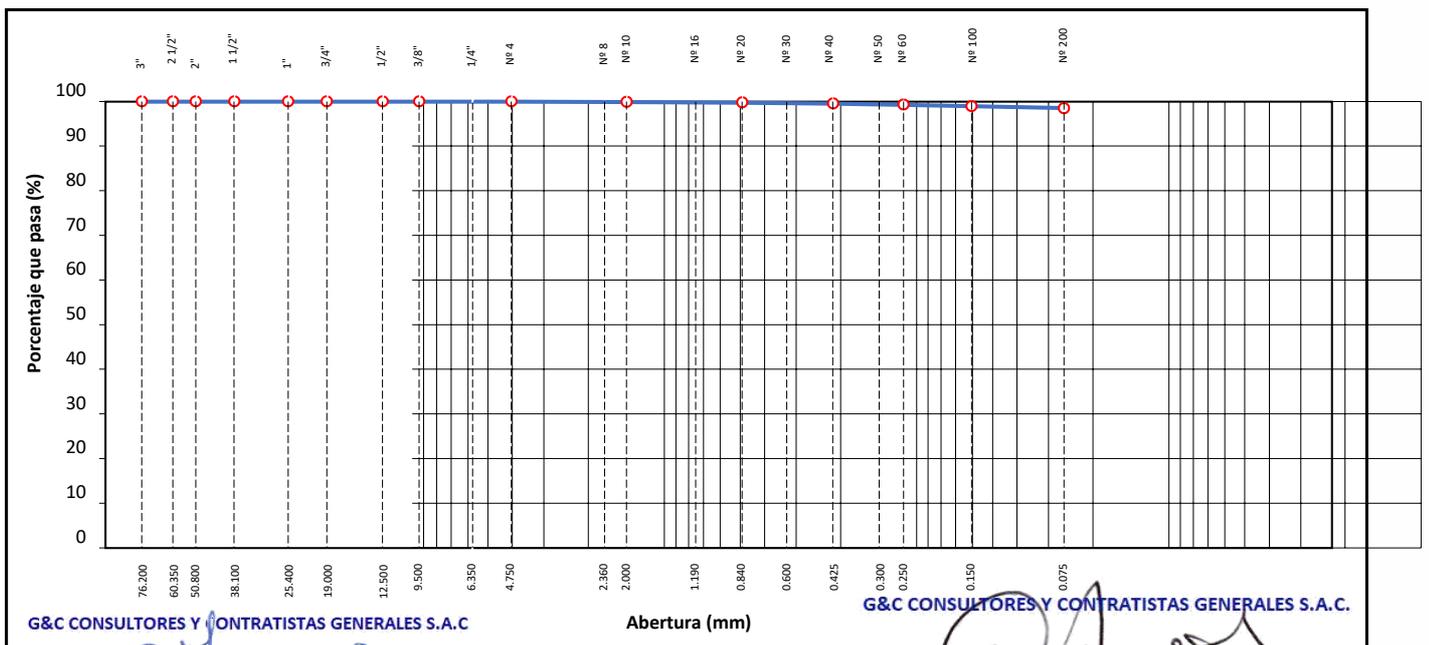
## STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES : SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/23-01:2-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de Julio del 2023

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL		
<b>CALICATA</b>	: C - 01	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b>	: N° 8
<b>PROFUND.</b>	: 0.55 - 2.80 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 2.40 m
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393871.04 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251859.62 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.00 m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in	254.000						Masa inicial seco : 202.8 gr. Masa Global : 202.8 gr.
6 in	152.400						
5 in	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4 in	101.600						
3 in	76.200						Contenido de Humedad (%) : 42.7
2 1/2 in	60.350						TAMAÑO MAXIMO : N° 8
2 in	50.800						Límite Líquido (LL): 82.00
1 1/2 in	38.100						Límite Plástico (LP): 24.00
1 in	25.400						Índice Plástico (IP): 58.00
3/4 in	19.000						Clasificación (SUCS) : CH
1/2 in	12.500						Clasificación (AASHTO) : A-7-6 (66)
3/8 in	9.500						Índice de Consistencia : 0.68
1/4 in	6.350						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
N° 4	4.750						
N° 8	2.360				100.00		Descripción ( AASHTO): MALO
N° 10	2.000	0.17	0.08	0.08	99.92		Descripción ( SUCS): Arcilla de alta plasticidad
N° 16	1.190						Materia Orgánica :
N° 20	0.840	0.30	0.15	0.23	99.77		
N° 30	0.600						CU : 0.000 CC : 0.000
N° 40	0.425	0.46	0.23	0.46	99.54		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
N° 50	0.300						
N° 60	0.250	0.54	0.27	0.72	99.28		Grava > 2" : 0.00
N° 100	0.150	0.65	0.32	1.05	98.95		Grava 2" - N° 4 : 0.00
N° 200	0.075	0.91	0.45	1.49	98.51		Arena N°4 - N° 200 : 1.49
< N° 200	FONDO	199.75	98.51	100.00			Finos < N° 200 : 98.51
							%>3" : 0.0%

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

*Marycarmen Yana Condory*

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

*Alex Luis Gomez Calla*

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP : 209176

# LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

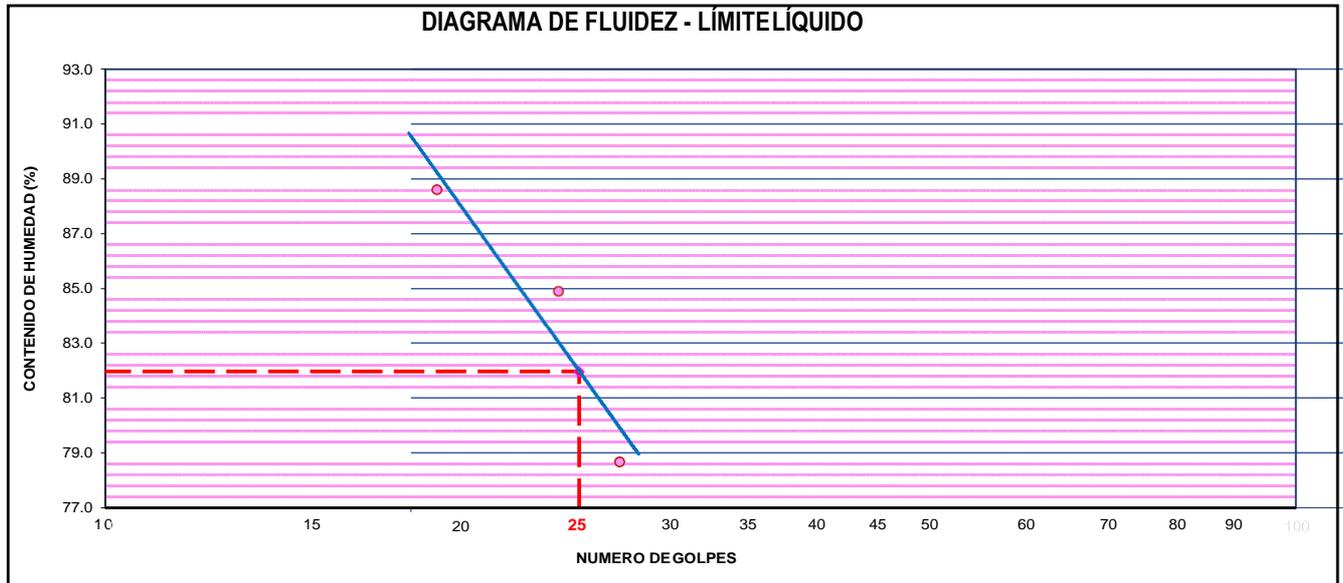
## STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/23-01:2-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de Julio del 2023

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 01	<b>COORDENADAS</b>
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>ESTE</b> : 393871.04 m. E
<b>PROFUND.</b>	: 0.55 - 2.80 m.	<b>NORTE</b> : 8251859.62 m. N
	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b> : N°8	<b>COTA</b> : 3825.00 m.s.n.m.
	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 2.40 m	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 01	LC - 02	LC - 03	
MASA DE LA TARA	[g]	28.51	26.47	29.32	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	54.24	49.10	61.21	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	42.15	38.71	47.17	
MASA DE AGUA	[g]	12.09	10.39	14.04	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.64	12.24	17.85	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>(%)</b>	<b>88.60</b>	<b>84.90</b>	<b>78.70</b>	
<b>NUMERO DE GOLPES</b>	<b>n°</b>	<b>19</b>	<b>24</b>	<b>27</b>	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 04	LC - 05	LC - 06	
MASA DE LA TARA	[g]	18.51	17.83	18.29	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	24.16	24.04	24.56	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	23.05	22.85	23.37	
MASA DE AGUA	[g]	1.11	1.19	1.19	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	4.54	5.02	5.08	
<b>CONTENIDO DE DE HUMEDAD</b>	<b>(%)</b>	<b>24.40</b>	<b>23.70</b>	<b>23.40</b>	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	82.00
LIMITE PLASTICO	24.00
INDICE DE PLASTICIDAD	58.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. <b>G&amp;C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.</b>

*Marycarmen Yana Condory*

Bach. I.C. **MARY CARMEN YANA CONDORY**  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

*Alex Luis Gomez Calla*

**ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA**  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

<b>TESIS</b>	Registro N° : UCV_WYAM-07/23-01:2-G Fecha : 10 de Julio del 2023
PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 01		
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b>	: N° 8
<b>PROFUND.</b>	: 0.55 - 2.80 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 2.40 m
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393871.04 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251859.62 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.00 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 04	CH - 05	CH - 06
Masa Tara	[ g ]	51.29	48.48	42.63
Masa Tara + Suelo Humedo	[ g ]	318.69	338.65	324.27
Masa Tara + Suelo Seco	[ g ]	238.75	252.01	239.87
Masa Agua	[ g ]	79.94	86.64	84.40
Masa Suelo Seco	[ g ]	187.46	203.53	197.24
Contenido de Humedad	[ g ]	42.64	42.57	42.79
<b>PROMEDIO</b>	<b>(%)</b>	<b>42.7</b>		

**Observaciones:**

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN  
Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

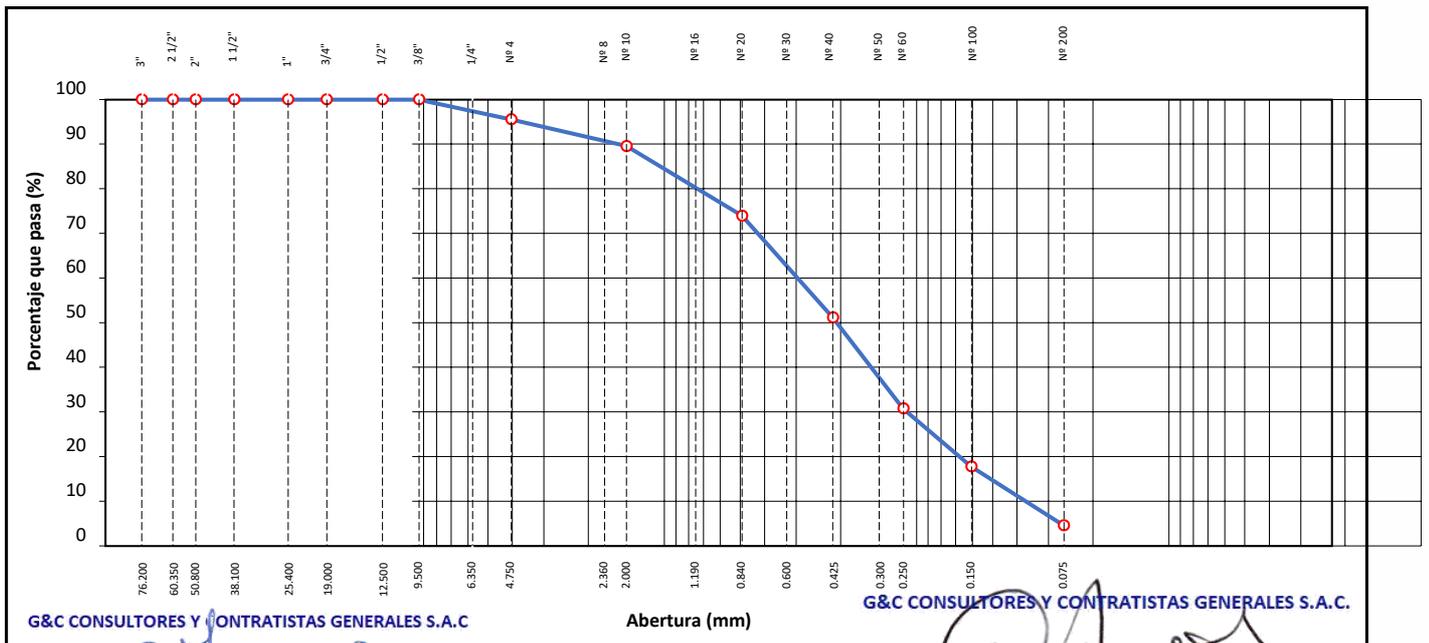
## STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES : SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/23-02:1-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de Julio del 2023

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL		
<b>CALICATA</b>	: C - 02	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>MUESTRA</b>	: M - 01	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b>	: 1/4 in
<b>PROFUND.</b>	: 0.25 - 0.55 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 2.20 m
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393867.24 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251879.79 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.20 m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in	254.000						Masa inicial seco : 227.2 gr. Masa Global : 227.2 gr.
6 in	152.400						
5 in	127.000						<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO</b> Contenido de Humedad (%) : 15.4 TAMAÑO MAXIMO : 1/4 in Límite Líquido (LL): NP Límite Plástico (LP): NP Índice Plástico (IP): NP Clasificación (SUCS) : SP Clasificación (AASHTO) : A-3 (0) Índice de Consistencia : NP
4 in	101.600						
3 in	76.200						
2 1/2 in	60.350						
2 in	50.800						
1 1/2 in	38.100						
1 in	25.400						
3/4 in	19.000						
1/2 in	12.500						
3/8 in	9.500						
1/4 in	6.350				100.00		
Nº 4	4.750	10.13	4.46	4.46	95.54		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	13.54	5.96	10.42	89.58		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	35.45	15.60	26.02	73.98		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	51.83	22.81	48.83	51.17		
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250	46.40	20.42	69.25	30.75		
Nº 100	0.150	29.61	13.03	82.29	17.71		
Nº 200	0.075	29.90	13.16	95.45	4.55		
< Nº 200	FONDO	10.35	4.55	100.00			

### CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

*Mary Carmen Yana Condory*

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

*Alex Luis Gomez Calla*

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

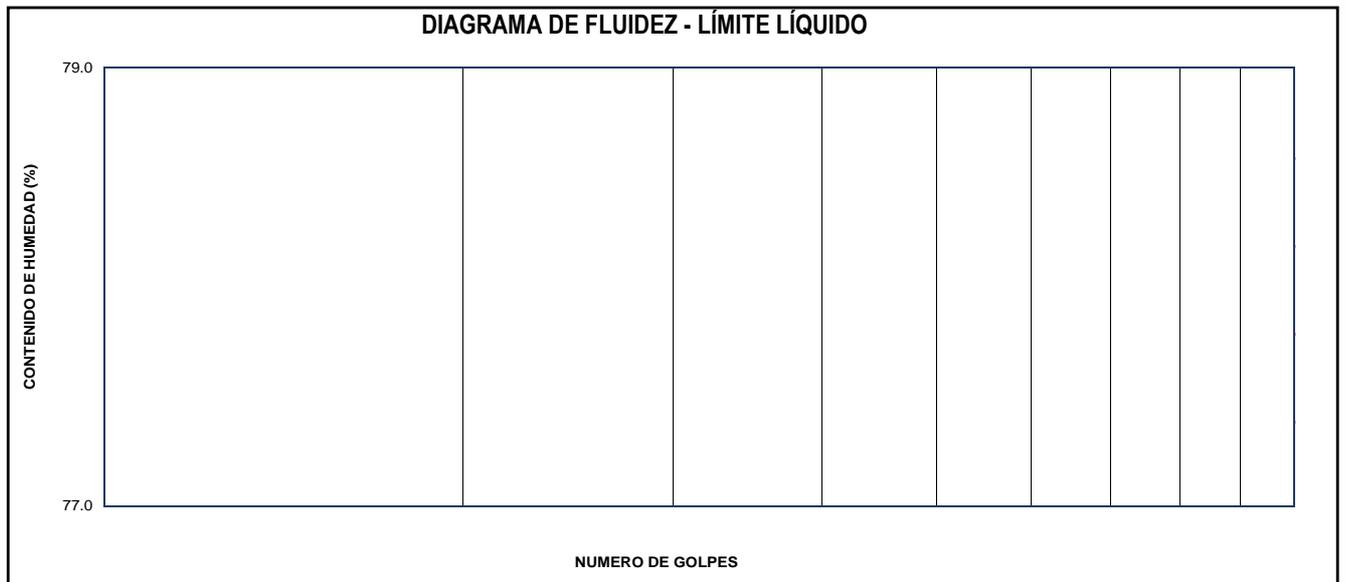
## STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/23-02:1-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de Julio del 2023

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 02	<b>COORDENADAS</b>
<b>MUESTRA</b>	: M - 01	<b>ESTE</b> : 393867.24 m. E
<b>PROFUND.</b>	: 0.25 - 0.55 m.	<b>NORTE</b> : 8251879.79 m. N
	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b> : 1/4 in	<b>COTA</b> : 3825.20 m.s.n.m.
	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 2.20 m	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°				
MASA DE LA TARA	[ g ]				
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[ g ]				
MASA TARA + SUELO SECO	[ g ]				
MASA DE AGUA	[ g ]				
MASA DEL SUELO SECO	[ g ]				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPES	n°				

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA					
MASA DE LA TARA	[ g ]				
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[ g ]				
MASA TARA + SUELO SECO	[ g ]				
MASA DE AGUA	[ g ]				
MASA DEL SUELO SECO	[ g ]				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	NP	NP	NP	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	NP
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
<b>G&amp;C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.</b>

Bach. I.C. **MARY CARMEN YANA CONDORY**  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN  
Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

**ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA**  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

<b>TESIS</b>	Registro N° : UCV_WYAM-07/23-02:1-G Fecha : 10 de Julio del 2023
PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 02		
<b>MUESTRA</b>	: M - 01	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b>	: 1/4 in
<b>PROFUND.</b>	: 0.25 - 0.55 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 2.20 m
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393867.24 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251879.79 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.20 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 07	CH - 08	CH - 09
Masa Tara	[ g ]	70.72	72.20	78.94
Masa Tara + Suelo Humedo	[ g ]	385.59	434.80	380.72
Masa Tara + Suelo Seco	[ g ]	344.08	386.72	339.58
Masa Agua	[ g ]	41.51	48.08	41.14
Masa Suelo Seco	[ g ]	273.36	314.52	260.64
Contenido de Humedad	[ g ]	15.19	15.29	15.78
<b>PROMEDIO</b>	<b>(%)</b>	<b>15.4</b>		

**Observaciones:**

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN  
Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

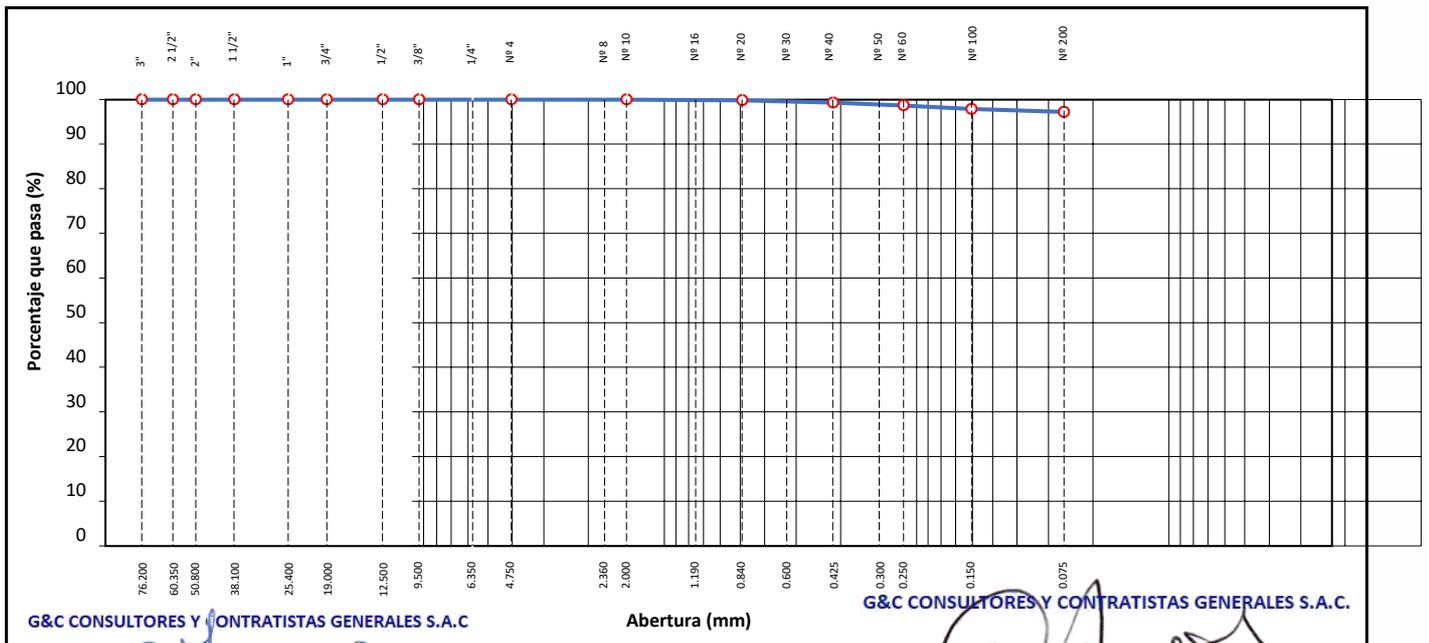
## STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES : SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/23-02:2-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de Julio del 2023

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL		
<b>CALICATA</b>	: C - 02	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b>	: N° 8
<b>PROFUND.</b>	: 0.55 - 2.65 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 2.20 m
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393867.24 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251879.79 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.20 m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in	254.000						Masa inicial seco : 102.7 gr. Masa Global : 102.7 gr.
6 in	152.400						
5 in	127.000						<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO</b>
4 in	101.600						Contenido de Humedad (%) : 37.0
3 in	76.200						TAMAÑO MAXIMO : N° 8
2 1/2 in	60.350						Límite Líquido (LL): 69.00
2 in	50.800						Límite Plástico (LP): 23.00
1 1/2 in	38.100						Índice Plástico (IP): 47.00
1 in	25.400						Clasificación (SUCS) : CH
3/4 in	19.000						Clasificación (AASHTO) : A-7-6 (51)
1/2 in	12.500						Índice de Consistencia : 0.70
3/8 in	9.500						<b>DESCRIPCIÓN DEL SUELO</b>
1/4 in	6.350						Descripción ( AASHTO): MALO
N° 4	4.750						Descripción ( SUCS): Arcilla de alta plasticidad
N° 8	2.360				100.00		
N° 10	2.000	0.02	0.02	0.02	99.98		
N° 16	1.190						Materia Orgánica :
N° 20	0.840	0.14	0.14	0.16	99.84		Turba : --
N° 30	0.600						CU : 0.000 CC : 0.000
N° 40	0.425	0.55	0.54	0.69	99.31		<b>CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS</b>
N° 50	0.300						Grava > 2" : 0.00
N° 60	0.250	0.63	0.61	1.30	98.70		Grava 2" - N° 4 : 0.00
N° 100	0.150	0.84	0.82	2.12	97.88		Arena N°4 - N° 200 : 2.77
N° 200	0.075	0.66	0.64	2.77	97.23		Finos < N° 200 : 97.23
< N° 200	FONDO	99.86	97.23	100.00			%>3" : 0.0%

### CURVA GRANULOMÉTRICA



**Observaciones:** LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

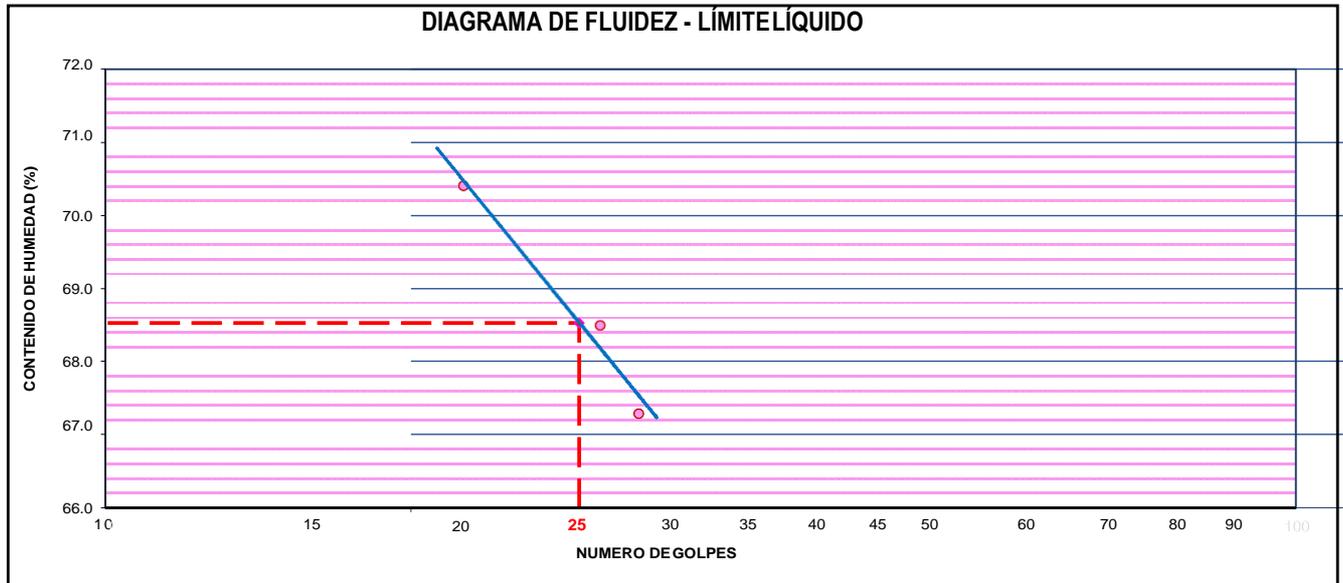
## STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/23-02:2-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de Julio del 2023

