



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Capacidad portante admisible del suelo para determinación  
dimensional de cimentaciones superficiales en la habilitación  
urbana Santa María, Puno 2022

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Ugarte Quispe Cristhian Giovanni ([orcid.org/0000-0002-8583-7680](https://orcid.org/0000-0002-8583-7680))

**ASESOR:**

M. Sc. Clemente Condori Luis Jimmy ([orcid.org/000-0002-0250-4363](https://orcid.org/000-0002-0250-4363))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A todos los que aman la gran profesión de la ingeniería civil y a los que logran terminar la universidad con todos los sacrificios, con el fin de formarse como buenos profesionales, hagamos que valga la pena todo el sacrificio que dimos por esta carrera profesional y lleguemos a ser buenos ingenieros civiles, aportando soluciones ante los problemas que requieran nuestros servicios en nuestro país, siempre manteniendo la humildad ante todo, el respeto a los demás y valorar a las personas que siempre estuvieron junto a nosotros apoyándonos en las buenas y las malas.

*Cristhian Giovanni*

## **Agradecimiento**

A Dios por darme la vida, salud, trabajo y tranquilidad necesaria para enfrentar las dificultades que se presentan en la vida.

A la Universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de obtener el tan ansiado Título Profesional de Ingeniero Civil.

A mi asesor de tesis M. Sc. Clemente Condori Luis Jimmy, por haberme guiado en esta investigación, en base a su experiencia y sabiduría.

A mis padres Bari Ugarte Chambi y Leonarda Quispe Minaya por inculcarme siempre los buenos valores y deseos, quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, su tenacidad y lucha interminable.

*Cristhian Giovanni*

## Índice de Contenido

Dedicatoria .....	i
Agradecimiento .....	iii
Índice de Tablas .....	v
Índice de Figuras.....	vi
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	7
III. METODOLOGÍA .....	25
3.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	25
3.2. Variables y Operacionalización .....	26
3.3. Población, Muestra y Muestreo .....	26
3.4. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos .....	25
3.5. Procedimiento .....	28
3.6. Método de Análisis de Datos .....	35
3.7. Aspectos Éticos.....	36
IV. RESULTADOS .....	37
V. DISCUSIÓN.....	72
VI. CONCLUSIONES.....	74
VII. RECOMENDACIONES .....	75
REFERENCIAS .....	46
ANEXO .....	51

## Índice de Tablas

<b>Tabla 01.</b>	Formación de los suelos .....	10
<b>Tabla 02.</b>	Tasa de formación del suelo .....	12
<b>Tabla 03.</b>	Factores de capacidad de carga .....	14
<b>Tabla 04.</b>	factores de capacidad de carga .....	16
<b>Tabla 05.</b>	clasificación unificada de los suelos (sucs).....	24
<b>Tabla 06.</b>	Resumen de validez de ensayos y normas .....	26
<b>Tabla 07.</b>	Cuadro de cálculo de alfa de Cronbach.....	27
<b>Tabla 08.</b>	Interpretación de Coeficiente alfa de Cronbach.....	28
<b>Tabla 09.</b>	Resumen de calicatas .....	37
<b>Tabla 010.</b>	Resultados de contenido de humedad.....	37
<b>Tabla 011.</b>	Resultado de ensayo de limite liquido.....	38
<b>Tabla 012.</b>	Resultaos de límite plástico.....	39
<b>Tabla 013.</b>	Resultados de índice de plasticidad.....	40
<b>Tabla 014.</b>	Resumen de resultados de granulometría C-1 .....	42
<b>Tabla 015.</b>	Resumen de resultados de granulometría C-2 .....	43
<b>Tabla 016.</b>	Resumen de resultados de granulometría C-3 .....	45
<b>Tabla 017.</b>	Resumen de resultados de granulometría C-4 .....	47
<b>Tabla 018.</b>	Resumen de resultados de la clasificación SUCS y AASHTO. ....	49
<b>Tabla 019.</b>	Resultados del ensayo de corte directo .....	50
<b>Tabla 020.</b>	C. de carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> ) – C. Corrida / Calicata N°01 .....	51
<b>Tabla 021.</b>	C. de carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> ) – C. Cuadrada / Calicata N°01.....	52
<b>Tabla 022.</b>	C. de carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> ) – C. Rectangular / Calicata N°01 ..	53
<b>Tabla 023.</b>	C. de carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> ) – C. Corrida / Calicata N°02.....	55
<b>Tabla 024.</b>	C.de carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> ) – C. Cuadrada / Calicata N°02.....	56
<b>Tabla 025.</b>	C. de carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> ) – C. Rectangular / Calicata N°02 ..	57
<b>Tabla 026.</b>	C. de carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> ) – C. Corrida / Calicata N°03.....	58
<b>Tabla 027.</b>	C. de carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> ) – C. Cuadrada / Calicata N°03.....	59
<b>Tabla 028.</b>	C. de carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> ) – C. Rectangular / Calicata N°03 ..	60
<b>Tabla 029.</b>	C. de carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> ) – C. Corrida / Calicata N°04.....	62
<b>Tabla 030.</b>	C. de carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> ) – C. Cuadrada / Calicata N°04.....	63
<b>Tabla 031.</b>	C. de carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> ) – C. Corrida / Calicata N°04.....	64
<b>Tabla 032.</b>	Resumen de condición del suelo para zona de estudio .....	65

## Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i>	Urbanización Santa María.....	2
<i>Figura 2.</i>	Ubicación nacional, regional y provincial .....	6
<i>Figura 3.</i>	Tiempo de formación de los suelos.....	11
<i>Figura 4.</i>	Mecanismo de falla.....	18
<i>Figura 5.</i>	Falla por corte general.....	19
<i>Figura 6.</i>	Falla por punzonamiento .....	20
<i>Figura 7.</i>	Falla por corte local .....	20
<i>Figura 8.</i>	Cimentaciones superficiales.....	21
<i>Figura 9.</i>	Gráfico de confiabilidad.....	27
<i>Figura 10.</i>	Excavación de calicatas y muestras alterados e inalterados .....	29
<i>Figura 11.</i>	Ensayo de contenido de humedad.....	30
<i>Figura 12.</i>	Análisis granulométrico .....	31
<i>Figura 13.</i>	Curva granulométrica .....