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 02	<b>COORDENADAS</b>
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>ESTE</b> : 393867.24 m. E
<b>PROFUND.</b>	: 0.55 - 2.65 m.	<b>NORTE</b> : 8251879.79 m. N
	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b> : N°8	<b>COTA</b> : 3825.20 m.s.n.m.
	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 2.20 m	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 07	LC - 08	LC - 09	
MASA DE LA TARA	[g]	18.51	18.06	17.83	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	44.53	39.48	41.22	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	33.78	30.77	31.81	
MASA DE AGUA	[g]	10.75	8.71	9.41	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	15.27	12.71	13.98	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>(%)</b>	<b>70.40</b>	<b>68.50</b>	<b>67.30</b>	
<b>NUMERO DE GOLPES</b>	<b>n°</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 10	LC - 11	LC - 12	
MASA DE LA TARA	[g]	17.51	18.29	20.01	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	26.02	26.01	25.07	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	24.47	24.58	24.19	
MASA DE AGUA	[g]	1.55	1.43	0.88	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	6.96	6.29	4.18	
<b>CONTENIDO DE DE HUMEDAD</b>	<b>(%)</b>	<b>22.30</b>	<b>22.70</b>	<b>21.10</b>	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	69.00
LIMITE PLASTICO	23.00
INDICE DE PLASTICIDAD	47.00

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

**Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY**  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN  
Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. <b>G&amp;C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.</b>

**ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA**  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

<b>TESIS</b>	Registro N° : UCV_WYAM-07/23-02:2-G Fecha : 10 de Julio del 2023
PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 02		
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b>	: N° 8
<b>PROFUND.</b>	: 0.55 - 2.65 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 2.20 m
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393867.24 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251879.79 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.20 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 10	CH - 11	CH - 12
Masa Tara	[ g ]	28.35	29.03	28.50
Masa Tara + Suelo Humedo	[ g ]	79.01	82.18	77.97
Masa Tara + Suelo Seco	[ g ]	65.30	67.90	64.57
Masa Agua	[ g ]	13.71	14.28	13.40
Masa Suelo Seco	[ g ]	36.95	38.87	36.07
Contenido de Humedad	[ g ]	37.10	36.74	37.15
<b>PROMEDIO</b>	<b>(%)</b>	<b>37.0</b>		

**Observaciones:**

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN  
Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

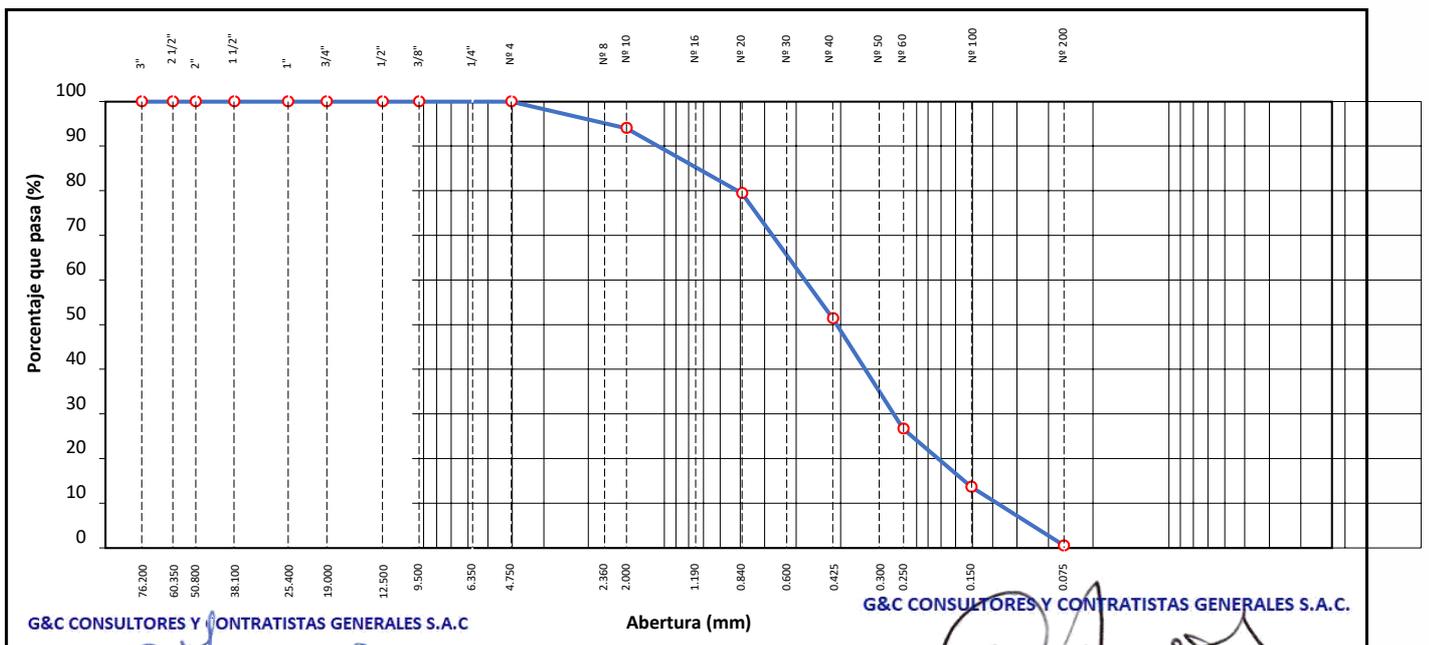
## STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES : SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/23-03:1-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de Julio del 2023

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL		
<b>CALICATA</b>	: C - 03	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>MUESTRA</b>	: M - 01	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b>	: N° 8
<b>PROFUND.</b>	: 0.15 - 0.60 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 2.30 m
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393848.64 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251869.84 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.00 m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in	254.000						Masa inicial seco : 253.9 gr. Masa Global : 253.9 gr.
6 in	152.400						
5 in	127.000						<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO</b> Contenido de Humedad (%) : 14.7 TAMAÑO MAXIMO : N° 8 Límite Líquido (LL): NP Límite Plástico (LP): NP Índice Plástico (IP): NP Clasificación (SUCS) : SP Clasificación (AASHTO) : A-3 (0) Índice de Consistencia : NP <b>DESCRIPCIÓN DEL SUELO</b> Descripción ( AASHTO): BUENO Descripción ( SUCS): Arena pobremente gradada  Materia Orgánica : Turba : -- CU : 4.232 CC : 0.856 <b>CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS</b> Grava > 2" : 0.00 Grava 2" - N° 4 : 0.00 Arena N°4 - N° 200 : 99.47 Finos < N° 200 : 0.53 %>3" : 0.0%
4 in	101.600						
3 in	76.200						
2 1/2 in	60.350						
2 in	50.800						
1 1/2 in	38.100						
1 in	25.400						
3/4 in	19.000						
1/2 in	12.500						
3/8 in	9.500						
1/4 in	6.350						
N° 4	4.750						
N° 8	2.360				100.00		
N° 10	2.000	15.11	5.95	5.95	94.05		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	37.05	14.59	20.54	79.46		
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	71.14	28.02	48.56	51.44		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250	62.93	24.78	73.34	26.66		
N° 100	0.150	33.01	13.00	86.34	13.66		
N° 200	0.075	33.36	13.14	99.47	0.53		
< N° 200	FONDO	1.34	0.53	100.00			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

*Mary Yana Condory*  
Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

*Alex Luis Gomez Calla*  
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

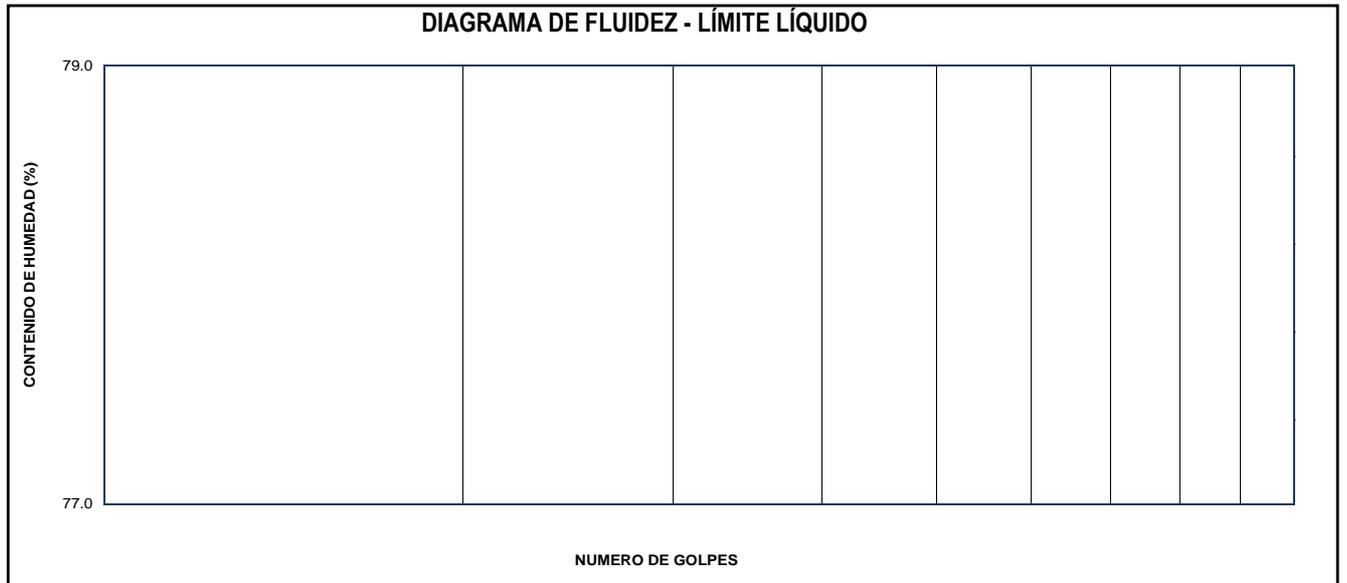
## STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/23-03:1-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de Julio del 2023

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 03	<b>COORDENADAS</b>
<b>MUESTRA</b>	: M - 01	<b>ESTE</b> : 393848.64 m. E
<b>PROFUND.</b>	: 0.15 - 0.60 m.	<b>NORTE</b> : 8251869.84 m. N
	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b> : N°8	<b>COTA</b> : 3825.00 m.s.n.m.
	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 2.30 m	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°				
MASA DE LA TARA	[ g ]				
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[ g ]				
MASA TARA + SUELO SECO	[ g ]				
MASA DE AGUA	[ g ]				
MASA DEL SUELO SECO	[ g ]				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPES	n°				

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA					
MASA DE LA TARA	[ g ]				
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[ g ]				
MASA TARA + SUELO SECO	[ g ]				
MASA DE AGUA	[ g ]				
MASA DEL SUELO SECO	[ g ]				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	NP	NP	NP	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	NP
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
<b>G&amp;C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.</b>

Bach. I.C. **MARY CARMEN YANA CONDORY**  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN  
Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

**ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA**  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b>	: UCV_WYAM-07/23-03:1-G
		<b>Fecha</b>	: 10 de Julio del 2023

## DATOS GENERALES

<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 03		
<b>MUESTRA</b>	: M - 01	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b>	: N° 8
<b>PROFUND.</b>	: 0.15 - 0.60 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 2.30 m
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393848.64 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251869.84 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.00 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 13	CH - 14	CH - 15
Masa Tara	[ g ]	70.72	72.20	78.94
Masa Tara + Suelo Humedo	[ g ]	446.25	331.88	361.37
Masa Tara + Suelo Seco	[ g ]	397.54	298.39	325.81
Masa Agua	[ g ]	48.71	33.49	35.56
Masa Suelo Seco	[ g ]	326.82	226.19	246.87
Contenido de Humedad	[ g ]	14.90	14.81	14.40
<b>PROMEDIO</b>	<b>(%)</b>	<b>14.7</b>		

### Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

**Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY**  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN  
Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

**ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA**  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PORTAMIZADO

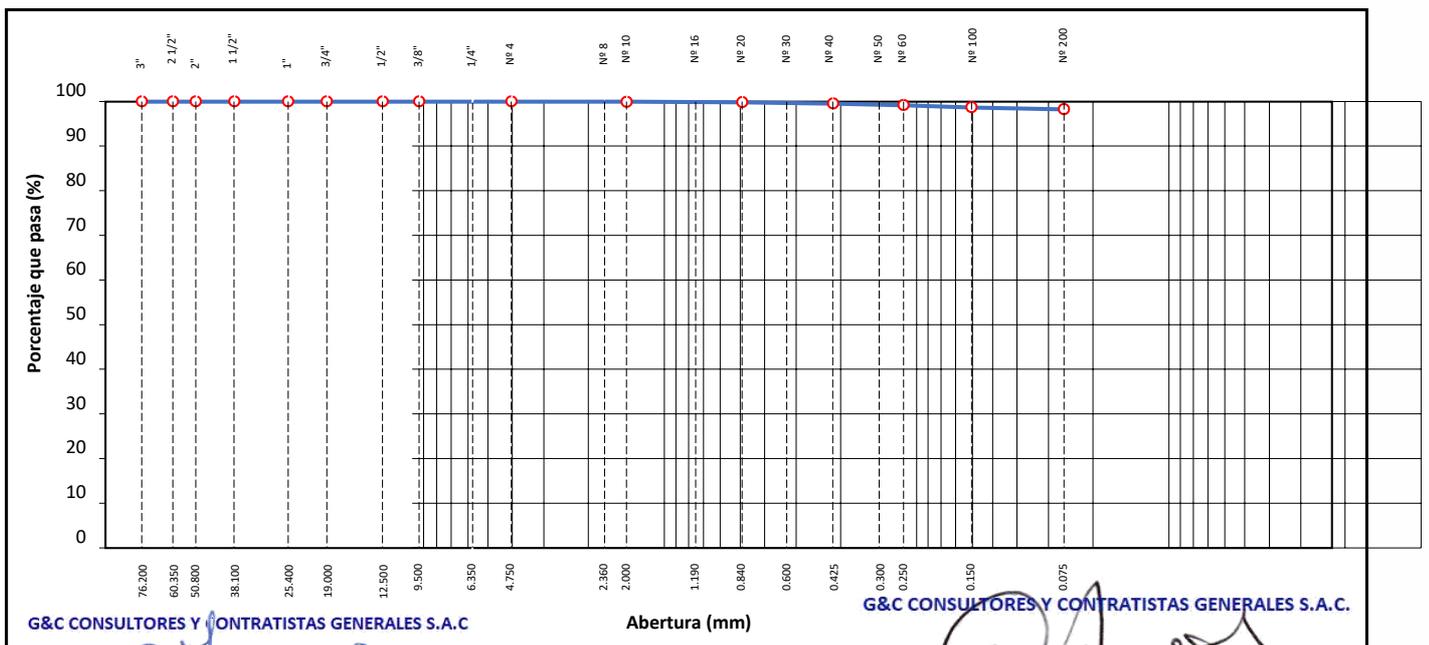
## STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES : SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/23-03:2-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de Julio del 2023

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	
<b>CALICATA</b>	: C - 03	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b> : N° 8
<b>PROFUND.</b>	: 0.60 - 2.50 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 2.30 m
		<b>COORDENADAS</b>
		<b>ESTE</b> : 393848.64 m. E
		<b>NORTE</b> : 8251869.84 m. N
		<b>COTA</b> : 3825.00 m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in	254.000						Masa inicial seco : 183.5 gr. Masa Global : 183.5 gr.
6 in	152.400						
5 in	127.000						<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO</b> Contenido de Humedad (%) : 43.1 TAMAÑO MAXIMO : N° 8 Límite Líquido (LL): 60.00 Límite Plástico (LP): 23.00 Índice Plástico (IP): 37.00 Clasificación (SUCS) : CH Clasificación (AASHTO) : A-7-6 (41) Índice de Consistencia : 0.46 <b>DESCRIPCIÓN DEL SUELO</b> Descripción ( AASHTO): MALO Descripción ( SUCS): Arcilla de alta plasticidad Materia Orgánica : Turba : -- CU : 0.000 CC : 0.000 <b>CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS</b> Grava > 2" : 0.00 Grava 2" - N° 4 : 0.00 Arena N°4 - N° 200 : 1.72 Finos < N° 200 : 98.28 %>3" : 0.0%
4 in	101.600						
3 in	76.200						
2 1/2 in	60.350						
2 in	50.800						
1 1/2 in	38.100						
1 in	25.400						
3/4 in	19.000						
1/2 in	12.500						
3/8 in	9.500						
1/4 in	6.350						
N° 4	4.750						
N° 8	2.360				100.00		
N° 10	2.000	0.08	0.04	0.04	99.96		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	0.23	0.13	0.17	99.83		
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	0.51	0.28	0.45	99.55		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250	0.67	0.37	0.81	99.19		
N° 100	0.150	0.89	0.48	1.30	98.70		
N° 200	0.075	0.77	0.42	1.72	98.28		
< N° 200	FONDO	180.37	98.28	100.00			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Abertura (mm)

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

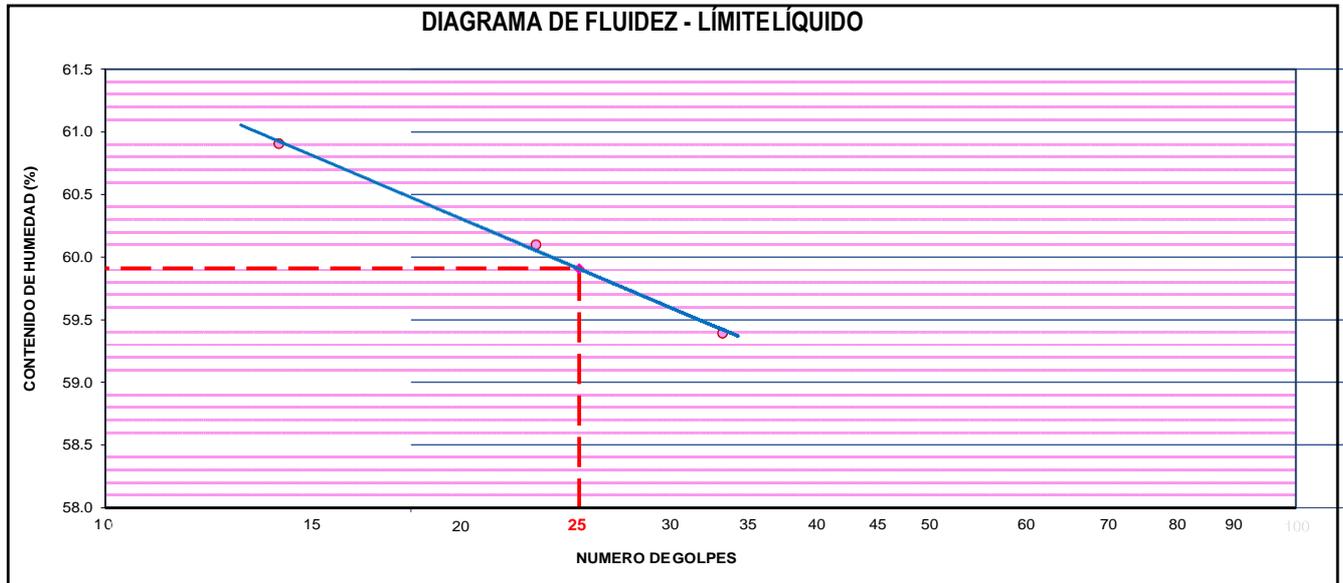
## STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/23-03:2-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de Julio del 2023

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 03	<b>COORDENADAS</b>
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>ESTE</b> : 393848.64 m. E
<b>PROFUND.</b>	: 0.60 - 2.50 m.	<b>NORTE</b> : 8251869.84 m. N
	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b> : N°8	<b>COTA</b> : 3825.00 m.s.n.m.
	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 2.30 m	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 13	LC - 14	LC - 15	
MASA DE LA TARA	[g]	46.79	46.62	46.7	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	68.86	69.20	64.60	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	60.51	60.72	57.93	
MASA DE AGUA	[g]	8.35	8.48	6.67	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.72	14.1	11.23	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>(%)</b>	<b>60.90</b>	<b>60.10</b>	<b>59.40</b>	
<b>NUMERO DE GOLPES</b>	<b>n°</b>	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>33</b>	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 16	LC - 17	LC - 18	
MASA DE LA TARA	[g]	48.67	46.71	48.61	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	51.81	49.71	52.07	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	51.21	49.15	51.40	
MASA DE AGUA	[g]	0.60	0.56	0.67	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.54	2.44	2.79	
<b>CONTENIDO DE DE HUMEDAD</b>	<b>(%)</b>	<b>23.60</b>	<b>23.00</b>	<b>24.00</b>	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	60.00
LIMITE PLASTICO	23.00
INDICE DE PLASTICIDAD	37.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. <b>G&amp;C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.</b>

*Marycarmen*

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

*Alex*

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b>	: UCV_WYAM-07/23-03:2-G
		<b>Fecha</b>	: 10 de Julio del 2023

## DATOS GENERALES

<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 03		
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b>	: N° 8
<b>PROFUND.</b>	: 0.60 - 2.50 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 2.30 m
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393848.64 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251869.84 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.00 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 16	CH - 17	CH - 18
Masa Tara	[ g ]	70.72	72.20	78.94
Masa Tara + Suelo Humedo	[ g ]	441.71	452.87	574.26
Masa Tara + Suelo Seco	[ g ]	330.69	337.83	424.82
Masa Agua	[ g ]	111.02	115.04	149.44
Masa Suelo Seco	[ g ]	259.97	265.63	345.88
Contenido de Humedad	[ g ]	42.70	43.31	43.21
<b>PROMEDIO</b>	<b>(%)</b>	<b>43.1</b>		

### Observaciones:

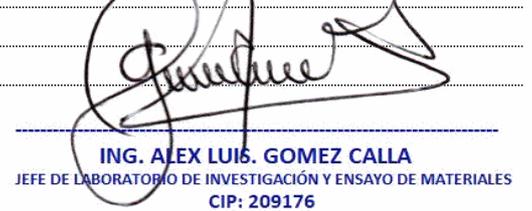
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C



**Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY**  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN  
Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI : 47136310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.



**ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA**  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

## ENSAYO DE DOBLE EDOMETRO

### STANDARD TEST METHOD FOR MEASUREMENT OF SWEEL OR COLLAPSE POTENTIAL OF SOILS

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	Registro N° : UC_V_WYAM-07/23-10-66C
		Fecha : 10 de julio del 2023

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b> : ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO			
<b>PROCEDENCIA</b> : SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI	<b>COORDENADAS</b>	
<b>CALICATA</b> : C - 01	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b> : N°4.	<b>ESTE</b> : 393871.04 m. E	
<b>MUESTRA</b> : M - 02		<b>CONDICION</b> : SIN SUMERGIR	<b>NORTE</b> : 8251859.62 m. N
<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.55 - 2.8 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 2.40 m.	<b>COTA</b> : 3825.00 m. s. n. m.	

1- CONTENIDO DE HUMEDAD		
Datos de la muestra antes y después del ensayo	Inicial (I)	Final (f)
Peso de tara (g)	71.90	71.90
A. Peso del anillo (g)	42.87	42.87
B. Peso del anillo + muestra húmeda + Tara (g)	213.84	205.67
C. Peso del anillo + muestra seca + tara (g)	181.03	181.03
D. Contenido de humedad (W%) = ((B-C)/(C-A-Tara))*100	49.52 %	37.19 %

2- GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS METODO A	
F. Fiole N°	F-01
E. Temperatura (°C)	20.10
F. Densidad de Agua a Temperatura, T (g/ml)	0.9982
N. Gravedad específica (Gs) :	2.7700

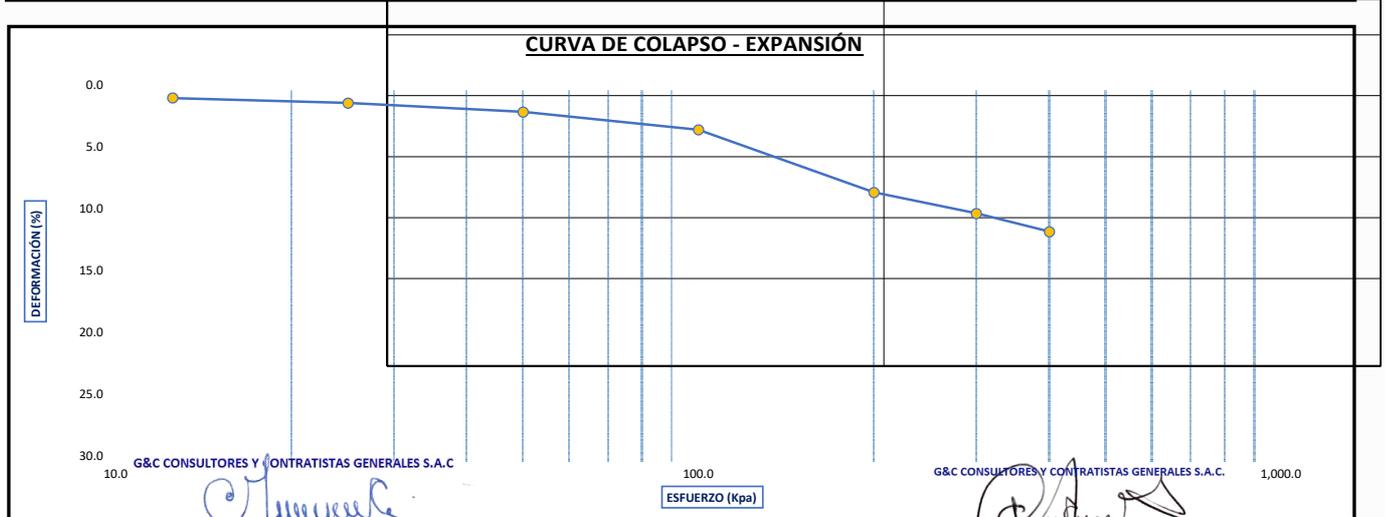
3- DATOS DEL ESPECIMEN		
	Al Iniciar el Ensayo	Al Finalizar el Ensayo
D. Diametro (mm)	61.77	74.95
P. Altura (mm)	20.04	17.75
Q. Humedad W (%)	49.517	37.187
R. Densidad Seca, Pd (g/cm³)	1.103	0.846
S. Peso Unitario Seco, yd (kN/m³)	10.82	8.30
T. Relacion de vacios, e	1.511	2.276
U. Grado de Saturación, S (%)	90.75	45.3

4- REGISTRO DE DATOS DE ETAPA DE CARGA											
CARGA	(Kpa)	12.50	25.00	50.00	100.00	200.00	300.00	400.00	800.00	1600.00	3200.00
	(Kg/cm²)	0.127	0.255	0.510	1.020	2.039	3.059	4.079	8.158	16.316	32.633
CONDICION (NATURAL / INUNDADO)		NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL			
TIEMPO (h:m:s)	TIEMPO (min)	Deformación (mm)									
0:00:00	0:00	5.00000	5.13900	5.26200	5.46000	5.83000	6.29000	6.67000	6.96200	6.96200	6.96200
0:00:06	0:10	5.06000	5.14400	5.27000	5.50000	5.87000	6.30500	6.68800			
0:00:15	0:25	5.06500	5.15000	5.28000	5.51400	5.88500	6.31800	6.69300			
0:00:30	0:50	5.07000	5.15000	5.28500	5.52000	5.90000	6.32700	6.70000			
0:01:00	1:00	5.07000	5.15100	5.28800	5.52600	5.90500	6.33100	6.70800			
0:02:00	2:00	5.07200	5.15800	5.30000	5.54000	5.95500	6.35100	6.71800			
0:04:00	4:00	5.07600	5.16100	5.31000	5.56200	5.98700	6.37300	6.75500			
0:08:00	8:00	5.08000	5.16800	5.32500	5.58800	6.02300	6.40400	6.77500			
0:15:00	15:00	5.08200	5.17600	5.33800	5.61400	6.05000	6.44400	6.79900			
0:30:00	30:00	5.08800	5.18200	5.35000	5.64570	6.06500	6.50000	6.83000			
1:00:00	60:00	5.09000	5.19300	5.36800	5.67200	6.07000	6.53300	6.86200			
2:00:00	120:00	5.09600	5.20000	5.37700	5.70500	6.18800	6.57000	6.89000			
4:00:00	240:00	5.10200	5.20800	5.39800	5.72100	6.20800	6.59500	6.91500			
8:00:00	480:00	5.11800	5.21500	5.39800	5.73500	6.22200	6.62100	6.93800			
16:00:00	960:00	5.12000	5.22000	5.40500	5.74300	6.23600	6.62900	6.95400			
24:00:00	1440:00	5.12100	5.22100	5.40800	5.74800	6.24800	6.63500	6.96200			
Carga de asentamiento =		4.903 Kpa =		0.050 Kg/cm²		Variación de Altura de muestra ΔH = 6.9620mm					
Asentamiento (mm)	P	0.12100	0.08200	0.14600	0.28800	1.01200	0.34500	0.29200			
	Σ	5.12100	5.20300	5.34900	5.63700	6.64900	6.99400	7.28600			

**6 - CÁLCULO DE ETAPA DE CARGA**

Carga (Kpa)	Condición de la Muestra	Asentamiento (mm)	Altura Final del espécimen (mm)	Rel. de vacíos (e)	Deform. Vertical (%)
0.00	NATURAL	5.00000	20.04	1.511	0.0
12.50	NATURAL	5.12100	19.92	1.496	0.6
25.00	NATURAL	5.20300	19.84	1.486	1.0
50.00	NATURAL	5.34900	19.69	1.468	1.7
100.00	NATURAL	5.63700	19.40	1.432	3.2
200.00	NATURAL	6.64900	18.39	1.305	8.2
300.00	NATURAL	6.99400	18.05	1.262	10.0
400.00	NATURAL	7.28600	17.75	1.225	11.4
800.00					
1600.00					
3200.00					

**8 - PRESIÓN DE PRECONSOLIDACIÓN**



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.  
  
 Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY  
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 DNI : 47136310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.  
  
 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP: 209176

## ENSAYO DE DOBLE EDOMETRO

### STANDARD TEST METHOD FOR MEASUREMENT OF SWELL OR COLLAPSE POTENTIAL OF SOILS

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b>	UCV_WYAM-07/23-10-G&C
		<b>Fecha</b>	10 de julio del 2023

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b> : ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO			
<b>PROCEDECENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 01	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b>	: N°4.
<b>MUESTRA</b>	: M - 02		
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.55 - 2.8 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 2.40 m.
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393871.04 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251859.62 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.00 m. s. n. m.

1- CONTENIDO DE HUMEDAD		
Datos de la muestra antes y despues del ensayo	Inicial (I)	Final (f)
Peso de tara (g)	25.00	25.00
A. Peso del anillo (g)	42.90	42.90
B. Peso del anillo + muestra húmeda + Tara (g)	166.70	158.15
C. Peso del anillo + muestra seca + tara (g)	133.97	133.97
D. Contenido de humedad (W%) = ((B-C)/(C-A-Tara))*100	49.54 %	36.60 %

2- GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS		METODO A
Fiola N°		F-01
E. Temperatura (°C)		20.10
F. Densidad de Agua a Temperatura, T (g/ml)		0.9982
N. Gravedad especifica (Gs) :		2.7700

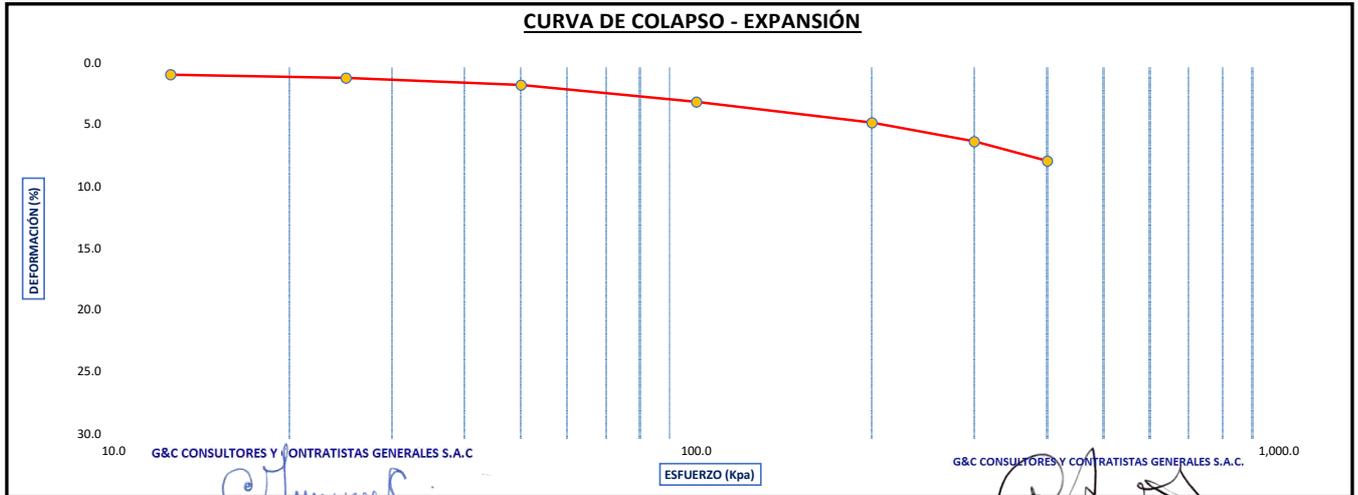
3- DATOS DEL ESPECIMEN		
	Al Iniciar el Ensayo	Al Finalizar el Ensayo
D. Diametro (mm)	61.77	74.95
P. Altura (mm)	20.04	18.53
Q. Humedad W (%)	49.538	36.598
R. Densidad Seca, Pd (g/cm3)	1.100	0.808
S. Peso Unitario Seco, yd (kN/m3)	10.79	7.93
T. Relacion de vacios, e	1.519	2.429
U. Grado de Saturación, S (%)	90.36	41.7

4- REGISTRO DE DATOS DE ETAPA DE CARGA											
CARGA	(Kpa)	12.50	25.00	50.00	100.00	200.00	300.00	400.00	800.00	1600.00	3200.00
	(Kg/cm²)	0.127	0.255	0.510	1.020	2.039	3.059	4.079	8.158	16.316	32.63
CONDICION (NATURAL / INUNDADO)		INUNDADO	INUNDADO	INUNDADO	INUNDADO	INUNDADO	INUNDADO	INUNDADO			
TIEMPO (h:m:s)	TIEMPO (min)	Deformación (mm)									
0:00:00	0.00	4.98000	5.08800	5.17000	5.28400	5.60000	5.96000	6.28000	6.59500	6.59500	6.59500
0:00:06	0.10	5.08000	5.09000	5.19000	5.28400	5.63000	5.98000	6.29500			
0:00:15	0.25	5.08500	5.09500	5.19500	5.28400	5.65000	5.99500	6.30000			
0:00:30	0.50	5.08600	5.09800	5.20000	5.28400	5.66000	6.00000	6.30900			
0:01:00	1.00	5.08600	5.09900	5.20100	5.41000	5.66400	6.00300	6.32000			
0:02:00	2.00	5.09000	5.10500	5.21200	5.41200	5.71200	6.02000	6.34000			
0:04:00	4.00	5.09000	5.10800	5.22000	5.42000	5.75500	6.04500	6.36100			
0:08:00	8.00	5.09000	5.11000	5.23400	5.45300	5.80000	6.11000	6.36800			
0:15:00	15.00	5.08700	5.11500	5.24800	5.48800	5.84200	6.12000	6.40000			
0:30:00	30.00	5.07900	5.12000	5.26300	5.49500	5.87900	6.15200	6.43800			
1:00:00	60.00	5.07200	5.12500	5.27400	5.52800	5.89800	6.19300	6.47600			
2:00:00	120.00	5.06700	5.13100	5.27900	5.53800	5.91600	6.21500	6.50200			
4:00:00	240.00	5.06500	5.13400	5.28200	5.54400	5.92400	6.23600	6.53100			
8:00:00	480.00	5.06400	5.13500	5.28300	5.55000	5.93400	6.25500	6.55550			
16:00:00	960.00	5.06390	5.14000	5.28300	5.55300	5.93800	6.25900	6.58000			
24:00:00	1440.00	5.06380	5.14300	5.28300	5.55800	5.94000	6.26300	6.59500			
Carga de asentamiento =		4.903 Kpa =		0.050 Kg/cm2		Variación de Altura de muestra ΔH = 6.5950 mm					
Asentamiento (mm)	P	0.11000	0.05500	0.11300	0.27400	0.34000	0.30300	0.31500			
	Z	5.09000	5.14500	5.25800	5.53200	5.87200	6.17500	6.49000			

**6 - CÁLCULO DE ETAPA DE CARGA**

Carga (Kpa)	Condición de la Muestra	Asentamiento (mm)	Altura Final del espécimen (mm)	Rel. de vacíos (e)	Deform. Vertical (%)
0.00	NATURAL	4.98000	20.04	1.519	0.0
12.50	INUNDADO	5.09000	19.93	1.505	0.5
25.00	INUNDADO	5.14500	19.88	1.498	0.8
50.00	INUNDADO	5.25800	19.76	1.484	1.4
100.00	INUNDADO	5.53200	19.49	1.449	2.8
200.00	INUNDADO	5.87200	19.15	1.407	4.5
300.00	INUNDADO	6.17500	18.85	1.369	6.0
400.00	INUNDADO	6.49000	18.53	1.329	7.5
800.00					
1600.00					
3200.00					

**8 - PRESIÓN DE PRECONSOLIDACIÓN**



  
 Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY  
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 DNI : 47136310

  
 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP: 209176

## ENSAYO DE DOBLE EDOMETRO

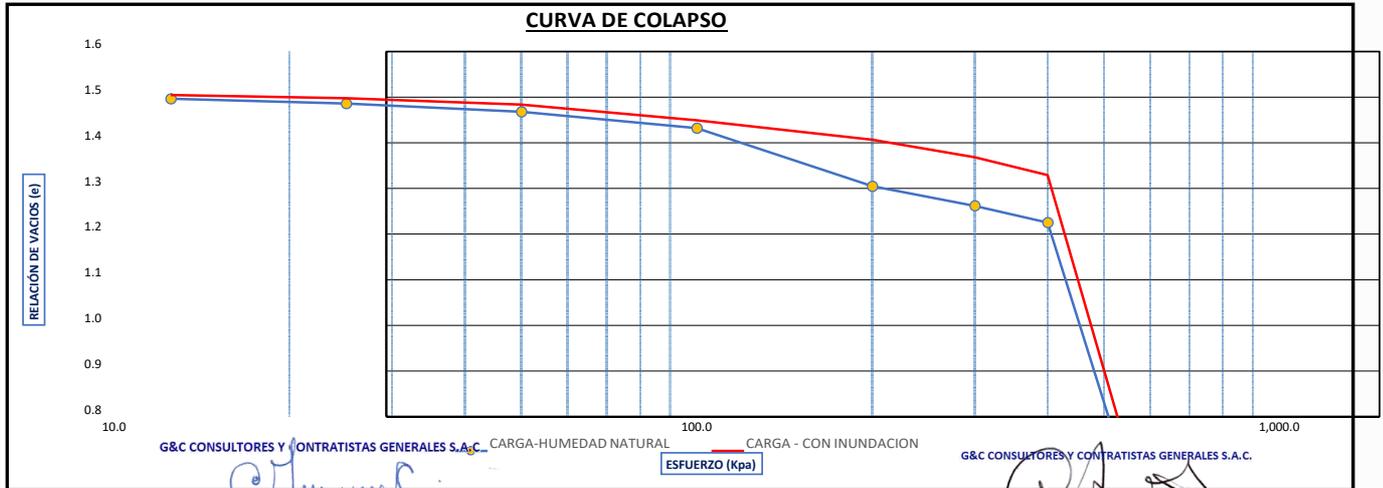
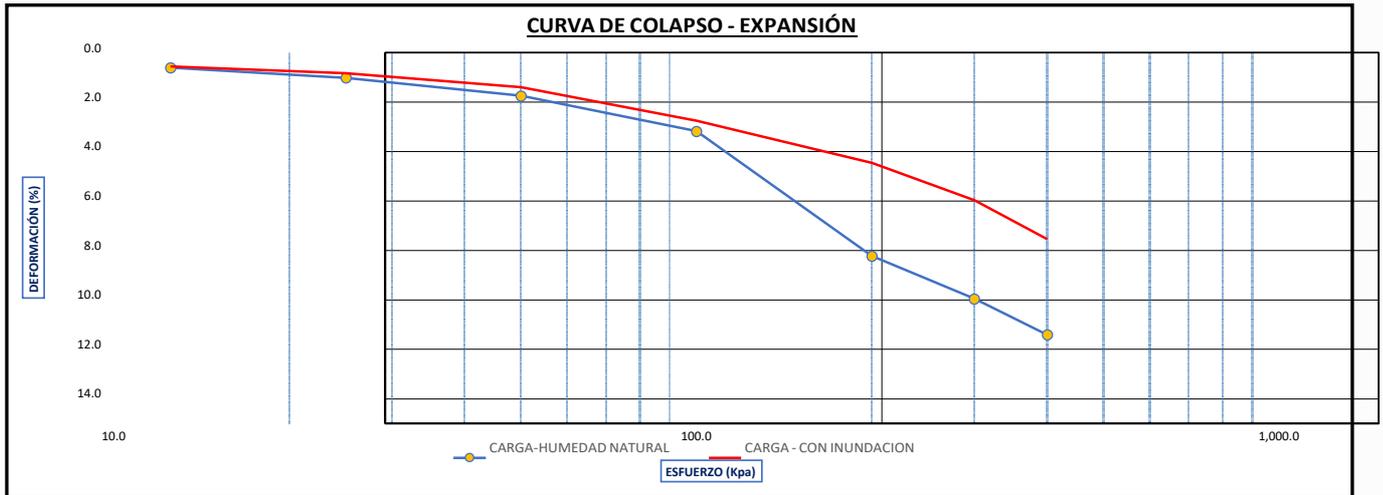
### STANDARD TEST METHOD FOR MEASUREMENT OF SWELL OR COLLAPSE POTENTIAL OF SOILS

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	Registro N° : UCV_WYAM-07/23-10-66C	Fecha : 10 de julio del 2023
--------------	--	-------------------------------------	------------------------------

DATOS GENERALES			
<b>UBICACION</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b>	Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 01	<b>TAMANO MAXIMO</b>	: N°4.
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 2.40 m.
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.55 - 2.8 m.	<b>CONDICION INDICADA</b>	
		<b>COORDENADAS</b>	
		ESTE : 393871.04 m. E	
		NORTE : 8251859.62 m. N	
		COTA : 3825.00 m. s. n. m.	

CARGA - HUMEDAD NATURAL			CARGA - CON INUNDACION			COLAPSO - HINCHAMIENTO				
I - ETAPA DE CARGA			I - ETAPA DE CARGA							
Carga (Kpa)	Rel. de vacios (e)	Deform. Vertical (%)	Carga (Kpa)	Rel. de vacios (e)	Deform. Vertical (%)	Δ Deform. Vertical (%)	HINCHAMIENTO O / COLAPSO	Δ Rel. de vacios (Δe)	Indice (Ie)	Grado
0.00	1.514	0.000	0.00	1.5186	0.0000	0.0000		-0.01	-0.287160886	-
12.50	1.4963	0.6038	12.50	1.5048	0.5489	0.0549	HINCHAMIENTO	-0.01	-0.342350119	-
25.00	1.4860	1.0130	25.00	1.4979	0.8234	0.1896	HINCHAMIENTO	-0.01	-0.478471912	-
50.00	1.4677	1.7416	50.00	1.4837	1.3872	0.3543	HINCHAMIENTO	-0.02	-0.646955758	-
100.00	1.4316	3.1786	100.00	1.4493	2.7545	0.4242	HINCHAMIENTO	-0.02	-0.724123259	-
200.00	1.3048	8.2285	200.00	1.4066	4.4511	3.7774	HINCHAMIENTO	-0.10	-4.318698086	-
300.00	1.2616	9.9500	300.00	1.3685	5.9633	3.9870	HINCHAMIENTO	-0.11	-4.617083349	-
400.00	1.2250	11.4072	400.00	1.3289	7.5345	3.8723	HINCHAMIENTO	-0.10	-4.562768024	-
800.00			800.00				HINCHAMIENTO			-
1600.00			1600.00				HINCHAMIENTO			-

#### B - PRESIÓN DE PRECONSOLIDACIÓN



Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY  
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP: 209176

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA (SUELOS COHESIVOS)**  
**STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL ( ASTM D 2166 / D 2166M - 16 )**

<b>PROYECTO</b>	PROPUESTA DEDISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBCADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/yy-01-2-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de julio del 2023

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 01	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: N° 8
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>NIVEL FRÁTICO</b>	: 0.80 m
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.55 - 2.80 m.	<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393871.04 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251859.62 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.00 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO		
<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>	Arcilla de alta plasticidad	<b>ESPECIMEN N°</b>	<b>MÉTODO TIPO</b>	- Deformación Controlada
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	CH	<b>A</b>	<b>FORMA</b>	Inalterado
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	A-7-6 (66)		<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	Cilíndrico
			<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	<b>1.50 mm/min</b>
			<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	<b>0.059 pulg/min</b>

Deformimetro ΔH (0.01mm.)	Def. Unit. Strain ε [ΔH/Ho]	1 - Def. Unit. 1-ε	Area corregida Ac (cm2)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviador stress: σ1 - σ3 = σ		Def. Falla ε %	Dimensiones Promedias de la Muestra (Tamaño de la Probeta Tallada)
					O (Kg/cm2)	O (KPa)		
0.00	0.00000	1.00000	19.40	0.00	0.00	0.00	0.00	Diámetro Promedio, Do (cm) : 4.98
10.00	0.00102	0.99898	19.48	0.60	0.03	3.02	0.10	Altura Promedio, Ho (cm) : 9.78
20.00	0.00205	0.99795	19.50	1.70	0.09	8.55	0.20	Relacion Altura/diámetro : 1.96
30.00	0.00307	0.99693	19.52	2.60	0.13	13.06	0.31	Peso de la Muestra humeda (g) : 347.34
40.00	0.00409	0.99591	19.54	3.80	0.19	19.07	0.41	Área Sección Transv. Ao (cm2) : 19.46
50.00	0.00511	0.99489	19.56	5.90	0.30	29.58	0.51	Volumen, Vo (cm2) : 190.32
75.00	0.00767	0.99233	19.61	11.20	0.57	56.00	0.77	Altura Final, Hf (cm) : 8.18
100.00	0.01023	0.98977	19.66	14.20	0.72	70.82	1.02	
125.00	0.01278	0.98722	19.71	16.30	0.83	81.08	1.28	
150.00	0.01534	0.98466	19.77	18.20	0.92	90.30	1.53	Peso Suelo Humedo + Tara (g) : 91.19
200.00	0.02045	0.97955	19.87	21.20	1.07	104.64	2.05	Peso Suelo Seco + Tara (g) : 73.18
250.00	0.02556	0.97444	19.97	23.80	1.19	116.86	2.56	Peso de Tara (g) : 28.31
300.00	0.03068	0.96932	20.08	25.80	1.28	126.01	3.07	Peso del Suelo Seco (g) : 44.87
350.00	0.03579	0.96421	20.18	27.80	1.38	135.05	3.58	Peso del Agua (g) : 18.01
400.00	0.04090	0.95910	20.29	29.60	1.46	143.05	4.09	Contenido de Humedad (%) : 40.14
450.00	0.04602	0.95398	20.40	31.00	1.52	149.01	4.60	<b>PESOS UNITARIOS</b>
500.00	0.05113	0.94887	20.51	32.40	1.58	154.91	5.11	Peso Unit. Humedo, γ (ton/m3) : 1.926
550.00	0.05624	0.94376	20.62	33.90	1.64	161.21	5.62	Peso Unit. Seco γd (ton/m3) : 1.302
600.00	0.06136	0.93864	20.73	34.70	1.67	164.12	6.14	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN NO-CONFINADA</b>
700.00	0.07158	0.92842	20.96	36.80	1.76	172.15	7.16	Qu=1.83 Kg/cm2 = 179.8 KPa
800.00	0.08181	0.91819	21.20	38.40	1.81	177.66	8.18	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONFINADA</b>
900.00	0.09203	0.90797	21.44	39.30	1.83	179.80	9.20	Cu= Su=0.915 Kg/cm2 = 89.9 KPa
1000.00	0.10226	0.89774	21.68	36.40	1.68	164.65	10.23	<b>ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA</b>
1100.00	0.11249	0.88751	21.93	28.80	1.31	128.79	11.25	φ = 0°
1200.00	0.12271	0.87729	22.18	18.30	0.82	80.89	12.27	<b>DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA</b>
1300.00	0.13294	0.86706	22.45	14.70	0.65	64.22	13.29	ε % = 0.20%
1400.00	0.14316	0.85684	22.71	11.80	0.52	50.94	14.32	<b>Módulo de Young's E=</b>
1500.00	0.15339	0.84661	22.99	11.10	0.48	47.35	15.34	3,063.32 Kpa
1600.00	0.16362	0.83638	23.27	10.40	0.45	43.83	16.36	

Calificación de la Consistencia del Suelo : **Consistente o Fime** ESPECIMEN N° **A**



Observaciones: Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.

# ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA (SUELOS COHESIVOS)

## STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL ( ASTM D 2166 / D 2166M - 16 )

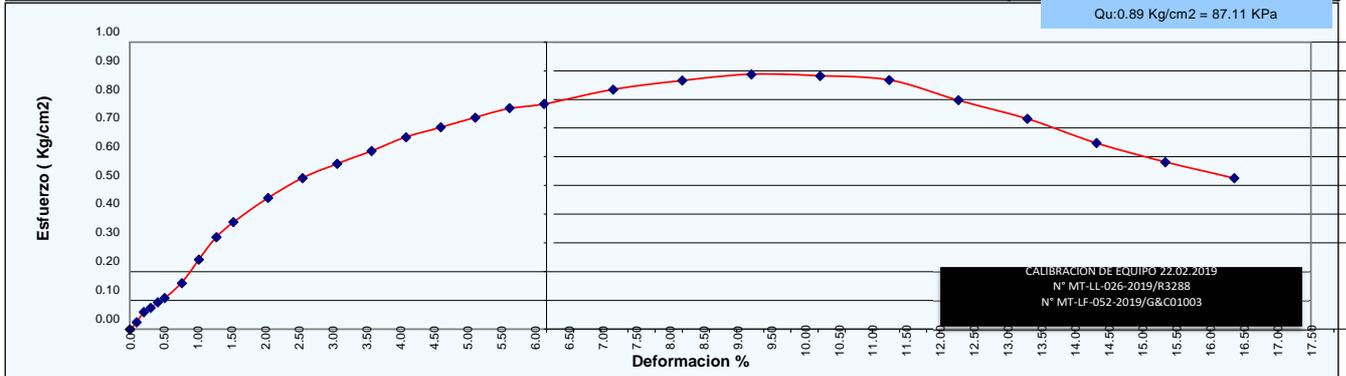
<b>PROYECTO</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	Registro N° : UCY_WYAM-07/yY-01:2-G&C
		Fecha : 10 de julio del 2023

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	ZONALACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDENCIA</b>	SUELO NATURAL	
<b>CALICATA</b>	C - 01	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>MUESTRA</b>	M - 02	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : N° 8
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.55 - 2.80 m.	<b>NIVEL FRÁTICO</b> : 0.80 m
		<b>COORDENADAS</b>
		<b>ESTE</b> : 393871.04 m. E
		<b>NORTE</b> : 8251859.62 m. N
		<b>COTA</b> : 3825.00 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL ENSAYO	
<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>	Arcilla de alta plasticidad	- Deformación Controlada
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	CH	Inalterado
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	A-7-6 (66)	Cilíndrico
	<b>ESPECIMEN N°</b>	<b>TIPO</b>
	<b>B</b>	<b>FORMA</b>
		<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>
		<b>1.50 mm/min</b>
		<b>0.059 pulg/min</b>

Deformímetro ΔH	Def. Unit. Strain	1 - Def. Unit.	Area corregida	Carga	Esfuerzo Desviador stress: σ1 - σ3 = σ		Def. Falla	Dimensiones Promedias de la Muestra (Tamaño de la Probeta Tallada)
(0.01mm.)	ε [ΔH/Ho]	1-ε	Ac (cm2)	P (kg)	O (Kg/cm2)	O (KPa)	ε %	
0.00	0.00000	1.00000	20.34	0.00	0.00	0.00	0.00	Diámetro Promedio, Do (cm) : 5.09
10.00	0.00102	0.99898	20.36	0.50	0.02	2.41	0.10	Altura Promedio, Ho (cm) : 9.78
20.00	0.00205	0.99795	20.38	1.20	0.06	5.77	0.20	Relacion Altura/diámetro : 1.92
30.00	0.00307	0.99693	20.40	1.50	0.07	7.21	0.31	Peso de la Muestra húmeda (g) : 363.17
40.00	0.00409	0.99591	20.42	1.90	0.09	9.12	0.41	Área Sección Transv. Ao (cm2) : 20.34
50.00	0.00511	0.99489	20.44	2.20	0.11	10.55	0.51	Volumen, Vo (cm2) : 198.89
75.00	0.00767	0.99233	20.50	3.30	0.16	15.79	0.77	Altura Final, Hf (cm) : 8.18
100.00	0.01023	0.98977	20.55	5.00	0.24	23.86	1.02	
125.00	0.01278	0.98722	20.60	6.60	0.32	31.41	1.28	
150.00	0.01534	0.98466	20.66	7.70	0.37	36.55	1.53	Peso Suelo Húmedo + Tara (g) : 79.49
200.00	0.02045	0.97955	20.76	9.50	0.46	44.87	2.05	Peso Suelo Seco + Tara (g) : 64.96
250.00	0.02557	0.97443	20.87	11.00	0.53	51.68	2.56	Peso de Tara (g) : 29.51
300.00	0.03068	0.96932	20.98	12.10	0.58	56.55	3.07	Peso del Suelo Seco (g) : 35.45
350.00	0.03579	0.96421	21.10	13.10	0.62	60.90	3.58	Peso del Agua (g) : 14.53
400.00	0.04091	0.95909	21.21	14.20	0.67	66.66	4.09	Contenido de Humedad (%) : 40.99
450.00	0.04602	0.95398	21.32	15.00	0.70	68.99	4.60	<b>PESOS UNITARIOS</b>
500.00	0.05114	0.94886	21.44	15.80	0.74	72.28	5.11	Peso Unit. Húmedo, γ [ton/m3] : 1.83
550.00	0.05625	0.94375	21.55	16.60	0.77	75.53	5.62	Peso Unit. Seco γd [ton/m3] : 1.295
600.00	0.06136	0.93864	21.67	17.00	0.78	76.93	6.14	
700.00	0.07159	0.92841	21.91	18.30	0.84	81.91	7.16	<b>RESISTENCIA AL COMPRESIÓN PROMEDIA</b>
800.00	0.08182	0.91818	22.15	19.20	0.87	85.00	8.18	Qu=0.89 Kg/cm2 = 87.11 KPa
900.00	0.09204	0.90796	22.40	19.90	0.89	87.11	9.20	
1000.00	0.10227	0.89773	22.66	20.00	0.88	86.56	10.23	Qu=0.445 Kg/cm2 = 43.56 KPa
1100.00	0.11250	0.88750	22.92	19.90	0.87	85.15	11.25	<b>ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA</b>
1200.00	0.12272	0.87728	23.19	18.50	0.80	78.25	12.27	φu = 0°
1300.00	0.13295	0.86705	23.46	17.20	0.73	71.90	13.30	<b>DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA</b>
1400.00	0.14318	0.85682	23.74	15.40	0.65	63.62	14.32	ε % : 9.20%
1500.00	0.15341	0.84659	24.03	14.00	0.58	57.14	15.34	<b>Módulo de Young's E=</b>
1600.00	0.16363	0.83637	24.32	12.80	0.53	51.61	16.36	1,222.70 Kpa

Calificación de la Consistencia del Suelo : Moderadamente Consistente o Mediana ESPECIMEN N° **B**



**Observaciones:** Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.  
  
Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY  
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
DNI: 47336310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.  
  
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP: 209176

# ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA (SUELOS COHESIVOS)

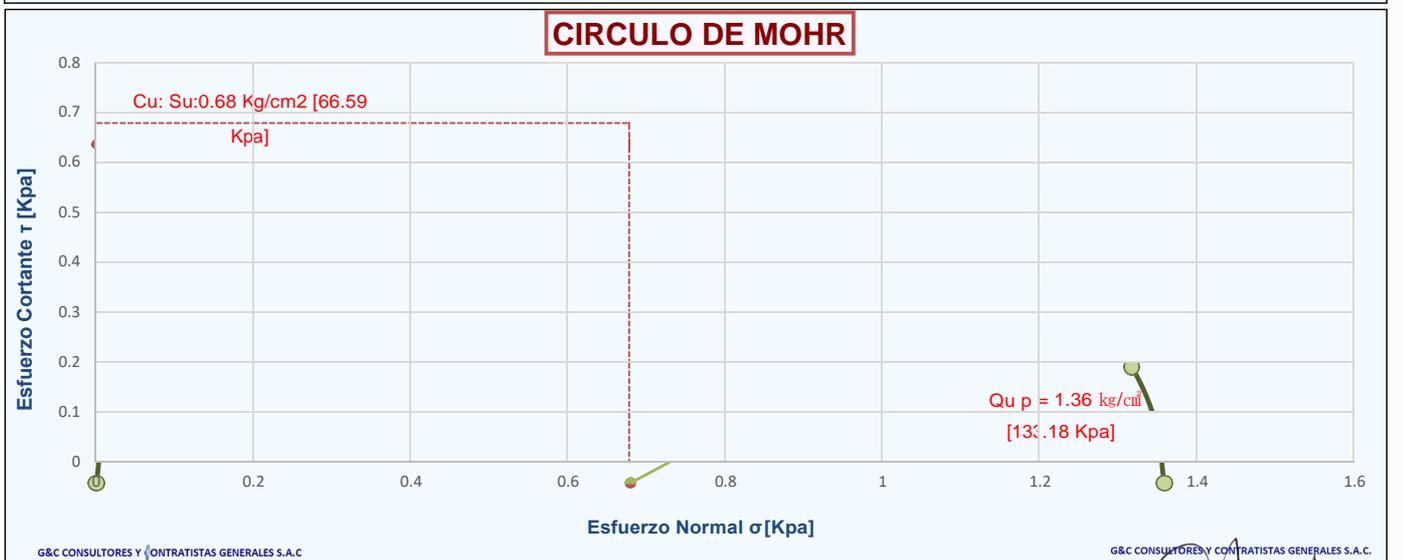
## STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL ( ASTM D 2166 / D 2166M -

<b>PROYECTO</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/yY-01:2-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de julio del 2023

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b>	Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	C - 01	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	Nº 8
<b>MUESTRA</b>	M - 02	<b>NIVEL FRÁTICO</b>	0.80 m
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.55 - 2.80 m.	<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	393871.04 m. E
		<b>NORTE</b>	8251859.62 m. N
		<b>COTA</b>	3825.00 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO		
<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>	Arcilla de alta plasticidad	<b>ESPECIMEN N°</b>	<b>MÉTODO TIPO</b>	- Resistencia Controlada
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	CH	<b>A y B</b>	<b>FORMA</b>	Inalterado
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	A-7-6 (66)		<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	Cilíndrico
			<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	1.50 mm/min
			<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	0.059 pulg/min

RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA PROMEDIO	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA NO DRENADO	Módulo de Young's E
$Q_u p = 1.36 \text{ kg/cm}^2 [133.18 \text{ KPa}]$	$C_u, S_u = 0.68 \text{ Kg/cm}^2 [66.59 \text{ KPa}]$	$\psi_u = [0^\circ]$	$E_s = [1043.01 \text{ KPa}]$



## ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA (SUELOS COHESIVOS)

### STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL ( ASTM D 2166 / D 2166M - 16 )

<b>PROYECTO</b>	: PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b>	: UCV_WYAM-07/yY-01:2-G&C
		<b>Fecha</b>	: 10 de julio del 2023

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 01	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: N° 8
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>NIVEL FRÁTICO</b>	: 0.80 m
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.55 - 2.80 m.	<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393871.04 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251859.62 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.00 m.s.n.m.

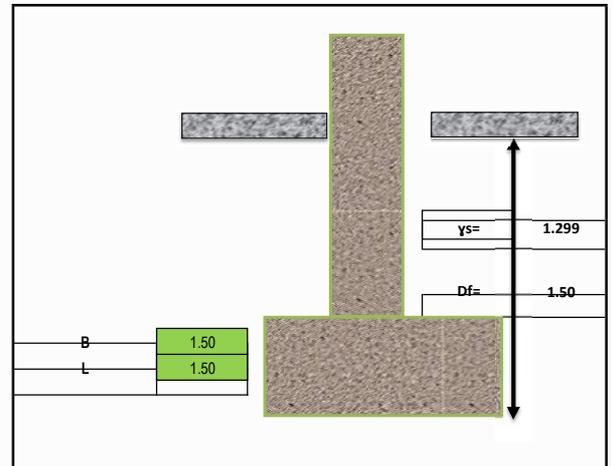
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>	Arcilla de alta plasticidad	<b>ESPECIMEN N°</b>	- Resistencia Controlada
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	CH	<b>TIPO</b>	Inalterado
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	A-7-6 (66)	<b>FORMA:</b>	Cilíndrico
		<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	1.50 mm/min
		<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	0.059 pulg/min

### CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA EN SUELOS COHESIVOS EN CONDICION NO DRENADA PARA $\phi=0^\circ$

#### 1. DATOS

B	1.50	m
L	1.50	m
Df	1.50	m
Ys	1.299	ton/m <sup>3</sup>
Fs	3	-
$\theta$	0	°
Cu	0.679	Kg/cm <sup>2</sup>
	6.8	Ton/m <sup>2</sup>

**B = Ancho de la cimentación**  
**L = Longitud de la cimentación**  
**Df = Profundidad de la cimentación**  
 **$\gamma$  = Peso específico del suelo**  
**Fs = Factor de Seguridad**  
 **$\theta$  = Angulo de Inclinación**



#### 1. DESARROLLO

Nc:	5.14
Nq:	1
Fcs:	1.19
Fed:	1.39
Fci:	1

$$q_{ult} = C_u * N_c * F_{cs} * F_{ed} * F_{ci} + y_s * D_f$$

<b>qult:</b>	59.7	Ton/m <sup>2</sup>	5.97	Kg/cm <sup>2</sup>
--------------	------	--------------------	------	--------------------

<b>Qadm.</b>	19.90	Ton/m <sup>2</sup>	1.99	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Carga Adm.</b>	45	Ton	4.5	Kg

**Capacidad Portante del Suelo Para el Diseño**

### CALCULO DE ASENTAMIENTOS POR LA TEORIA DE ELASTICIDAD

$$S = \frac{q \times B(1 - \mu^2)}{E} \times I_f$$

#### 2. DESARROLLO

<b>q :</b>	1.99	1.00	1.50	2.00	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>B :</b>	150	150	150	150	cm
<b><math>\mu</math> :</b>	0.2	0.2	0.2	0.2	
<b>E :</b>	100	100	100	100	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>I<sub>f</sub> :</b>	1	1	1	1	

<b>S =</b>	2.866	1.440	2.160	2.880	cm
------------	-------	-------	-------	-------	----

**Asentamiento Rápido del Suelo Para el Diseño**

# ÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DE ZAPATAS CUADRADAS

<b>PROYECTO</b> : PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/yY-01:2-G&C
	<b>Fecha</b> : 10 de julio del 2023

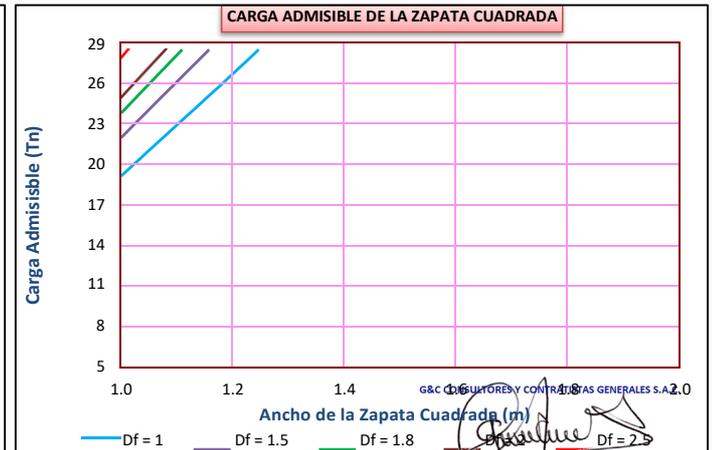
DATOS GENERALES	
<b>UBICACIÓN</b> : ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDECIA</b> : SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b> : C - 01	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : N° 8
<b>MUESTRA</b> : M - 02	<b>NIVEL FRÁTICO</b> : 0.80 m
<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.55 - 2.80 m.	<b>COORDENADAS</b>
	<b>ESTE</b> : 393871.04 m. E
	<b>NORTE</b> : 8251859.62 m. N
	<b>COTA</b> : 3825.00 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>	Arcilla de alta plasticidad
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	CH
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	A-7-6 (66)

DATOS PARA EL CALCULO	
<b>TIPO DE ZAPATA</b>	ZAPATA AISLADA
<b>FORMA DE LA ZAPATA</b>	CUADRADA
<b>ÁNGULO DE FRICCIÓN</b>	0.000 °
<b>COHESIÓN</b>	6.790 T/m <sup>2</sup>
<b>DENSIDAD NATURAL</b>	1.299 T/m <sup>2</sup>

Calicata Muestra SUCS	Cohesion (c) T/m <sup>2</sup>	Angulo Fricción Interna (φ)	Factor de Capacidad de Carga		Factores de Forma			Ancho de Ciment.(B) (m)	Densidad Natural T/m <sup>3</sup>	Profund. de Ciment.(Df) (m)	qu T/m <sup>2</sup>	q Adm. F.S.( 3 ) T/m <sup>2</sup>	Carga Admisible (Tn)	S Rápido (Cm)
			Nc	Nq	Fcs	Fcd	Fci							
C - 01	6.790	0.0	5.14	1.0	1.2	1.4	1.0	1.0	1.299	1.00	59.05	19.68	19.68	1.89
					1.2	1.3	1.0	1.3						
					1.2	1.3	1.0	1.5						
					1.2	1.2	1.0	1.8						
M - 02	6.790	0.0	5.14	1.0	1.2	1.2	1.0	2.0	1.299	1.00	50.74	16.91	67.65	3.25
					1.2	1.2	1.0	2.0						
					1.2	1.2	1.0	2.0						
					1.2	1.2	1.0	2.0						
CH	6.790	0.0	5.14	1.0	1.2	1.6	1.0	1.0	1.299	1.50	67.59	22.53	22.53	2.16
					1.2	1.5	1.0	1.3						
					1.2	1.4	1.0	1.5						
					1.2	1.3	1.0	1.8						
C - 01	6.790	0.0	5.14	1.0	1.2	1.3	1.0	2.0	1.299	1.50	50.74	16.91	67.65	3.25
					1.2	1.3	1.0	2.0						
					1.2	1.3	1.0	2.0						
					1.2	1.3	1.0	2.0						
C - 01	6.790	0.0	5.14	1.0	1.2	1.7	1.0	1.0	1.299	1.80	72.97	24.32	24.32	2.34
					1.2	1.5	1.0	1.3						
					1.2	1.5	1.0	1.5						
					1.2	1.4	1.0	1.8						
M - 02	6.790	0.0	5.14	1.0	1.2	1.4	1.0	1.8	1.299	1.80	60.09	20.03	64.90	3.46
					1.2	1.4	1.0	1.8						
					1.2	1.4	1.0	1.8						
					1.2	1.4	1.0	1.8						
CH	6.790	0.0	5.14	1.0	1.2	1.8	1.0	1.0	1.299	2.00	76.55	25.52	25.52	2.45
					1.2	1.6	1.0	1.3						
					1.2	1.5	1.0	1.5						
					1.2	1.4	1.0	1.8						
C - 01	6.790	0.0	5.14	1.0	1.2	1.4	1.0	2.0	1.299	2.00	62.01	20.67	66.97	3.57
					1.2	1.4	1.0	2.0						
					1.2	1.4	1.0	2.0						
					1.2	1.4	1.0	2.0						
C - 01	6.790	0.0	5.14	1.0	1.2	2.0	1.0	1.0	1.299	2.50	85.09	28.36	28.36	2.72
					1.2	1.8	1.0	1.3						
					1.2	1.7	1.0	1.5						
					1.2	1.5	1.0	1.8						
M - 02	6.790	0.0	5.14	1.0	1.2	1.7	1.0	1.5	1.299	2.50	71.80	23.93	53.85	3.45
					1.2	1.7	1.0	1.5						
					1.2	1.5	1.0	1.8						
					1.2	1.5	1.0	1.8						
CH	6.790	0.0	5.14	1.0	1.2	1.5	1.0	2.0	1.299	2.50	65.15	21.72	86.87	4.17
					1.2	1.5	1.0	2.0						
					1.2	1.5	1.0	2.0						
					1.2	1.5	1.0	2.0						

**Observaciones:** S = ASENTAMIENTO RAPIDO (TEORIA DE LA ELASTICIDAD)



**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA (SUELOS COHESIVOS)**  
**STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL ( ASTM D 2166 / D 2166M - 16 )**

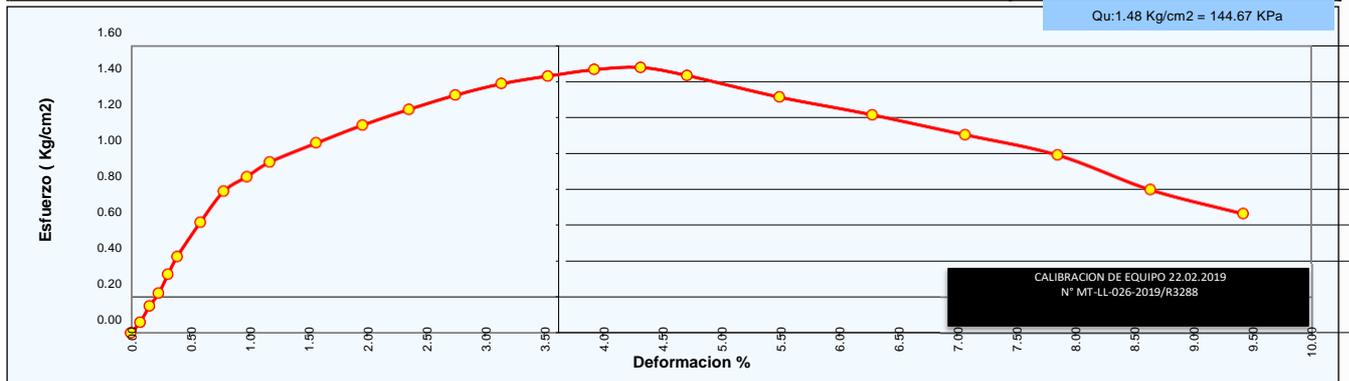
<b>PROYECTO</b>	PROPUESTA DEDISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBCADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/yy-02-2-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de julio del 2023

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDENCIA</b>	SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	C - 02	
<b>MUESTRA</b>	M - 02	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : N° 8
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.55 - 2.65 m.	
		<b>NIVEL FRÁTICO</b> : 0.80 m
		<b>COORDENADAS</b>
		<b>ESTE</b> : 393867.24 m. E
		<b>NORTE</b> : 8251879.79 m. N
		<b>COTA</b> : 3825.20 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO		
<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>	Arcilla de alta plasticidad	<b>ESPECIMEN N°</b>	<b>MÉTODO TIPO</b>	- Deformación Controlada
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	CH	<b>A</b>	<b>FORMA</b>	Inalterado
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	A-7-6 (51)		<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	Cilíndrico
			<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	<b>1.50 mm/min</b>
				<b>0.059 pulg/min</b>

Deformimetro ΔH (0.01mm.)	Def. Unit. Strain ε [ΔH/Ho]	1 - Def. Unit. 1-ε	Area corregida Ac (cm2)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviador stress: σ1 - σ3 = σ		Def. Falla ε %	Dimensiones Promedias de la Muestra (Tamaño de la Probeta Tallada)	
					O (Kg/cm2)	O (KPa)			
0.00	0.00000	1.00000	32.17	0.00	0.00	0.00	0.00		Diámetro Promedio, Do (cm) : 6.40
10.00	0.00079	0.99921	32.20	1.90	0.06	5.79	0.08		Altura Promedio, Ho (cm) : 12.74
20.00	0.00157	0.99843	32.22	4.80	0.15	14.61	0.16		Relacion Altura/diámetro : 1.99
30.00	0.00236	0.99764	32.25	7.10	0.22	21.59	0.24		Peso de la Muestra humeda (g) : 746.97
40.00	0.00314	0.99686	32.27	10.50	0.33	31.91	0.31		Área Sección Transv. Ao (cm2) : 32.17
50.00	0.00393	0.99607	32.30	13.70	0.42	41.60	0.39		Volumen, Vo (cm2) : 409.75
75.00	0.00589	0.99411	32.36	19.90	0.61	60.31	0.59		Altura Final, Hf (cm) : 11.14
100.00	0.00785	0.99215	32.42	25.50	0.79	77.12	0.79		
125.00	0.00981	0.99019	32.49	28.20	0.87	85.12	0.98		
150.00	0.01178	0.98822	32.55	30.90	0.95	93.09	1.18		Peso Suelo Humedo + Tara (g) : 79.01
200.00	0.01570	0.98430	32.68	34.50	1.06	103.52	1.57		Peso Suelo Seco + Tara (g) : 65.30
250.00	0.01963	0.98037	32.81	37.90	1.15	113.27	1.96		Peso de Tara (g) : 28.35
300.00	0.02355	0.97645	32.95	40.90	1.24	121.74	2.36		Peso del Suelo Seco (g) : 36.95
350.00	0.02748	0.97252	33.08	43.70	1.32	129.55	2.75		Peso del Agua (g) : 13.71
400.00	0.03140	0.96860	33.21	46.00	1.39	135.82	3.14		Contenido de Humedad (%) : 37.10
450.00	0.03533	0.96467	33.35	47.60	1.43	139.98	3.53		<b>PESOS UNITARIOS</b>
500.00	0.03926	0.96074	33.48	49.00	1.46	143.51	3.93		Peso Unit. Humedo, γ (ton/m3) : 1.923
550.00	0.04318	0.95682	33.62	49.60	1.48	144.67	4.32		Peso Unit. Seco γd (ton/m3) : 1.330
600.00	0.04711	0.95289	33.76	48.30	1.43	140.30	4.71		<b>RESISTENCIA COMPRESIÓN NO-CONFINADA</b>
700.00	0.05496	0.94504	34.04	44.60	1.31	128.49	5.50		Qu: 1.48 Kg/cm2 = 144.67 KPa
800.00	0.06281	0.93719	34.33	41.60	1.21	118.85	6.28		<b>RESISTENCIA AL CORTANTE NO-CONFINADA</b>
900.00	0.07066	0.92934	34.62	38.10	1.10	107.91	7.07		Cu: Su=0.74 Kg/cm2 = 72.34 KPa
1000.00	0.07851	0.92149	34.91	34.50	0.99	96.91	7.85		<b>ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA</b>
1100.00	0.08636	0.91364	35.21	28.00	0.80	77.98	8.64		φu = 0°
1200.00	0.09421	0.90579	35.52	23.50	0.66	64.89	9.42		<b>DEFORMACIÓN PROMEDIO A LA FALLA</b>
1300.00									ε % : 1.32%
1400.00									<b>Módulo de Young E</b>
1500.00									3,948.36 Kpa
1600.00									

Calificación de la Consistencia del Suelo :	Consistente o Fime	<b>ESPECIMEN N°</b>	A
---	--------------------	---------------------	---



Observaciones: Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA (SUELOS COHESIVOS)

### STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL ( ASTM D 2166 / D 2166M - 16 )

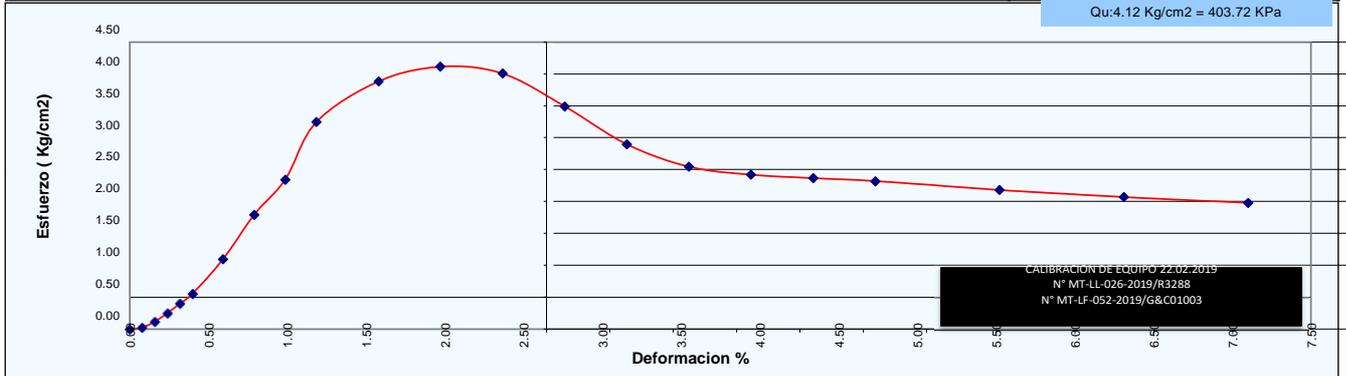
<b>PROYECTO</b> : PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCY_WYAM-07/yY-02:2-G&C
	<b>Fecha</b> : 10 de julio del 2023

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONALACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL		
<b>CALICATA</b>	: C - 02	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: N° 8
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.55 - 2.65 m.	<b>NIVEL FRÁTICO</b>	: 0.80 m
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393867.24 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251879.79 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.20 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	ESPECIMEN	MÉTODO	- Deformación Controlada
<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>	Arcilla de alta plasticidad	<b>N°</b>	Inalterado
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	CH	<b>B</b>	Cilíndrico
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	A-7-6 (51)	<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	1.50 mm/min
		<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	0.059 pulg/min

Deformímetro ΔH	Def. Unit. Strain	1 - Def. Unit.	Area corregida	Carga	Esfuerzo Desviador stress: σ1 - σ3 = σ		Def. Falla	Dimensiones Promedias de la Muestra (Tamaño de la Probeta Tallada)
(0.01mm.)	ε [ΔH/Ho]	1-ε	Ac (cm2)	P (kg)	σ (Kg/cm2)	σ (KPa)	ε %	
0.00	0.00000	1.00000	30.50	0.00	0.00	0.00	0.00	Diámetro Promedio, Do (cm) : 6.23
10.00	0.00079	0.99921	30.53	0.80	0.03	2.57	0.08	Altura Promedio, Ho (cm) : 12.68
20.00	0.00158	0.99842	30.55	3.60	0.12	11.56	0.16	Relacion Altura/diámetro : 2.03
30.00	0.00237	0.99763	30.58	7.60	0.25	24.38	0.24	Peso de la Muestra húmeda (g) : 705.38
40.00	0.00316	0.99684	30.60	12.20	0.40	39.10	0.32	Área Sección Transv. Ao (cm2) : 30.50
50.00	0.00394	0.99606	30.62	16.80	0.55	53.80	0.39	Volumen, Vo (cm2) : 386.72
75.00	0.00592	0.99408	30.68	33.70	1.10	107.70	0.59	Altura Final, Hf (cm) : 11.08
100.00	0.00789	0.99211	30.75	55.20	1.80	176.07	0.79	
125.00	0.00986	0.99014	30.81	72.30	2.35	230.15	0.99	A
150.00	0.01183	0.98817	30.87	100.30	3.25	318.65	1.18	Peso Suelo Húmedo + Tara (g) : 82.78
200.00	0.01578	0.98422	30.99	120.40	3.88	380.98	1.58	Peso Suelo Seco + Tara (g) : 67.90
250.00	0.01972	0.98028	31.12	128.10	4.12	403.72	1.97	Peso de Tara (g) : 29.03
300.00	0.02366	0.97634	31.24	125.30	4.01	393.30	2.37	Peso del Suelo Seco (g) : 38.87
350.00	0.02761	0.97239	31.37	109.60	3.49	342.63	2.76	Peso del Agua (g) : 14.28
400.00	0.03155	0.96845	31.50	91.30	2.90	284.27	3.16	Contenido de Humedad (%) : 36.74
450.00	0.03549	0.96451	31.63	80.60	2.55	249.93	3.55	B
500.00	0.03944	0.96056	31.76	77.00	2.42	237.79	3.94	FINADA
550.00	0.04338	0.95662	31.89	75.50	2.37	232.20	4.34	Qu: 4.12 Kg/cm2 = 403.72 KPa
600.00	0.04733	0.95267	32.02	74.30	2.32	227.57	4.73	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA
700.00	0.05521	0.94479	32.29	70.50	2.18	214.14	5.52	Qu: 2.06 Kg/cm2 = 201.86 KPa
800.00	0.06310	0.93690	32.56	67.50	2.07	203.32	6.31	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA
900.00	0.07099	0.92901	32.83	65.00	1.98	194.14	7.10	φ = 0°
1000.00								DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA
1100.00								ε = 1.07%
1200.00								Módulo de Young E =
1300.00								20,070.85 Kpa
1400.00								
1500.00								
1600.00								

Calificación de la Consistencia del Suelo : Extremadamente Consistente o Dura ESPECIMEN N° B



**Observaciones:** Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.

# ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA (SUELOS COHESIVOS)

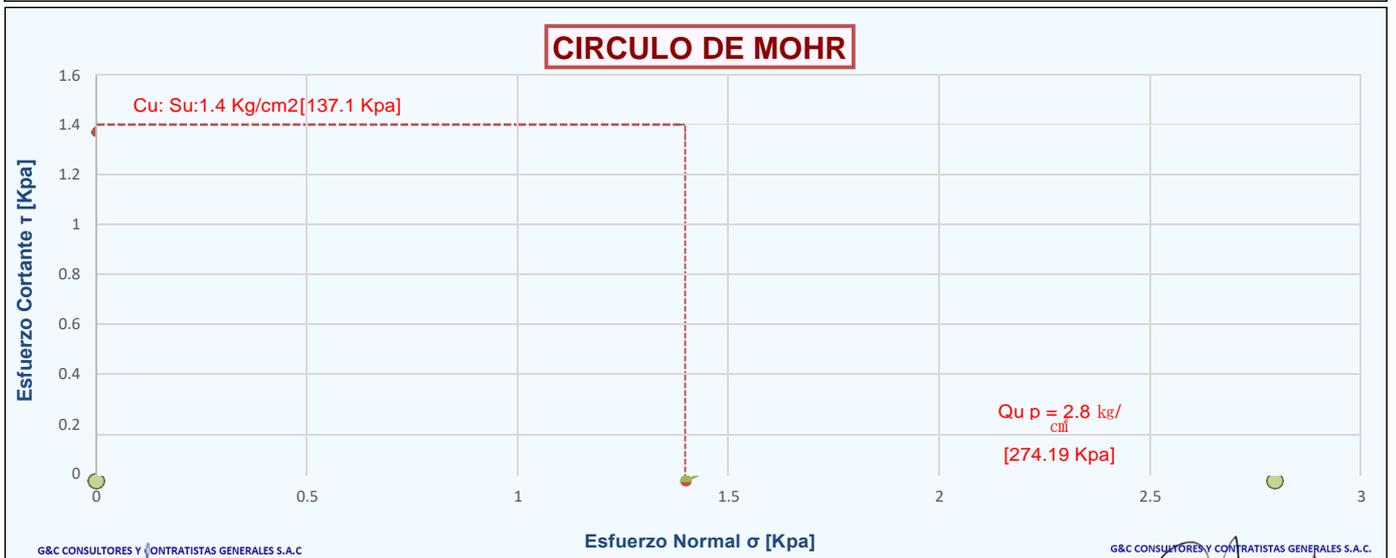
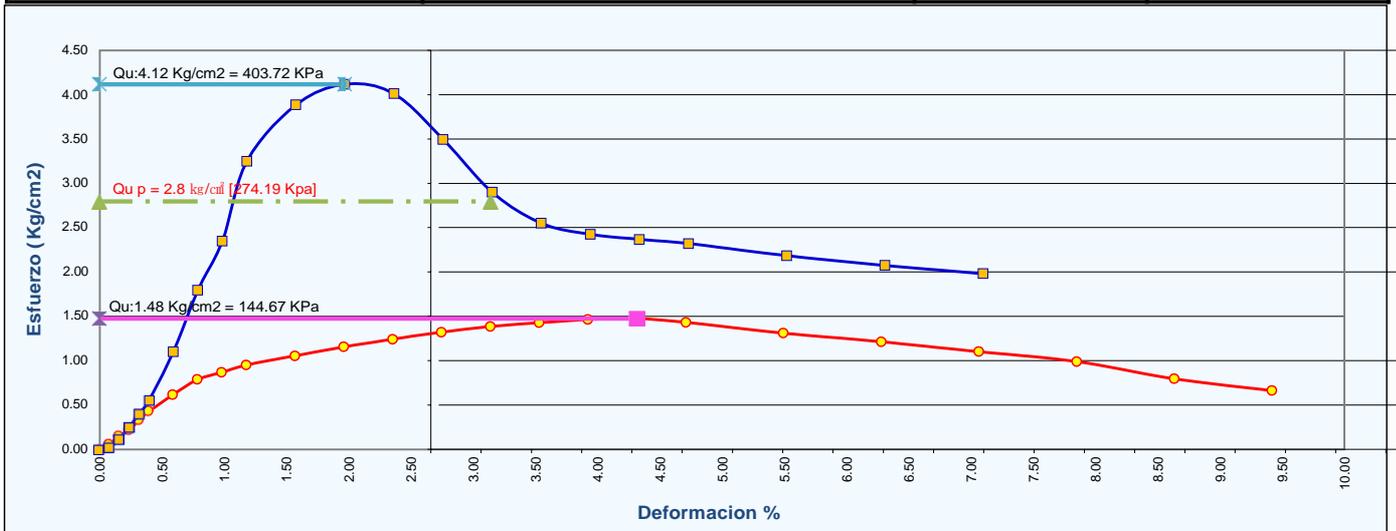
## STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL ( ASTM D 2166 / D 2166M -

<b>PROYECTO</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b>	: UCV_WYAM-07/yY-02:2-G&C
		<b>Fecha</b>	: 10 de julio del 2023

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 02	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: N° 8
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>NIVEL FRÁTICO</b>	: 0.80 m
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.55 - 2.65 m.		
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393867.24 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251879.79 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.20 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO		
<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>	Arcilla de alta plasticidad	<b>ESPECIMEN N°</b>	<b>MÉTODO TIPO</b>	- Resistencia Controlada
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	CH	<b>A y B</b>	<b>FORMA</b>	Inalterado
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	A-7-6 (51)		<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	Cilíndrico
			<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	1.50 mm/min
			<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	0.059 pulg/min

RESISTENCIA COMPRESIÓN NOCONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA PROMEDIO	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA NO DRENADO	Módulo de Young's E
Qu p = 2.8 kg/cm <sup>2</sup> [274.19 Kpa]	Cu: Su:1.4 Kg/cm <sup>2</sup> [137.1 Kpa]	φu = [0°]	Es= [13596.11 Kpa]



## ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA (SUELOS COHESIVOS)

### STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL ( ASTM D 2166 / D 2166M - 16 )

<b>PROYECTO</b>	: PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b>	: UCV_WYAM-07/YY-02:2-G&C
		<b>Fecha</b>	: 10 de julio del 2023

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 02	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: N° 8
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>NIVEL FRÁTICO</b>	: 0.80 m
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.55 - 2.65 m.		
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393867.24 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251879.79 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.20 m.s.n.m.

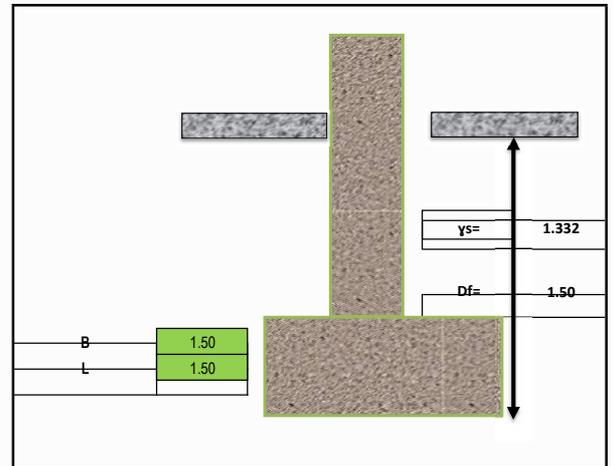
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>	Arcilla de alta plasticidad	<b>ESPECIMEN N°</b>	- Resistencia Controlada
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	CH	<b>TIPO</b>	Inalterado
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	A-7-6 (51)	<b>FORMA:</b>	Cilíndrico
		<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	1.50 mm/min
		<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	0.059 pulg/min

### CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA EN SUELOS COHESIVOS EN CONDICION NO DRENADA PARA $\phi=0^\circ$

1. DATOS

B	1.50	m
L	1.50	m
Df	1.50	m
$\gamma_s$	1.332	ton/m <sup>3</sup>
Fs	3	-
$\theta$	0	°
Cu	1.398	Kg/cm <sup>2</sup>
	14.0	Ton/m <sup>2</sup>

**B = Ancho de la cimentación**  
**L = Longitud de la cimentación**  
**Df = Profundidad de la cimentación**  
 **$\gamma$  = Peso específico del suelo**  
**Fs = Factor de Seguridad**  
 **$\theta$  = Angulo de Inclinación**



1. DESARROLLO

Nc:	5.14
Nq:	1
Fcs:	1.19
Fed:	1.39
Fci:	1

$$q_{ult} = C_u * N_c * F_{cs} * F_{ed} * F_{ci} + \gamma_s * D_f$$

<b>q<sub>ult</sub>:</b>	120.89	Ton/m <sup>2</sup>	12.089	Kg/cm <sup>2</sup>
-------------------------	--------	--------------------	--------	--------------------

<b>Qadm.</b>	40.30	Ton/m <sup>2</sup>	4.03	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Carga Adm.</b>	91	Ton	9.1	Kg

**Capacidad Portante del Suelo Para el Diseño**

### CALCULO DE ASENTAMIENTOS POR LA TEORIA DE ELASTICIDAD

$$S = \frac{q \times B(1 - \mu^2)}{E} \times I_f$$

2. DESARROLLO

<b>q :</b>	4.03	1.00	1.50	2.00	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>B :</b>	150	150	150	150	cm
<b><math>\mu</math> :</b>	0.2	0.2	0.2	0.2	
<b>E :</b>	100	100	100	100	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>I<sub>f</sub> :</b>	1	1	1	1	

<b>S =</b>	5.803	1.440	2.160	2.880	cm
------------	-------	-------	-------	-------	----

**Asentamiento Rápido del Suelo Para el Diseño**

# ÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DE ZAPATAS CUADRADAS

<b>PROYECTO</b> : PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/yY-02:2-G&C
	<b>Fecha</b> : 10 de julio del 2023

DATOS GENERALES	
<b>UBICACIÓN</b> : ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDECIA</b> : SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b> : C - 02	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : N° 8
<b>MUESTRA</b> : M - 02	<b>NIVEL FRÁTICO</b> : 0.80 m
<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.55 - 2.65 m.	<b>COORDENADAS</b>
	<b>ESTE</b> : 393867.24 m. E
	<b>NORTE</b> : 8251879.79 m. N
	<b>COTA</b> : 3825.20 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>	Arcilla de alta plasticidad
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	CH
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	A-7-6 (51)

DATOS PARA EL CALCULO		
<b>TIPO DE ZAPATA</b>	ZAPATA AISLADA	
<b>FORMA DE LA ZAPATA</b>	CUADRADA	
<b>ÁNGULO DE FRICCIÓN</b>	0.000 °	
<b>COHESIÓN</b>	13.980 T/m <sup>2</sup>	
<b>DENSIDAD NATURAL</b>	1.332 T/m <sup>2</sup>	

Calicata Muestra SUCS	Cohesion (c) T/m <sup>2</sup>	Angulo Fricción Interna (ø)	Factor de Capacidad de Carga		Factores de Forma			Ancho de Ciment.(B) (m)	Densidad Natural T/m <sup>3</sup>	Profund. de Ciment.(Df) (m)	qu T/m <sup>2</sup>	q Adm. F.S.( 3 ) T/m <sup>2</sup>	Carga Admisible (Tn)	S Rápido (Cm)
			Nc	Nq	Fcs	Fcd	Fci							
C - 02	13.980	0.0	5.14	1.0	1.2	1.4	1.0	1.0	1.332	1.00	120.23	40.08	40.08	3.85
					1.2	1.3	1.0	1.3						
					1.2	1.3	1.0	1.5						
					1.2	1.2	1.0	1.8						
M - 02	13.980	0.0	5.14	1.0	1.2	1.2	1.0	2.0	1.332	1.00	109.11	36.37	81.83	5.24
					1.2	1.2	1.0	1.8						
					1.2	1.2	1.0	1.5						
					1.2	1.2	1.0	1.3						
CH	13.980	0.0	5.14	1.0	1.2	1.6	1.0	1.0	1.332	1.50	103.12	34.37	137.49	6.60
					1.2	1.5	1.0	1.3						
					1.2	1.4	1.0	1.5						
					1.2	1.3	1.0	1.8						
C - 02	13.980	0.0	5.14	1.0	1.2	1.7	1.0	1.0	1.332	1.80	137.15	45.72	45.72	4.39
					1.2	1.5	1.0	1.3						
					1.2	1.5	1.0	1.5						
					1.2	1.4	1.0	1.8						
M - 02	13.980	0.0	5.14	1.0	1.2	1.3	1.0	2.0	1.332	1.80	126.03	42.01	71.00	5.24
					1.2	1.3	1.0	1.8						
					1.2	1.3	1.0	1.5						
					1.2	1.3	1.0	1.3						
CH	13.980	0.0	5.14	1.0	1.2	1.7	1.0	1.0	1.332	1.80	120.89	40.30	90.67	5.80
					1.2	1.5	1.0	1.3						
					1.2	1.5	1.0	1.5						
					1.2	1.4	1.0	1.8						
C - 02	13.980	0.0	5.14	1.0	1.2	1.8	1.0	1.0	1.332	2.00	147.81	49.27	49.27	4.73
					1.2	1.6	1.0	1.3						
					1.2	1.5	1.0	1.5						
					1.2	1.4	1.0	1.8						
M - 02	13.980	0.0	5.14	1.0	1.2	1.4	1.0	2.0	1.332	2.00	134.12	44.71	75.55	5.58
					1.2	1.4	1.0	1.8						
					1.2	1.4	1.0	1.5						
					1.2	1.4	1.0	1.3						
CH	13.980	0.0	5.14	1.0	1.2	1.8	1.0	1.0	1.332	2.00	128.14	42.71	96.11	6.15
					1.2	1.6	1.0	1.3						
					1.2	1.5	1.0	1.5						
					1.2	1.4	1.0	1.8						
C - 02	13.980	0.0	5.14	1.0	1.2	2.0	1.0	1.0	1.332	2.50	154.92	51.64	51.64	4.96
					1.2	1.8	1.0	1.3						
					1.2	1.7	1.0	1.5						
					1.2	1.5	1.0	1.8						
M - 02	13.980	0.0	5.14	1.0	1.2	1.4	1.0	2.0	1.332	2.50	139.52	46.51	78.60	5.80
					1.2	1.4	1.0	1.8						
					1.2	1.4	1.0	1.5						
					1.2	1.4	1.0	1.3						
CH	13.980	0.0	5.14	1.0	1.2	1.8	1.0	1.0	1.332	2.50	124.98	41.66	134.98	7.20
					1.2	1.8	1.0	1.3						
					1.2	1.7	1.0	1.5						
					1.2	1.5	1.0	1.8						
M - 02	13.980	0.0	5.14	1.0	1.2	1.5	1.0	2.0	1.332	2.50	171.84	57.28	57.28	5.50
					1.2	1.5	1.0	1.8						
					1.2	1.5	1.0	1.5						
					1.2	1.5	1.0	1.3						
CH	13.980	0.0	5.14	1.0	1.2	2.0	1.0	1.0	1.332	2.50	153.02	51.01	86.20	6.37
					1.2	1.8	1.0	1.3						
					1.2	1.7	1.0	1.5						
					1.2	1.5	1.0	1.8						

**Observaciones:** S = ASENTAMIENTO RAPIDO (TEORIA DE LA ELASTICIDAD)



**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA (SUELOS COHESIVOS)**  
**STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL ( ASTM D 2166 / D 2166M - 16 )**

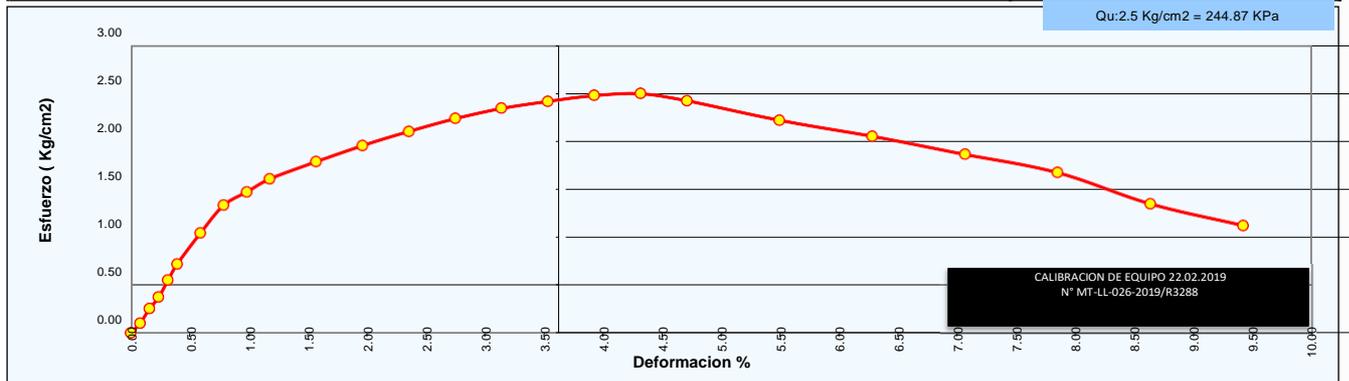
<b>PROYECTO</b>	PROPUESTA DEDISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBCADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/yy-03-2-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de julio del 2023

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 03	<b>COORDENADAS</b>
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>ESTE</b> : 393867.24 m. E
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.55 - 2.50 m.	<b>NORTE</b> : 8251879.79 m. N
	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : N° 8	<b>COTA</b> : 3825.20 m.s.n.m.
	<b>NIVEL FRÁTICO</b> : 0.80 m	

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO		
<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>	Arcilla de alta plasticidad	<b>ESPECIMEN N°</b>	<b>MÉTODO TIPO</b>	- Deformación Controlada
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	CH	<b>A</b>	<b>FORMA</b>	Inalterado
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	A-7-6 (41)		<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	Cilíndrico
			<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	<b>1.50 mm/min</b>
				<b>0.059 pulg/min</b>

Deformimetro ΔH (0.01mm.)	Def. Unit. Strain ε [ΔH/Ho]	1 - Def. Unit. 1-ε	Area corregida Ac (cm2)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviador stress: σ1 - σ3 = σ		Def. Falla ε %	Dimensiones Promedias de la Muestra (Tamaño de la Probeta Tallada)
					O (Kg/cm2)	O (KPa)		
0.00	0.00000	1.00000	34.21	0.00	0.00	0.00	0.00	Diámetro Promedio, Do (cm) : 6.60
10.00	0.00079	0.99921	34.24	3.42	0.10	9.80	0.08	Altura Promedio, Ho (cm) : 12.74
20.00	0.00157	0.99843	34.27	8.64	0.25	24.73	0.16	Relacion Altura/diámetro : 1.93
30.00	0.00236	0.99764	34.29	12.78	0.37	36.55	0.24	Peso de la Muestra humeda (g) : 746.97
40.00	0.00314	0.99686	34.32	18.90	0.55	54.01	0.31	Área Sección Transv. Ao (cm2) : 34.21
50.00	0.00393	0.99607	34.35	24.66	0.72	70.41	0.39	Volumen, Vo (cm2) : 435.76
75.00	0.00589	0.99411	34.41	35.82	1.04	102.07	0.59	Altura Final, Hf (cm) : 11.14
100.00	0.00785	0.99215	34.48	45.90	1.33	130.54	0.79	
125.00	0.00981	0.99019	34.55	50.76	1.47	144.07	0.98	
150.00	0.01178	0.98822	34.62	55.62	1.61	157.55	1.18	Peso Suelo Humedo + Tara (g) : 68.40
200.00	0.01570	0.98430	34.76	62.10	1.79	175.21	1.57	Peso Suelo Seco + Tara (g) : 68.51
250.00	0.01963	0.98037	34.90	68.22	1.95	191.71	1.96	Peso de Tara (g) : 29.32
300.00	0.02355	0.97645	35.04	73.62	2.10	206.06	2.36	Peso del Suelo Seco (g) : 39.19
350.00	0.02748	0.97252	35.18	78.66	2.24	219.28	2.75	Peso del Agua (g) : 16.89
400.00	0.03140	0.96860	35.32	82.80	2.34	229.80	3.14	Contenido de Humedad (%) : 43.10
450.00	0.03533	0.96467	35.46	85.68	2.42	236.92	3.53	<b>PESOS UNITARIOS</b>
500.00	0.03926	0.96074	35.61	88.20	2.48	242.90	3.93	Peso Unit. Humedo, γ (ton/m3) : 1.714
550.00	0.04318	0.95682	35.76	89.28	2.50	244.87	4.32	Peso Unit. Seco γd (ton/m3) : 1.198
600.00	0.04711	0.95289	35.90	86.94	2.42	237.47	4.71	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN NO-CONFINADA</b>
700.00	0.05496	0.94504	36.20	80.28	2.22	217.47	5.50	Qu: 2.5 Kg/cm2 = 244.87 KPa
800.00	0.06281	0.93719	36.50	74.88	2.05	201.16	6.28	<b>RESISTENCIA AL CORTANTE NO-CONFINADA</b>
900.00	0.07066	0.92934	36.81	68.58	1.86	182.69	7.07	Cu: Su: 1.25 Kg/cm2 = 122.43 KPa
1000.00	0.07851	0.92149	37.13	62.10	1.67	164.03	7.85	<b>ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA</b>
1100.00	0.08636	0.91364	37.45	50.40	1.35	131.99	8.64	φu = 0°
1200.00	0.09421	0.90579	37.77	42.30	1.12	109.83	9.42	<b>DEFORMACIÓN PROMEDIO A LA FALLA</b>
1300.00								ε % : 1.32%
1400.00								<b>Módulo de Young E</b>
1500.00								6,608.06 Kpa
1600.00								

Calificación de la Consistencia del Suelo : **Muy Consistente o Muy Firme** **ESPECIMEN N°** **A**



Observaciones: Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA (SUELOS COHESIVOS)**  
**STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL ( ASTM D 2166 / D 2166M - 16 )**

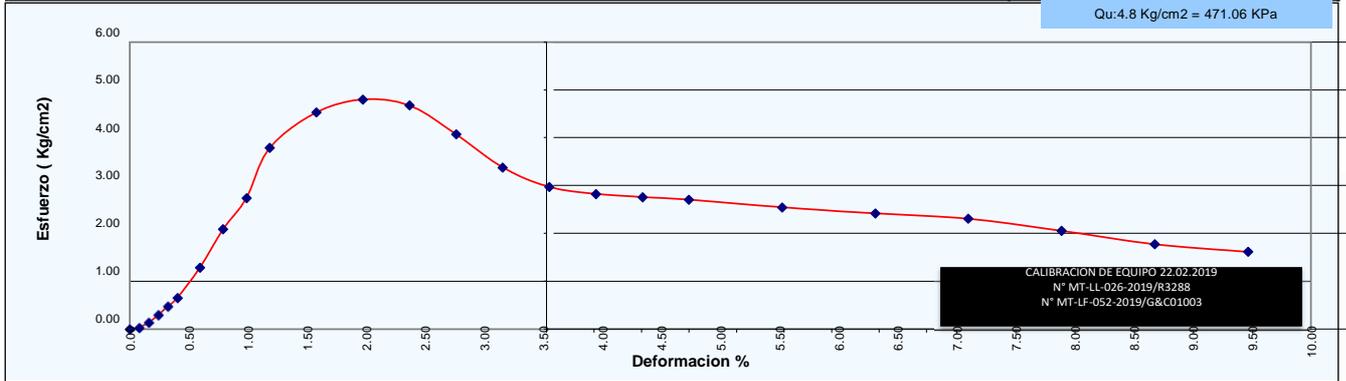
<b>PROYECTO</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCY_WYAM-07/yY-03-2-G&C
		<b>Fecha</b> : 10 de julio del 2023

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	ZONALACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDENCIA</b>	SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	C - 03	
<b>MUESTRA</b>	M - 02	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : N° 8
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.55 - 2.50 m.	<b>NIVEL FRÁTICO</b> : 0.80 m
		<b>COORDENADAS</b>
		<b>ESTE</b> : 393867.24 m. E
		<b>NORTE</b> : 8251879.79 m. N
		<b>COTA</b> : 3825.20 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO		
<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>	Arcilla de alta plasticidad	<b>ESPECIMEN N°</b>	<b>MÉTODO TIPO</b>	- Deformación Controlada
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	CH	<b>B</b>	<b>FORMA</b>	Inalterado
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	A-7-6 (41)		<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	Cilíndrico
			<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	<b>1.50 mm/min</b>
			<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	<b>0.059 pulg/min</b>

Deformímetro ΔH	Def. Unit. Strain	1 - Def. Unit.	Area corregida	Carga	Esfuerzo Desviador stress: σ1 - σ3 = σ		Def. Falla	Dimensiones Promedias de la Muestra (Tamaño de la Probeta Tallada)
(0.01mm.)	ε [ΔH/Ho]	1-ε	Ac (cm2)	P (kg)	O (Kg/cm2)	O (KPa)	ε %	
0.00	0.00000	1.00000	31.37	0.00	0.00	0.00	0.00	Diámetro Promedio, Do (cm) : 6.32
10.00	0.00079	0.99921	31.40	0.96	0.03	3.00	0.08	Altura Promedio, Ho (cm) : 12.68
20.00	0.00158	0.99842	31.42	4.32	0.14	13.48	0.16	Relacion Altura/diámetro : 2.01
30.00	0.00237	0.99763	31.45	9.12	0.29	28.44	0.24	Peso de la Muestra húmeda (g) : 705.38
40.00	0.00316	0.99684	31.47	14.64	0.47	45.62	0.32	Área Sección Transv. Ao (cm2) : 31.37
50.00	0.00394	0.99606	31.49	20.16	0.64	62.77	0.39	Volumen, Vo (cm3) : 397.72
75.00	0.00592	0.99408	31.56	40.44	1.28	125.67	0.59	Altura Final, Hf (cm) : 11.08
100.00	0.00789	0.99211	31.62	66.24	2.09	205.44	0.79	
125.00	0.00986	0.99014	31.68	86.76	2.74	268.54	0.99	Peso Suelo Húmedo + Tara (g) : 58.10
150.00	0.01183	0.98817	31.75	120.36	3.79	371.80	1.18	Peso Suelo Seco + Tara (g) : 49.09
200.00	0.01578	0.98422	31.87	144.48	4.53	444.53	1.58	Peso de Tara (g) : 28.20
250.00	0.01972	0.98028	32.00	153.72	4.80	471.06	1.97	Peso del Suelo Seco (g) : 20.89
300.00	0.02366	0.97634	32.13	150.36	4.68	458.91	2.37	Peso del Agua (g) : 9.01
350.00	0.02761	0.97239	32.26	131.52	4.08	399.79	2.76	Contenido de Humedad (%) : 43.10
400.00	0.03155	0.96845	32.39	109.56	3.38	331.68	3.16	<b>PESOS UNITARIOS</b>
450.00	0.03549	0.96451	32.53	96.72	2.97	291.62	3.55	Peso Unit. Húmedo, γ [ton/m3] : 1.77
500.00	0.03944	0.96056	32.66	92.40	2.83	277.46	3.94	Peso Unit. Seco γd [ton/m3] : 1.239
550.00	0.04338	0.95662	32.79	90.60	2.76	270.93	4.34	
600.00	0.04733	0.95267	32.93	89.16	2.71	266.53	4.73	<b>R</b>
700.00	0.05521	0.94479	33.20	84.60	2.55	249.86	5.52	<b>RESISTENCIA AL CORTANTE PROMEDIA</b>
800.00	0.06310	0.93690	33.48	81.00	2.42	237.23	6.31	Qu = 0.24 Kg/cm2 = 235.53 KPa
900.00	0.07099	0.92901	33.77	78.00	2.31	226.52	7.10	<b>ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA</b>
1000.00	0.07888	0.92112	34.06	70.00	2.06	201.56	7.89	φu = 0°
1100.00	0.08676	0.91324	34.35	61.00	1.78	174.14	8.68	<b>DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA</b>
1200.00	0.09465	0.90535	34.65	56.00	1.62	158.49	9.47	ε % : 1.97%
1300.00								<b>Módulo de Young's E</b>
1400.00								27,002.19 Kpa
1500.00								
1600.00								

Calificación de la Consistencia del Suelo : **Extremadamente Consistente o Dura** **ESPECIMEN N° B**



**Observaciones:** Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.

# ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA (SUELOS COHESIVOS)

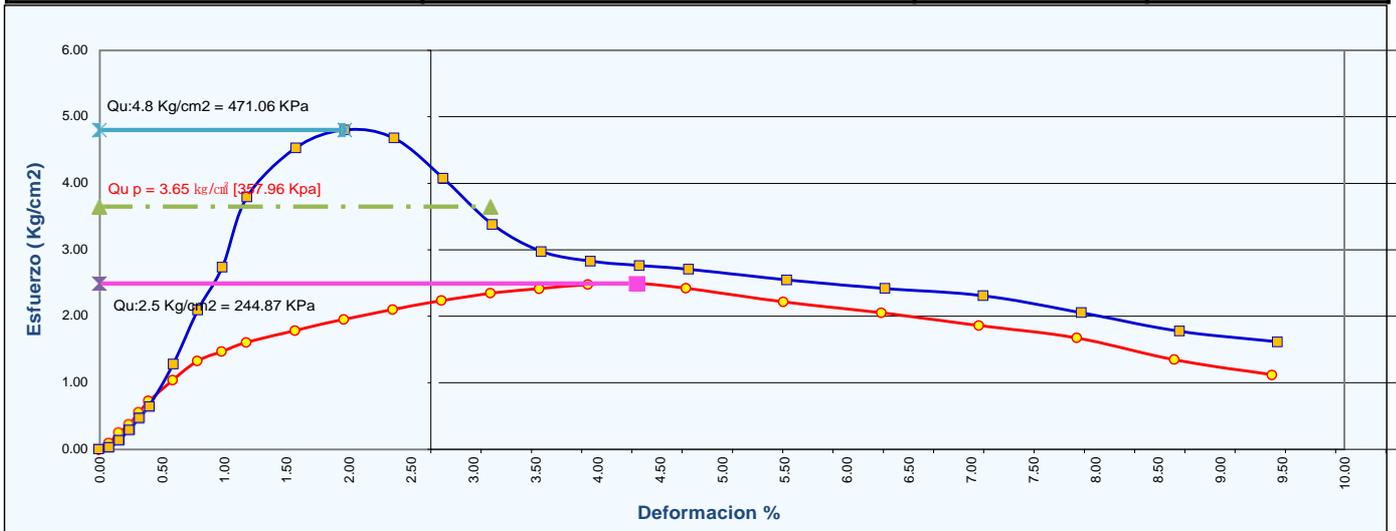
## STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL ( ASTM D 2166 / D 2166M -

<b>PROYECTO</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b>	: UCV_WYAM-07/yY-03:2-G&C
		<b>Fecha</b>	: 10 de julio del 2023

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	: C - 03	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: N° 8
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>NIVEL FRÁTICO</b>	: 0.80 m
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.55 - 2.50 m.		
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 393867.24 m. E
		<b>NORTE</b>	: 8251879.79 m. N
		<b>COTA</b>	: 3825.20 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO		
<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>	Arcilla de alta plasticidad	<b>ESPECIMEN N°</b>	<b>MÉTODO TIPO FORMA</b>	- Resistencia Controlada Inalterado Cilíndrico
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	CH	<b>A y B</b>	<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	<b>1.50 mm/min</b>
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	A-7-6 (41)		<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	<b>0.059 pulg/min</b>

RESISTENCIA COMPRESIÓN NOCONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA PROMEDIO	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA NO DRENADO	Módulo de Young's E
Qu p = 3.65 kg/cm <sup>2</sup> [357.96 Kpa]	Cu: Su:1.825 Kg/cm <sup>2</sup> [178.98 Kpa]	φu = [0°]	Es= [16735.13 Kpa]



## ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA (SUELOS COHESIVOS)

### STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL ( ASTM D 2166 / D 2166M - 16 )

<b>PROYECTO</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b>	UCV_WYAM-07/YY-03-2-G&C
		<b>Fecha</b>	10 de julio del 2023

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b>	Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b>	C - 03	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	Nº 8
<b>MUESTRA</b>	M - 02	<b>NIVEL FRÁTICO</b>	0.80 m
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.55 - 2.50 m.		
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	393867.24 m. E
		<b>NORTE</b>	8251879.79 m. N
		<b>COTA</b>	3825.20 m.s.n.m.

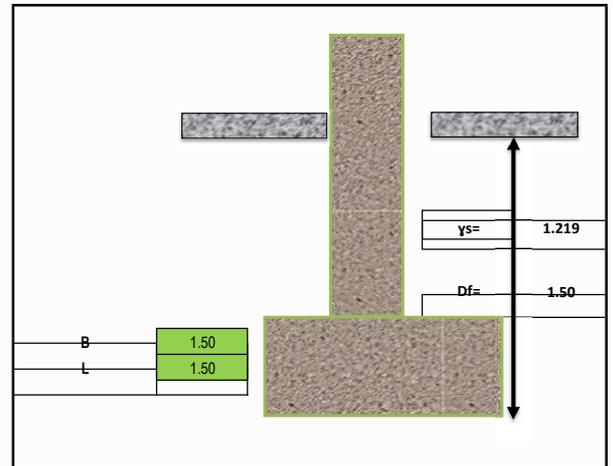
DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL ENSAYO
<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>	Arcilla de alta plasticidad
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	CH
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	A-7-6 (41)
<b>ESPECIMEN N°</b>	A y B
<b>MÉTODO TIPO</b>	- Resistencia Controlada Inalterado Cilíndrico
<b>FORMA:</b>	
<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	1.50 mm/min
<b>VELOCIDAD DE ENSAYO</b>	0.059 pulg/min

### CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA EN SUELOS COHESIVOS EN CONDICION NO DRENADA PARA $\phi=0^\circ$

1. DATOS

B	1.50	m
L	1.50	m
Df	1.50	m
Ys	1.219	ton/m³
Fs	3	-
θ	0	°
Cu	1.825	Kg/cm²
	18.3	Ton/m²

- B = Ancho de la cimentación**
- L = Longitud de la cimentación**
- Df = Profundidad de la cimentación**
- γ = Peso específico del suelo**
- Fs = Factor de Seguridad**
- θ = Angulo de Inclinación**



1. DESARROLLO

Nc:	5.14
Nq:	1
Fcs:	1.19
Fed:	1.39
Fci:	1

$$q_{ult} = C_u * N_c * F_{cs} * F_{ed} * F_{ci} + \gamma_s * D_f$$

<b>qult:</b>	157.05	Ton/m²	15.705	Kg/cm²
--------------	--------	--------	--------	--------

<b>Qadm.</b>	52.35	Ton/m²	5.24	Kg/cm²
<b>Carga Adm.</b>	118	Ton	11.8	Kg

**Capacidad Portante del Suelo Para el Diseño**

### CALCULO DE ASENTAMIENTOS POR LA TEORIA DE ELASTICIDAD

$$S = \frac{q \times B(1 - \mu^2)}{E} \times I_f$$

2. DESARROLLO

<b>q :</b>	5.24	1.00	1.50	2.00	Kg/cm²
<b>B :</b>	150	150	150	150	cm
<b>μ :</b>	0.2	0.2	0.2	0.2	
<b>E :</b>	100	100	100	100	Kg/cm²
<b>If :</b>	1	1	1	1	

<b>S =</b>	7.538	1.440	2.160	2.880	cm
------------	-------	-------	-------	-------	----

**Asentamiento Rápido del Suelo Para el Diseño**

# ÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DE ZAPATAS CUADRADAS

<b>PROYECTO</b> : PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	<b>Registro N°</b> : UCV_WYAM-07/yY-03:2-G&C
	<b>Fecha</b> : 10 de julio del 2023

DATOS GENERALES	
<b>UBICACIÓN</b> : ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDECIA</b> : SUELO NATURAL	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
<b>CALICATA</b> : C - 03	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : N° 8
<b>MUESTRA</b> : M - 02	<b>NIVEL FRÁTICO</b> : 0.80 m
<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.55 - 2.50 m.	<b>COORDENADAS</b>
	<b>ESTE</b> : 393867.24 m. E
	<b>NORTE</b> : 8251879.79 m. N
	<b>COTA</b> : 3825.20 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>	Arcilla de alta plasticidad
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	CH
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	A-7-6 (41)

DATOS PARA EL CALCULO	
<b>TIPO DE ZAPATA</b>	ZAPATA AISLADA
<b>FORMA DE LA ZAPATA</b>	CUADRADA
<b>ÁNGULO DE FRICCIÓN</b>	0.000 °
<b>COHESIÓN</b>	18.251 T/m <sup>2</sup>
<b>DENSIDAD NATURAL</b>	1.219 T/m <sup>2</sup>

Calicata Muestra SUCS	Cohesion (c) T/m <sup>2</sup>	Angulo Fricción Interna (ø)	Factor de Capacidad de Carga		Factores de Forma			Ancho de Ciment.(B) (m)	Densidad Natural T/m <sup>3</sup>	Profund. de Ciment.(Df) (m)	qu T/m <sup>2</sup>	q Adm. F.S.( 3 ) T/m <sup>2</sup>	Carga Admisible (Tn)	S Rápido (Cm)
			Nc	Nq	Fcs	Fcd	Fci							
C - 03	18.251	0.0	5.14	1.0	1.2	1.4	1.0	1.0	1.219	1.00	156.44	52.15	52.15	5.01
					1.2	1.3	1.0	1.3						
					1.2	1.3	1.0	1.5						
					1.2	1.2	1.0	1.8						
M - 02	18.251	0.0	5.14	1.0	1.2	1.2	1.0	2.0	1.219	1.00	146.39	48.80	82.47	6.09
					1.2	1.2	1.0	1.8						
					1.2	1.2	1.0	1.5						
					1.2	1.2	1.0	1.3						
CH	18.251	0.0	5.14	1.0	1.2	1.6	1.0	1.0	1.219	1.50	178.26	59.42	59.42	5.70
					1.2	1.5	1.0	1.3						
					1.2	1.4	1.0	1.5						
					1.2	1.3	1.0	1.8						
C - 03	18.251	0.0	5.14	1.0	1.2	1.3	1.0	2.0	1.219	1.80	174.16	58.05	98.11	7.25
					1.2	1.3	1.0	1.8						
					1.2	1.3	1.0	1.5						
					1.2	1.3	1.0	1.3						
M - 02	18.251	0.0	5.14	1.0	1.2	1.7	1.0	1.0	1.219	1.80	141.92	47.31	106.44	6.81
					1.2	1.5	1.0	1.3						
					1.2	1.5	1.0	1.5						
					1.2	1.5	1.0	1.8						
CH	18.251	0.0	5.14	1.0	1.2	1.4	1.0	1.8	1.219	1.80	134.10	44.70	178.80	8.58
					1.2	1.4	1.0	2.0						
					1.2	1.4	1.0	1.8						
					1.2	1.4	1.0	2.0						
C - 03	18.251	0.0	5.14	1.0	1.2	1.8	1.0	1.0	1.219	2.00	192.03	64.01	64.01	6.14
					1.2	1.6	1.0	1.3						
					1.2	1.5	1.0	1.5						
					1.2	1.4	1.0	1.8						
M - 02	18.251	0.0	5.14	1.0	1.2	1.4	1.0	2.0	1.219	2.00	174.16	58.05	98.11	7.25
					1.2	1.4	1.0	1.8						
					1.2	1.4	1.0	1.5						
					1.2	1.4	1.0	1.3						
CH	18.251	0.0	5.14	1.0	1.2	1.7	1.0	1.0	1.219	2.00	149.23	49.74	161.17	8.60
					1.2	1.5	1.0	1.3						
					1.2	1.4	1.0	1.5						
					1.2	1.4	1.0	1.8						
C - 03	18.251	0.0	5.14	1.0	1.2	2.0	1.0	1.0	1.219	2.50	201.21	67.07	67.07	6.44
					1.2	1.8	1.0	1.3						
					1.2	1.6	1.0	1.5						
					1.2	1.5	1.0	1.8						
M - 02	18.251	0.0	5.14	1.0	1.2	1.4	1.0	2.0	1.219	2.50	181.11	60.37	102.03	7.53
					1.2	1.4	1.0	1.8						
					1.2	1.4	1.0	1.5						
					1.2	1.4	1.0	1.3						
CH	18.251	0.0	5.14	1.0	1.2	1.8	1.0	1.0	1.219	2.50	172.17	57.39	129.13	8.26
					1.2	1.8	1.0	1.3						
					1.2	1.7	1.0	1.5						
					1.2	1.5	1.0	1.8						
C - 03	18.251	0.0	5.14	1.0	1.2	1.5	1.0	2.0	1.219	2.50	223.03	74.34	74.34	7.14
					1.2	1.5	1.0	1.8						
					1.2	1.5	1.0	1.5						
					1.2	1.5	1.0	1.3						
M - 02	18.251	0.0	5.14	1.0	1.2	1.8	1.0	1.0	1.219	2.50	198.47	66.16	111.80	8.26
					1.2	1.8	1.0	1.3						
					1.2	1.7	1.0	1.5						
					1.2	1.5	1.0	1.8						
CH	18.251	0.0	5.14	1.0	1.2	1.5	1.0	2.0	1.219	2.50	187.30	62.43	140.48	8.99
					1.2	1.5	1.0	1.8						
					1.2	1.5	1.0	1.5						
					1.2	1.5	1.0	1.3						

**Observaciones:** S = ASENTAMIENTO RAPIDO (TEORIA DE LA ELASTICIDAD)



# DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE CAMBIO VOLUMÉTRICO DE UN SUELO EMPLEANDO EL APARATO DE LAMBE

The Character and Identification of Expansive Soils "Soil PVC Meter" (T. WILLIAM LAMBE)

<b>TESIS</b>	PROPUESTA DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA EDIFICACIONES SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS UBICADAS EN LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023	Registro N° : UCV_WYAM-07/23-011-68C
		Fecha : 10 de julio del 2023

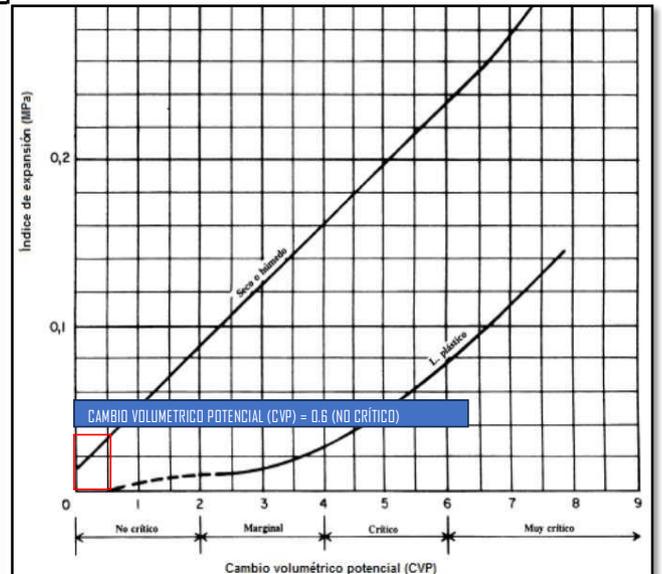
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: ZONA LACUSTRE DEL LAGO TITICACA DEL DISTRITO DE PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
PROCEDECENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE	: Bach. WILSON YOSSE AGUILAR MAMANI
CALICATA	: C - 01	TAMAÑO MÁXIMO	: N° 10
MUESTRA	: M - 01	NIVEL FREÁTICO	: 2.40 m.
PROFUNDIDAD	: 0.55 - 2.80 m.	CONDICION	SUMERGIDO
		COORDENADAS	
		ESTE	: 393871.04 m. E
		NORTE	: 8251859.62 m. N
		COTA	: 3825.00 m. s. n. m.

1- CONTENIDO DE HUMEDAD	
<b>Datos de la muestra antes y despues del ensayo</b>	
Peso de tara (g)	Inicial (l)
A. Peso del anillo (g)	25.00
B. Peso del anillo + muestra húmeda + Tara (g)	42.90
C. Peso del anillo + muestra seca + tara (g)	166.70
D. Contenido de humedad (W%) = ((B-C)/(C-A-Tara))*100	133.97
	49.54 %

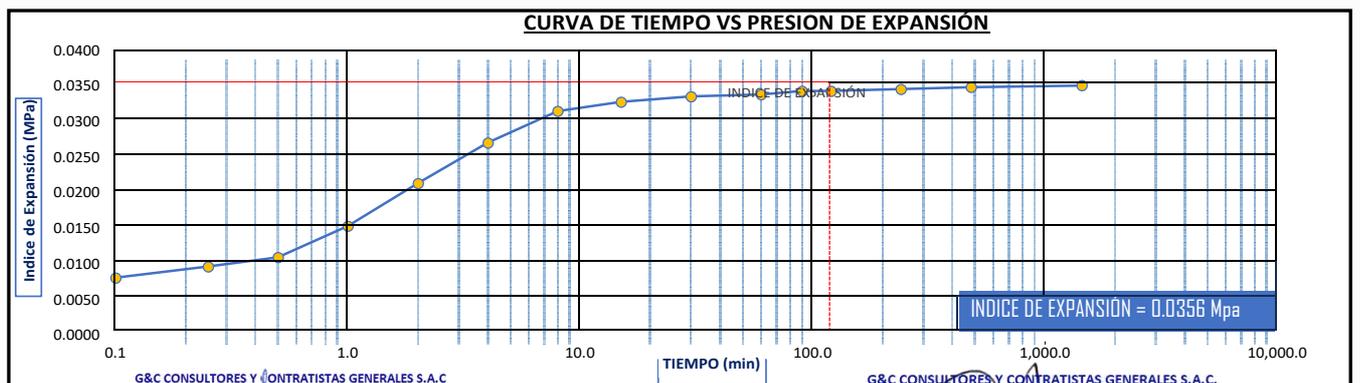
2- DATOS DEL ESPÉCIMEN	
E. Diametro (mm)	70.00
F. Altura (mm)	16.00
G. Área (mm²)	3848.451

### 3- CÁLCULO DE ETAPA DE CARGA

TIEMPO (h:m:s)	TIEMPO (min)	Fuerza (N)	Presión de Expansión (MPa)
0:00:00	0.00	0.00	0.00000
0:00:06	0.10	36.00	0.00935
0:00:15	0.25	42.00	0.01091
0:00:30	0.50	47.00	0.01221
0:01:00	1.00	64.00	0.01663
0:02:00	2.00	87.00	0.02261
0:04:00	4.00	109.00	0.02832
0:08:00	8.00	126.00	0.03274
0:15:00	15.00	131.00	0.03404
0:30:00	30.00	134.00	0.03482
1:00:00	60.00	135.00	0.03508
1:30:00	90.00	137.00	0.03560
<b>2:00:00</b>	<b>120.00</b>	<b>137.00</b>	<b>0.03560</b>
4:00:00	240.00	138.00	0.03586
8:00:00	480.00	139.00	0.03612
24:00:00	1,440.00	140.00	0.03638



### 4- PRESIÓN DE EXPANSIÓN



Bach. I. C. MARY CARMEN YANA CONDORY  
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP: 209176

## Anexo 5: Certificado de calibración del equipo



**CALIBRATEC S.A.C.**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS  
RUC: 20606479680

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-026-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	0327	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento calibrado	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA MANUAL MULTIUSOS CBR Y COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	No indica	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	No indica	
N° de serie	No indica	
Identificación	CI-0082 (*)	
Procedencia	China	
Intervalo de indicación	0 kgf a 5000 kgf	
Resolución	0,1 kgf	
Clase de exactitud	No indica	
Modo de fuerza	Compresión	
5. Fecha de calibración	2023-03-24	

Fecha de Emisión

2023-03-29



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 01/04/2023 10:23:00-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-F-026-2023**

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

**6. Método de calibración**

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL -DM

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolívar Nro. 2740 - Puno

**8. Condiciones de calibración**

	Inicial	Final
Temperatura	165 °C	168 °C
Humedad relativa	49 %	49 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 10 t con una incertidumbre de 45 kg	INF-LE N° 042-22 (A)

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
  - El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.
- (\*) Código de identificación asignado por CALIBRATEC S.A.C. e indicado en una etiqueta adherido al instrumento.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-F-026-2023**

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Error de medición	
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso kgf	Ascenso kgf	Ascenso kgf	Descenso kgf	Ascenso kgf		Promedio kgf
%	kgf							
10	500	504.6	504.6	503.6	--	--	504.3	-4.3
20	1000	1006.8	1008.8	1007.3	--	--	1007.7	-7.7
30	1500	1508.7	1509.7	1511.2	--	--	1509.9	-9.9
40	2000	2009.4	2009.9	2010.8	--	--	2010.0	-10.0
50	2500	2504.7	2508.2	2508.2	--	--	2507.0	-7.0
60	3000	3002.3	3002.3	3003.3	--	--	3002.6	-2.6
70	3500	3496.1	3497.1	3495.6	--	--	3496.2	3.8
80	4000	3992.0	3991.5	3993.5	--	--	3992.4	76
90	4500	4488.2	4487.7	4489.2	--	--	4488.3	11.7
100	5000	4983.5	4981.6	4984.5	--	--	4983.2	16.8

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
%	kgf						
10	500	-0.85	0.19	--	0.02	--	2.09
20	1000	-0.76	0.19	--	0.01	--	1.21
30	1500	-0.66	0.16	--	0.01	--	0.96
40	2000	-0.50	0.07	--	0.01	--	0.85
50	2500	-0.28	0.14	--	0.00	--	0.80
60	3000	-0.09	0.03	--	0.00	--	0.77
70	3500	0.11	0.04	--	0.00	--	0.75
80	4000	0.19	0.05	--	0.00	--	0.74
90	4500	0.26	0.03	--	0.00	--	0.73
100	5000	0.34	0.06	--	0.00	--	0.72

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 -1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f0
	q %	b %	v %	a %	%
05	± 0.50	0.5	± 0.75	± 0.25	± 0.05
1	± 1.00	1.0	± 1.50	± 0.50	± 0.10
2	± 2.00	2.0	± 3.00	± 1.00	± 0.20
3	± 3.00	3.0	± 4.50	± 1.50	± 0.30

MAXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( f0 ) 0.00 %

Re visión 00

RT03-F01

977 997 385 - 913 028 622  
913 028 623 - 913 028 624

o Av. Chillen Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
e ventascalibratec@gmail.com  
n CALIBRATECSAC



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-026-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

### 12. 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  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CA-F-027-2023**

Página 1 de 4

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

<b>1. Expediente</b>	0327	Este certificado de calibración  documenta la trazabilidad a los patrones
<b>2. Solicitante</b>	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS	nacionales o internacionales, que
<b>3. Dirección</b>	GENRALES S.A.C.	realizan las unidades de la medición de
<b>4. Instrumento calibrado</b>	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO -  PUNO.  CONSOLIDOMETRO DE PESO MUERTO	acuerdo con el Sistema Internacional de  Unidades (SI).

---

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y

**Marca**

No indica

**Modelo**

WG-1C



---

mantenimiento del instrumento de

medición o a reglamento vigente.

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

CALIBRATEC S.A.C. no se

responsabiliza de los perjuicios que

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

**N° de serie**

15710

pueda ocasionar el uso inadecuado de

---

📞 977 997 385 - 913 028 622  
📞 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉️ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

este

instru

mento, ni de una incorrecta

---

📞 977 997 385 - 913 028 622  
📞 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉️ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



**5. Fecha de calibración**

**2023-03-24**

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

S.A.C. CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATECS.  
RATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C. CALIBRA  
CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C.  
RATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C. CALIBRA  
CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C.



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### CA-F-027-2023

Página 2 de 4

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

#### 6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón tomando como referencia el PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL

#### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av.

	Inicial	Final
Temperatura	16,5 °C	16,8 °C
Humedad relativa	49 %	49 %

Simón Bolívar Nro. 2740 - Puno

8.	Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
	KOSSOMET	Celda de carga de 500 kgf con una incertidumbre de 0,1 kg	KS22A-0087

#### 9. Patrones de referencia

#### 10. Observaciones

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.

---

Revisión 00

RT03-F01

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-027-2023

Página 3 de 4

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

#### 11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Promedio	Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso kgf	Ascenso kgf	Ascenso kgf	Descenso kgf	Ascenso kgf		
kPa	kgf						kgf	kgf
12,5	3,83	3,8	3,8	3,8	--	--	3,8	0,0
25	7,65	7,6	7,6	7,6	--	--	7,6	0,0
50	15,30	15,2	15,2	15,2	--	--	15,2	0,1
100	30,60	30,4	30,4	30,4	--	--	30,4	0,2
200	61,20	61,0	61,0	61,0	--	--	61,0	0,2
300	91,80	91,4	91,4	91,4	--	--	91,4	0,4
400	122,40	121,9	121,9	121,9	--	--	121,9	0,5
800	244,80	243,2	243,2	243,2	--	--	243,2	1,6
		q	b	v	a			
kPa	kgf	%	%	%	%		%	%
12,5	3,825	0,33	0,00	--	2,61	--	--	2,15
25	7,65	0,63	0,00	--	1,31	--	--	1,08
50	15,3	0,84	0,00	--	0,65	--	--	0,54
100	30,6	0,69	0,00	--	0,33	--	--	0,27
200	61,2	0,33	0,00	--	0,16	--	--	0,14
300	91,8	0,39	0,00	--	0,11	--	--	0,10
400	122,4	0,43	0,00	--	0,08	--	--	0,08
800	244,8	0,65	0,00	--	0,04	--	--	0,05

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-027-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

### 12. 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  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

## INFORME DE VERIFICACIÓN

### CA-IV-049-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 10 (2 mm)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	64157
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



## 6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

## 7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

## 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	53%	53%

## 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETÍCULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

## 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrandola en buenas condiciones

## 11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (mm)	+ X Variación máxima de abertura (mm)	Resultando Abertura Máxima Individual (mm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
0,60	0,18	1,96	0,91

**Nota 1.-** La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 10 es de  $\pm 0.065$  mm.

**Nota 2.-** La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 10 es de 0.23 mm.

**Nota 3.-** El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 10 es de 2.23 mm.

**Nota 4.-** El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 10 es de  $0.9 \pm 0.13$  mm.

Fin del Documento

## INFORME DE VERIFICACIÓN

CA-IV-050-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 40 (425 $\mu$ m)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	65822
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



## 6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

## 7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

## 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	53%	53%

## 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETÍCULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

## 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrandola en buenas condiciones

## 11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio ( $\mu\text{m}$ )	+ X Variación máxima de abertura ( $\mu\text{m}$ )	Resultando Abertura Máxima Individual ( $\mu\text{m}$ )	Diámetro de alambre Típica (mm)
12,64	69,61	451,51	0,27

**Nota 1.-** La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 40 es de  $\pm 15.5 \mu\text{m}$ .

**Nota 2.-** La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 40 es de  $81 \mu\text{m}$ .

**Nota 3.-** El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 40 es de  $506 \mu\text{m}$ .

**Nota 4.-** El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 40 es de  $0.28 \pm 0.04 \text{ mm}$ .

Fin del Documento

## INFORME DE VERIFICACIÓN

CA-IV-051-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 60 (250 $\mu$ m)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	65846
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



## 6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

## 7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

## 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	53%	53%

## 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETÍCULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

## 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrandola en buenas condiciones

## 11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio ( $\mu\text{m}$ )	+ X Variación máxima de abertura ( $\mu\text{m}$ )	Resultando Abertura Máxima Individual ( $\mu\text{m}$ )	Diámetro de alambre Típica (mm)
7,87	46,55	285,38	0,15

**Nota 1.-** La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 60 es de  $\pm 9,9 \mu\text{m}$ .

**Nota 2.-** La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 60 es de  $58 \mu\text{m}$ .

**Nota 3.-** El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 60 es de  $308 \mu\text{m}$ .

**Nota 4.-** El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 60 es de  $0,16 \pm 0,03 \text{ mm}$ .

Fin del Documento

## INFORME DE VERIFICACIÓN

CA-IV-052-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 100 (150 $\mu$ m)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	67119
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



## 6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

## 7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

## 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,0 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	53%	53%

## 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETÍCULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

## 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrandola en buenas condiciones

## 11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio ( $\mu\text{m}$ )	+ X Variación máxima de abertura ( $\mu\text{m}$ )	Resultando Abertura Máxima Individual ( $\mu\text{m}$ )	Diámetro de alambre Típica (mm)
5,29	32,33	158,65	0,11

**Nota 1.-** La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 100 es de  $\pm 6.6 \mu\text{m}$ .

**Nota 2.-** La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 100 es de  $43 \mu\text{m}$ .

**Nota 3.-** El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 100 es de  $193 \mu\text{m}$ .

**Nota 4.-** El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 100 es de  $0.1 \pm 0.015 \text{ mm}$ .

Fin del Documento

## INFORME DE VERIFICACIÓN

CA-IV-053-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 140 (106 $\mu$ m)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	93369
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



## 6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

## 7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

## 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,0 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	51%	52%

## 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETÍCULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

## 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrandola en buenas condiciones

## 11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio ( $\mu\text{m}$ )	+ X Variación máxima de abertura ( $\mu\text{m}$ )	Resultando Abertura Máxima Individual ( $\mu\text{m}$ )	Diámetro de alambre Típica (mm)
4,26	29,87	121,51	0,07

**Nota 1.-** La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 140 es de  $\pm 5.2 \mu\text{m}$ .

**Nota 2.-** La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 140 es de  $35 \mu\text{m}$ .

**Nota 3.-** El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 140 es de  $141 \mu\text{m}$ .

**Nota 4.-** El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 140 es de  $0.071 \pm 0.011 \text{ mm}$ .

Fin del Documento

## INFORME DE VERIFICACIÓN

CA-IV-054-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No.200 (75 µm)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	66950
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



## 6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

## 7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

## 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,0 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	51%	52%

## 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETÍCULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

## 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrandola en buenas condiciones

## 11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio ( $\mu\text{m}$ )	+ X Variación máxima de abertura ( $\mu\text{m}$ )	Resultando Abertura Máxima Individual ( $\mu\text{m}$ )	Diámetro de alambre Típica (mm)
2,98	15,48	89,32	0,05

**Nota 1.-** La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No.200 es de  $\pm 4.1 \mu\text{m}$ .

**Nota 2.-** La variación máxima de abertura permitida para tamices de No.200 es de  $29 \mu\text{m}$ .

**Nota 3.-** El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No.200 es de  $104 \mu\text{m}$ .

**Nota 4.-** El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No.200 es de  $0.05 \pm 0.007 \text{ mm}$ .

Fin del Documento

## INFORME DE VERIFICACIÓN

CA-IV-055-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 20 (850 $\mu$ m)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	65044
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



## 6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

## 7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

## 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,1 °C
Humedad Relativa	53%	53%

## 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETÍCULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

## 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrandola en buenas condiciones

## 11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio ( $\mu\text{m}$ )	+ X Variación máxima de abertura ( $\mu\text{m}$ )	Resultando Abertura Máxima Individual ( $\mu\text{m}$ )	Diámetro de alambre Típica (mm)
22,51	102,35	856,37	0,51

**Nota 1.-** La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 20 es de  $\pm 29.1 \mu\text{m}$ .

**Nota 2.-** La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 20 es de  $127 \mu\text{m}$ .

**Nota 3.-** El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 20 es de  $977 \mu\text{m}$ .

**Nota 4.-** El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 20 es de  $0.5 \pm 0.08 \text{ mm}$ .

Fin del Documento

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA-IV-057-2023

Página 1 de 3

1. Expediente 0327
2. Solicitante **G & C CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**
3. Dirección AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.
4. Instrumento de medición **EQUIPO DE LÍMITE LÍQUIDO**
- Marca (Cazuela Casagrande)  
Modelo HUMBOLDT  
No indica
- Número de Serie No indica
- Tipo Analógico
- Código de Identificación CI-0083 (\*)

5. Fecha de Verificación 2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-29

Jefe de Laboratorio



## 6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

## 7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

## 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,3 °C	15,2 °C
Humedad Relativa	53 %	53 %

## 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	TERMOMIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

## 10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICACIÓN**.

(\*) Código asignado por CALIBRATEC S.A.C. e identificado en una etiqueta adherida al instrumento.

## 11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

### DIMENSIONES DE LA BASE

Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
49,80	150,20	124,90

### HERRAMIENTA DE RANURADO

EXTREMO CURVADO		
Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10,00	2,18	13,30

### DIMENSIONES DE LA COPA

Diámetro de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Profundidad de la copa (mm)
93,24	2,01	26,55

Fin del Documento

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CA-L-004-2023**

Página 1 de 5

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Longitud*

**1. Expediente** 0327 Este certificado de calibración

documenta la trazabilidad a los patrones

**2. Solicitante** G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS nacionales o internacionales, que

**3. Dirección** GENERALES S.A.C. realizan las unidades de la medición de

AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - acuerdo con el Sistema Internacional de

PUNO. Unidades (SI).

---

Los resultados

son validos en el

4. Instrumento calibrado

PIE DE REY

(VERNIER)

---

**Marca**

MITUTOYO

**Modelo**

CD-12

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



CSX

N° de serie

0741525



---

**Identificación**

No indica

**Procedencia**

Japón

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

**Intervalo de indicación** 0 mm a 300 mm

**Resolución** 0,01

mm

---

**Tipo de indicación**      Digital

---

momento de la calibración. Al solicitante

**5. Fecha de calibración**      2023 - 03 - 24

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

---

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

le corresponde disponer en su momento

la ejecución de una recalibración, la cual

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

está en función del uso, conservación y

mantenimiento del instrumento de

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C. no se

medición o a reglamento vigente.

---

📞 977 997 385 - 913 028 622  
📞 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉️ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

responsabiliza de los perjuicios que

pueda ocasionar el uso inadecuado de

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

este instrumento, ni de una incorrecta

interpretación de los resultados de la

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá



---

ser reproducido parcialmente sin la

aprobación por escrito del laboratorio

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

que lo emite.



sello carece de validez.

El certificado de calibración sin firma y

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📌 CALIBRATEC SAC

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventascalibratec@gmail.com](mailto:ventascalibratec@gmail.com)  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-004-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 5

### 6. Método de calibración

La Calibración se efectuó por comparación directa entre bloques patrones calibrados y la indicación del instrumento a calibrar tomando como referencia el PC-012, Edición 5 " Procedimiento de Calibración de Pie de Rey "del SNM-INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C O Inicial Final STAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av.  
Temperatura 14,9 °C 14,9 °C  
Humedad relativa 53 % 53 %

Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Bloques patrón de Longitud de grado 0	LLA-C-053-2022
8. Condiciones de calibración	Termohigrómetro Digital BOECO	1AT-1704-2022

---

## 9. Patrones de referencia

## 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- N° de serie grabado en el instrumento.

Revisión 00

RT03-F01

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-004-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 5

### 11. Resultados de medición

Valor patrón ( mm )	Indicación promedio del Pie de Rey ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
9,999	10,009	10
39,998	39,998	0
79,995	80,005	10
99,994	100,004	10
149,999	150,000	10
199,989	199,989	0

Valor patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
39,998	0

#### Error de repetibilidad ( R )

Valor patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
39,998	20

#### Error de cambio de escala de exteriores a interiores ( $S_{E-I}$ )

Valor patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
9,999	0

#### Error de cambio de escala de exteriores a profundidad ( $S_{E-P}$ )

Valor patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
9,999	0

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-004-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 4 de 5

Valor patrón (mm)	Error (µm)
10,000	0

Error de contacto de superficie completa ( J )

Valor patrón (mm)	Error (µm)
9,999	0

Error por la distancia de calibración para interiores ( K )

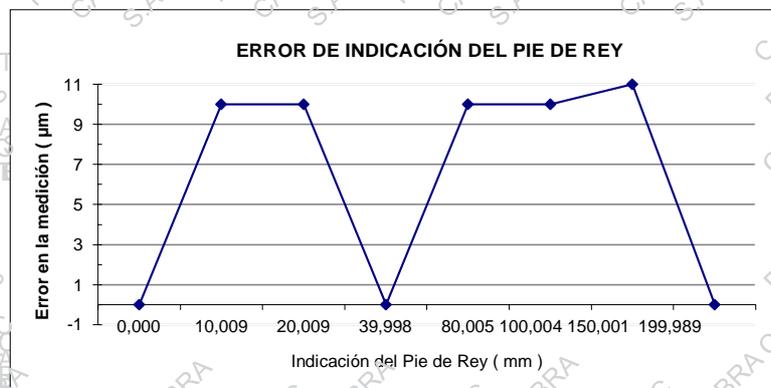
Valor patrón (mm)	Error (µm)
5,000	0

Incertidumbre de la medición :  $( 14,047^2 + 0,059^2 * L^{2 \frac{1}{2}} ) \mu\text{m}$

L : Indicación del pie de rey expresado en milímetros ( mm )

**Nota 1 :** Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a interiores.

**Nota 2 :** Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad.



Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

#### 12. 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  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

Página 1 de 4

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masas*

**CA-LM-019-2023**

**1. Expediente**

0327

Este certificado de calibración documenta

la trazabilidad a los patrones nacionales o

PUNO - PUNO.

**2. Solicitante**

G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS

**3. Dirección**

GENERALES S.A.C.

AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO -

---

le corresponde disponer en su momento

de la medición de acuerdo con el Sistema

internacionales

Internacional de Unidades (SI).

, que realizan

Los resultados son validos en el

las unidades

momento de la calibración. Al solicitante



4. Instrumento calibrado

BALANZA ELECTRÓNICA

Marca

OHAUS

---

**Modelo**

R21PE30ZH

la ejecución de una recalibración, la cual

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

está en función del uso, conservación y

mantenimiento del instrumento de

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

**N° de serie**

8356390604

responsabiliza de los perjuicios que

---

📞 977 997 385 - 913 028 622  
📞 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉️ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC





---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

sello carece de validez.

# CALIBRATEC S.A.C.

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventascalibratec@gmail.com](mailto:ventascalibratec@gmail.com)  
🏢 CALIBRATEC SAC



---

RATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C.  
CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C.  
S.A.C. CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C. CALIBRATEC S.A.C.

---

S.A.C.

S.A.C.

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-LM-019-2023

Página 2 de 4

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

### 6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indiciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM

### 7. Lugar de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C
Humedad relativa	54 %	53 %

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1492-MPES-C-2022

Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

---

## 8. Condiciones ambientales

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

## 9. Patrones de referencia

## 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 30000 g la balanza indicaba 29966 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud han sido determinados por el fabricante.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la

---

S.A.C.

S.A.C.

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a  $0,00001\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  según el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) de INACAL-DM"
- El cliente cuenta con el último certificado de calibración de la balanza, donde el error máximo de medición cercano a la capacidad máxima es de  $-0,3\text{ g}$



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-LM-019-2023

Página 3 de 4

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

11. Inspección Visual

12. Resultados de la medición

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	ENSAYO	Cursor	NO tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		
	Final	Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C	
		Humedad	52,0 %
			52,0 %

Carga L1	15 000,3 g	
I	ΔL	E
g	g	g
15 000	0,8	-0,6
15 000	0,6	-0,4
15 000	0,6	-0,4
15 000	0,8	-0,6
15 000	0,4	-0,2
15 000	0,6	-0,4
15 000	0,5	-0,3
15 000	0,6	-0,4
15 000	0,7	-0,5
15 000	0,6	-0,4
Dif Máx. Encontrada	0,4	
EMP	20	

Carga L2	30 001,2 g	
I	ΔL	E
g	g	g
30 000	0,4	-1,1
30 000	0,8	-1,5
29 999	0,3	-2,0
30 000	0,6	-1,3
29 999	0,5	-2,2
30 000	0,9	-1,6
29 999	0,4	-2,1
29 999	0,5	-2,2
30 000	0,8	-1,5
30 000	0,8	-1,5
Dif Máx. Encontrada	1,1	
EMP	30	

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

3	4
2	5

	Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C

	Inicial	Final
Humedad	51,0 %	51,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>				
	C. mínima g	I g	ΔL g	E <sub>0</sub> g	Carga L g	I g	ΔL g	E g	E <sub>c</sub> g
1		100	0,6	-0,1	10 000	10 000	0,6	-0,1	0,0
2		100	0,6	-0,1	10 000	10 000	0,8	-0,3	-0,2
3	100,0	100	0,6	-0,1	10 000,0	10 000	0,8	-0,3	-0,2
4		100	0,5	0,0	10 001	10 001	0,4	1,1	1,1
5		100	0,7	-0,2	9 999	9 999	0,6	-1,1	-0,9
Error máximo permitido ( ± )									20

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### CA-LM-019-2023

Página 4 de 4

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C	Humedad	51,0 %	51,0 %

#### ENSAYO DE PESAJE

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	I g	ΔL g	E g	Ec g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
E <sub>0</sub> 100,0	100	0,6	-0,1						
200,0	200	0,6	-0,1	0,0	200	0,5	0,0	0,1	10
3 000,0	3 000	0,6	-0,1	0,0	3 000	0,5	0,0	0,1	10
6 000,3	6 000	0,5	-0,3	-0,2	6 000	0,6	-0,4	-0,3	20
7 500,3	7 500	0,8	-0,6	-0,5	7 500	0,7	-0,5	-0,4	20
10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,0	10 000	0,7	-0,2	-0,1	20
12 000,0	12 000	0,6	-0,1	0,0	12 000	0,6	-0,1	0,0	20
L: 10 000 g puesta en la platina de la balanza				-0,4	E <sub>0</sub> : 15 000 en cero	0,7	-0,5	-0,4	20
I: 20 001,2 de incremento de la balanza			-1,0	-0,9	Ec: 20 000 corregido	0,8	-1,5	-1,4	20
E: 25 001,5 en control		0,8	-1,8	-1,7	ΔL: 25 000 g incrementada		-1,7	-1,6	30
EMP: 0,2 error máximo permitido		0,6	-1,3	-1,2	30 000	0,4	-1,1	-1,0	30

### 13. 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  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

Página 1 de 4

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masas*

**CA-LM-020-2023**

**1. Expediente**

0327

Este certificado de calibración documenta

la trazabilidad a los patrones nacionales o

PUNO - PUNO.

**2. Solicitante**

G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS

**3. Dirección**

GENERALES S.A.C.

AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO -

---

le corresponde disponer en su momento

de la medición de acuerdo con el Sistema

internacionales

Internacional de Unidades (SI).

, que realizan

Los resultados son validos en el

las unidades

momento de la calibración. Al solicitante



4. Instrumento calibrado

BALANZA ELECTRÓNICA

Marca

OHAUS

---

**Modelo**

NV622ZH

la ejecución de una recalibración, la cual

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

está en función del uso, conservación y

mantenimiento del instrumento de

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se

📞 977 997 385 - 913 028 622  
📞 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉️ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

**N° de serie**

8341286316

responsabiliza de los perjuicios que

---

📞 977 997 385 - 913 028 622  
📞 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉️ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC





---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

sello carece de validez.

# CALIBRATEC S.A.C.

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ [ventascalibratec@gmail.com](mailto:ventascalibratec@gmail.com)

📌 CALIBRATEC SAC





---

S.A.C.

S.A.C.

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-LM-020-2023

Página 2 de 4

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

### 6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indiciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI

### 7. Lugar de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,2 °C
Humedad relativa	54 %	53 %

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	Juego de pesas de 1 mg a 1 kg de clase F1	CCP-0908-001-22

Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

---

## 8. Condiciones ambientales

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

---

## 9. Patrones de referencia

## 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 620 g la balanza indicaba 619,39 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se han determinado de acuerdo a la NMP-003 "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático"
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la

---

S.A.C.

S.A.C.

---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a  $0,00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  según el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.
- El cliente cuenta con pesas patrón para realizar el ajuste de la balanza. El cliente cuenta con el último certificado de calibración de la balanza, donde el error máximo de medición cercano a la capacidad máxima es de 0,008 g



---

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

🏠 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📘 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

CA-LM-020-2023

Página 3 de 4

### 11. Inspección Visual

### 12. Resultados de la medición

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	ENSAYO	Cursor	NO tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		
	Final	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,2 °C	
		Humedad	52,0 %
			52,0 %

Carga L1	300,000 g	
I	$\Delta L$	E
g	g	g
300,00	0,007	-0,002
300,00	0,006	-0,001
300,01	0,009	0,006
300,01	0,008	0,007
300,00	0,004	0,001
300,01	0,008	0,007
300,02	0,010	0,015
300,01	0,007	0,008
300,00	0,003	0,002
300,01	0,007	0,008
Dif Máx. Encontrada	0,017	
EMP	0,03	

Carga L2	600,001 g	
I	$\Delta L$	E
g	g	g
600,00	0,007	-0,003
600,00	0,007	-0,003
600,01	0,010	0,004
600,01	0,009	0,005
600,01	0,010	0,004
600,01	0,010	0,004
600,00	0,005	-0,001
600,01	0,009	0,005
600,01	0,008	0,006
600,01	0,009	0,005
Dif Máx. Encontrada	0,009	
EMP	0,03	

### ENSAYO DE EXCENRICIDAD

3	4
2	5

	Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C

	Inicial	Final
Humedad	52,0 %	52,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero $E_0$				Determinación del Error Corregido $E_c$				
	C. mínima g	I g	$\Delta L$ g	$E_0$ g	Carga L g	I g	$\Delta L$ g	E g	$E_c$ g
1		0,10	0,006	-0,001	200,00	200,00	0,005	0,000	0,001
2		0,10	0,007	-0,002	200,00	200,00	0,004	0,001	0,003
3	0,100	0,10	0,008	-0,003	200,000	200,01	0,008	0,007	0,010
4		0,10	0,005	0,000	200,00	200,00	0,006	-0,001	-0,001
5		0,10	0,006	-0,001	200,00	200,00	0,005	0,000	0,001
Error máximo permitido ( $\pm$ )									0,02

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### CA-LM-020-2023

Página 4 de 4

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C	Humedad	51,0 %	51,0 %

#### ENSAYO DE PESAJE

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	I g	ΔL g	E g	Ec g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
E <sub>0</sub>	0,100	0,10	0,006	-0,001					
	0,200	0,20	0,006	-0,001	0,000	0,20	0,006	-0,001	0,000
	60,000	60,00	0,007	-0,002	-0,001	60,00	0,008	-0,003	-0,002
	120,000	120,00	0,007	-0,002	-0,001	120,00	0,005	0,000	0,001
	150,000	150,00	0,005	0,000	0,001	150,00	0,007	-0,002	-0,001
	200,000	200,01	0,008	0,007	0,008	199,99	0,005	-0,010	-0,009
	250,000	250,01	0,005	0,010	0,011	249,99	0,004	-0,009	-0,008
	L: 300,000	300,01	0,004	0,011	0,012	E <sub>0</sub> : 299,99	0,004	-0,009	-0,008
	I: 350,000	350,01	0,007	0,008	0,009	Ec: 350,00	0,008	-0,003	-0,002
	E: 400,000	400,00	0,008	-0,003	-0,002	ΔL: 300,00	0,008	-0,008	-0,007
	E: 420,001	419,99	0,002	-0,008	-0,007	619,99	0,002	-0,008	-0,007

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,000076 \text{ g}^2 + 0,0000000043 \text{ g}^2} \cdot R^2$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000012 \text{ g} \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

### 13. 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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 8

- Expediente:** 0327
- Solicitante:** G & C CONSULTORES CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
- Dirección:** AV. SIMON BOLIVAR N° 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.
- Equipo:** HORNO DE SECADO  
**Marca:** ALFA  
**Modelo:** 6-030/250  
**N° de serie:** No indica  
**Procedencia:** Turquía  
**Identificación:** CI-0081  
**Ubicación:** Laboratorio de Análisis y Ensayos

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
Resolución	1	1,0 °C
Tipo	Digital	Digital

- Fecha de calibración** 2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-29

Jefe del Laboratorio



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 8

### 6. Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Análisis y Ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simón Bolívar N° 2740 - Puno

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	17,8 °C	17,5 °C
Humedad relativa	55,0 %	55,0 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
SAT	Termómetro digital con 10 sensores tipo K ( CH01 al CH10) con incertidumbre en el orden de 0,16 °C a 0,1%	LT-1111-2022

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizó algún tipo de ajuste.
- La carga para la medición consistió de recipientes metálicos con muestras.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 8

### 11. Resultados de la medición

Temperatura ambiental promedio 17,4 °C  
 Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 3 horas  
 El controlador se seteo en 110 °C

#### TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo min	Term. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T <sub>máx</sub> - T <sub>mín</sub> °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	121,2	124,5	140,7	120,0	121,1	104,7	101,6	95,4	105,0	102,6	113,7	45,2
02	110	121,4	124,5	141,0	120,1	121,2	104,8	101,5	95,1	105,2	102,6	113,7	45,8
04	110	121,2	124,7	141,1	120,0	121,4	104,7	101,5	95,0	106,7	102,9	113,9	46,0
06	110	121,7	124,7	141,3	120,2	121,7	105,4	101,5	95,4	105,9	103,4	114,1	45,8
08	110	121,7	125,1	141,0	120,3	121,8	105,1	101,3	95,8	105,9	102,9	114,1	45,2
10	110	121,7	124,6	140,8	121,0	121,7	104,9	101,5	96,4	106,1	103,3	114,2	44,4
12	110	121,1	124,2	140,3	120,9	121,6	105,3	101,5	96,0	105,8	103,1	114,0	44,3
14	110	120,9	123,9	139,6	120,5	121,2	105,1	101,7	96,3	105,1	103,3	113,8	43,3
16	110	120,5	123,2	139,0	120,3	120,9	105,1	101,5	96,1	104,7	102,9	113,4	42,9
18	110	120,2	123,5	138,1	119,8	120,6	105,1	101,4	95,7	105,8	102,8	113,3	42,4
20	110	120,0	122,8	137,5	119,5	120,3	104,4	101,2	95,8	104,1	102,4	112,8	41,7
22	110	119,6	122,5	137,1	119,3	119,9	104,4	101,5	95,4	104,7	102,1	112,6	41,7
24	110	119,6	122,5	136,8	118,9	119,8	104,6	100,8	95,5	104,2	102,2	112,5	41,3
26	110	119,0	122,1	136,8	118,9	119,7	104,2	100,6	95,2	102,6	102,1	112,1	41,6
28	110	119,3	122,1	136,6	119,0	119,5	104,1	100,6	95,2	103,8	102,0	112,2	41,4
30	110	119,1	122,0	136,4	118,8	119,4	104,2	100,2	95,0	104,0	101,8	112,1	41,4
32	110	119,1	121,7	136,2	118,9	119,3	104,1	100,8	94,8	104,4	101,4	112,1	41,4
34	110	118,9	122,2	136,7	118,8	119,5	104,1	100,5	94,8	103,6	101,6	112,1	41,9
36	110	119,4	122,2	137,6	119,0	119,5	103,8	100,6	94,9	104,4	101,9	112,3	42,7
38	110	119,6	122,4	138,2	119,1	120,0	104,1	100,6	94,9	104,9	102,0	112,6	43,3
40	110	119,8	122,6	138,5	119,4	120,1	104,2	100,8	94,7	104,5	101,9	112,6	43,8
42	110	119,8	122,5	138,4	119,3	120,2	104,2	100,8	95,4	103,8	102,1	112,6	43,0
44	110	120,0	123,1	138,4	119,3	120,4	104,5	100,4	94,9	105,7	102,0	112,9	43,5
46	110	120,0	122,8	138,6	119,3	120,3	104,4	100,8	94,8	104,3	102,0	112,7	43,8
48	110	119,8	122,6	138,5	119,6	120,4	104,3	100,8	94,8	103,6	101,9	112,6	43,7
50	110	120,3	123,3	138,9	119,2	120,5	104,1	100,6	94,0	105,7	102,1	112,9	44,9
52	110	120,4	123,8	139,5	119,5	120,8	104,5	101,1	94,0	104,9	102,2	113,1	45,4
54	110	120,8	123,8	140,0	119,4	121,0	105,0	101,0	94,7	103,7	102,5	113,2	45,2
56	110	121,1	124,0	140,5	120,0	121,4	105,1	101,1	94,5	104,7	102,4	113,5	45,9
58	110	121,0	123,9	140,4	120,2	121,4	104,6	101,2	95,5	106,6	102,6	113,7	44,9
60	110	121,1	124,1	140,2	120,1	121,4	104,6	101,6	95,4	105,1	102,6	113,6	44,8
62	110	121,2	124,4	140,4	119,9	121,6	105,1	101,6	95,6	105,3	102,5	113,8	44,8
64	110	121,2	124,2	140,4	120,0	121,7	104,8	101,3	95,2	106,5	103,1	113,8	45,1
66	110	121,3	124,3	140,4	120,1	121,7	105,0	101,4	95,7	104,7	103,1	113,8	44,7
68	110	121,2	124,4	140,2	120,3	121,6	105,0	101,5	95,1	105,0	102,8	113,7	45,1
70	110	121,2	124,1	140,3	119,9	121,5	105,2	101,5	95,1	105,8	103,0	113,8	45,1
72	110	121,3	124,2	140,2	120,0	121,7	105,5	101,7	95,0	104,5	103,4	113,7	45,1
74	110	121,4	124,4	140,4	120,1	121,5	105,1	101,6	95,2	104,7	102,8	113,7	45,1

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 8

### TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo min	Term. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T <sub>máx</sub> - T <sub>mín</sub> °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
76	110	121,0	123,8	139,6	120,4	121,4	105,0	101,6	95,3	104,5	103,1	113,6	44,3
78	110	120,8	123,7	139,4	120,3	121,3	105,0	101,7	95,2	104,9	102,4	113,5	44,2
80	110	120,6	123,3	138,9	120,0	121,1	105,1	101,6	95,1	104,0	102,8	113,2	43,8
82	110	120,5	123,3	139,0	119,7	121,0	104,9	101,2	94,6	105,1	102,3	113,2	44,4
84	110	120,7	123,6	138,7	119,5	121,0	104,5	101,2	95,1	106,2	102,7	113,3	43,6
86	110	120,3	123,5	138,9	119,7	121,1	104,5	101,4	94,3	105,5	102,4	113,2	44,6
88	110	120,5	123,4	139,0	119,6	121,2	104,6	101,5	94,8	105,0	102,6	113,2	44,2
90	110	120,6	123,8	138,9	119,2	120,9	104,7	101,2	93,7	104,7	102,8	113,0	45,1
92	110	120,4	123,4	139,0	119,6	120,8	104,9	101,3	94,6	104,6	102,6	113,1	44,4
94	110	120,5	123,4	138,8	119,4	120,7	104,6	101,2	94,4	103,8	102,3	112,9	44,4
96	110	120,6	123,3	138,8	119,7	120,9	104,7	101,3	94,3	104,6	102,9	113,1	44,5
98	110	120,9	123,6	139,0	120,1	121,2	104,9	101,5	95,6	105,0	102,6	113,4	43,4
100	110	120,5	123,2	138,8	119,8	121,0	105,3	101,3	95,4	105,3	102,6	113,3	43,4
102	110	120,2	122,8	138,3	119,3	120,6	104,8	101,1	94,6	104,5	102,5	112,9	43,7
104	110	120,4	123,3	138,6	119,8	120,9	104,7	101,2	94,6	105,8	102,5	113,2	44,0
106	110	120,0	123,1	138,2	119,9	120,7	104,5	101,2	95,1	105,1	102,4	113,0	43,1
108	110	120,1	123,0	137,8	120,0	120,6	104,8	101,1	95,2	106,0	102,5	113,1	42,6
110	110	120,1	122,8	138,2	119,8	120,6	104,9	101,1	95,1	103,9	102,6	112,9	43,1
112	110	120,2	123,3	138,5	119,5	120,8	104,7	101,2	95,1	103,6	102,5	112,9	43,4
114	110	120,3	123,5	138,4	119,9	120,9	104,8	101,3	95,0	104,4	102,3	113,1	43,4
116	110	120,3	123,2	138,5	119,8	120,9	105,0	101,4	95,5	104,4	102,6	113,2	43,0
118	110	120,7	123,6	138,8	119,9	120,9	105,1	101,6	95,3	104,9	102,5	113,3	43,5
120	110	120,5	123,6	138,6	120,2	120,8	104,8	101,4	96,2	104,3	102,7	113,3	42,4
122	110	120,0	123,1	137,7	120,2	120,9	104,9	101,3	96,1	104,7	102,5	113,1	41,6
124	110	119,8	122,7	137,1	119,9	120,6	105,0	101,1	95,7	104,7	102,6	112,9	41,4
126	110	119,5	122,7	136,9	119,7	120,2	104,6	101,2	96,1	103,3	102,4	112,7	40,8
128	110	119,5	122,3	137,0	119,4	120,0	104,8	101,0	95,8	103,5	102,5	112,6	41,2
130	110	119,7	122,6	136,9	119,4	120,1	104,8	101,1	95,7	105,1	102,0	112,7	41,2
132	110	119,5	122,7	137,2	119,4	120,2	104,6	101,0	96,1	103,9	102,5	112,7	41,1
134	110	119,7	122,4	137,3	119,5	120,4	104,6	101,0	94,6	104,5	102,2	112,6	42,7
136	110	119,4	122,3	137,1	118,9	120,2	104,5	101,0	94,5	104,6	102,2	112,5	42,6
138	110	119,4	122,3	137,1	119,2	120,1	104,6	101,0	95,3	103,8	102,4	112,5	41,8
140	110	119,2	122,3	137,2	118,7	119,9	104,0	100,9	94,3	104,9	102,1	112,3	42,9
142	110	119,8	123,1	137,7	119,3	120,3	104,4	100,7	94,8	104,1	102,1	112,6	42,9
144	110	119,9	122,4	137,9	119,6	120,2	104,6	100,6	94,5	104,1	102,1	112,6	43,4
146	110	120,0	123,2	138,2	119,2	120,4	104,5	100,9	94,1	104,2	102,3	112,7	44,1
148	110	120,2	123,4	138,8	119,6	120,6	104,6	101,0	94,6	105,2	102,2	113,0	44,2
150	110	120,2	123,2	138,9	119,9	120,9	104,5	101,2	94,7	104,4	102,4	113,0	44,2
152	110	120,4	123,3	139,1	120,1	121,0	104,7	101,1	95,3	104,3	102,5	113,2	43,8
T. PROM		120,3	123,3	138,7	119,7	120,8	104,7	101,1	95,1	104,7	102,5	113,1	
Temp. máxima		121,7	125,1	141,3	121,0	121,8	105,5	101,7	96,4	106,7	103,4		
Temp. mínima		118,9	121,7	136,2	118,7	119,3	103,8	100,2	93,7	102,6	101,4		
DTT		2,9	3,4	5,1	2,3	2,5	1,7	1,5	2,7	4,1	2,0		

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 8

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	141,3	0,4
Mínima Temperatura medida	93,7	0,4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	5,1	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	43,5	0,2
Estabilidad medida	2,55	0,05
Uniformidad medida	46	0,1

- T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T. prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T<sub>MAX</sub> : Temperatura máxima.  
T<sub>MIN</sub> : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,6 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

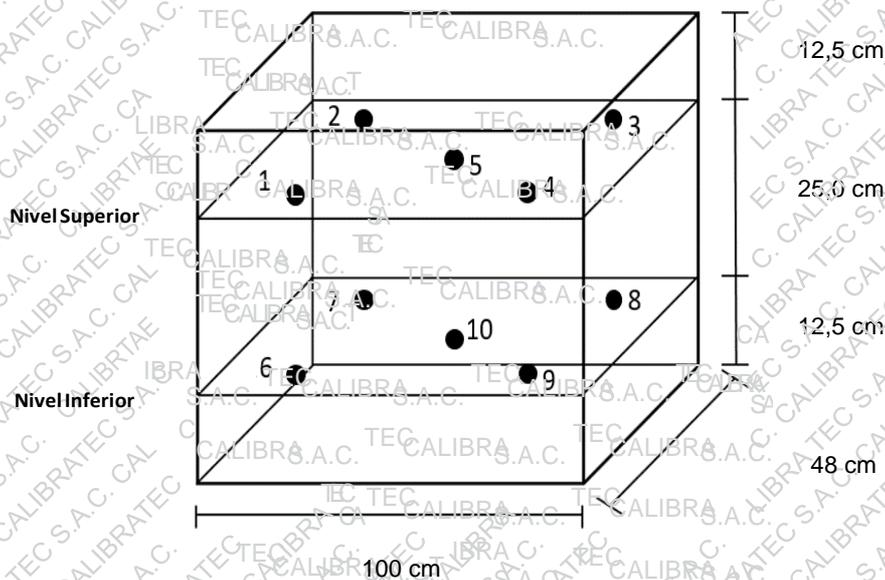
**Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo NO CUMPLE con los límites especificados de temperatura**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 6 de 8

### DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO



- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la carga más alta.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
- Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 15 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

#### 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  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

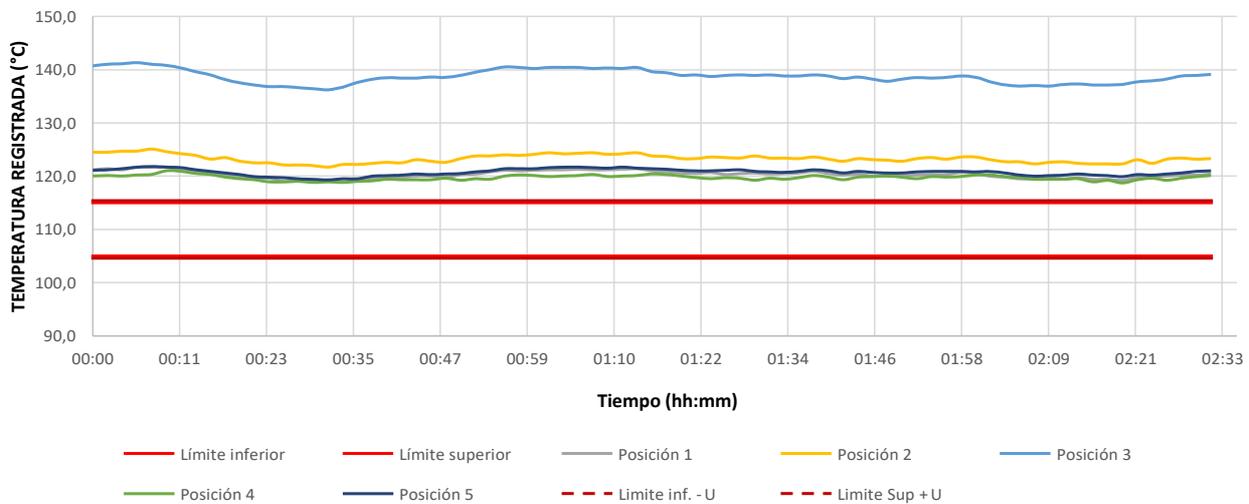
## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

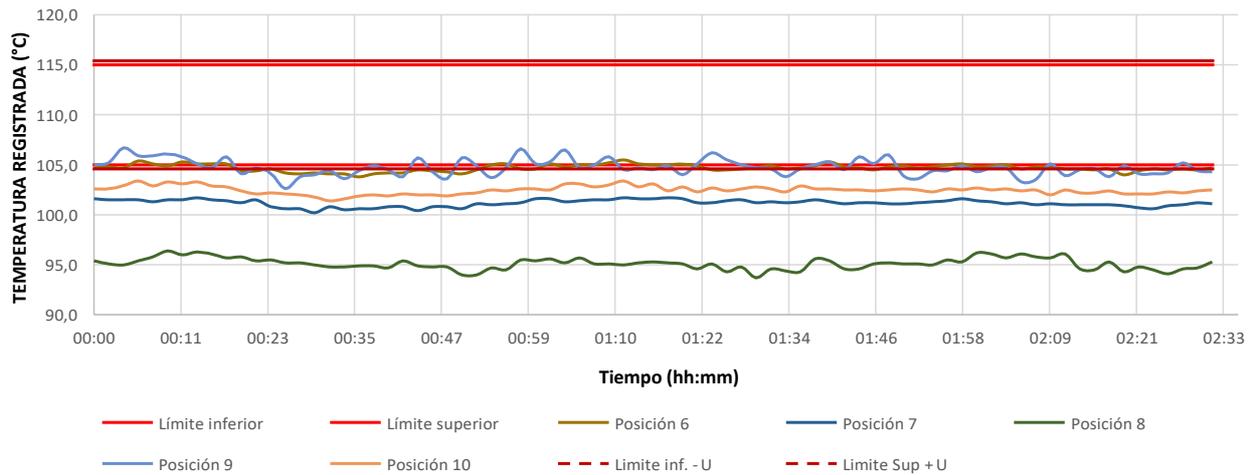
Página 7 de 8

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C

### NIVEL SUPERIOR



### NIVEL INFERIOR



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 8 de 8

### FOTOGRAFÍA INTERNA DEL EQUIPO



FIN DEL DOCUMENTO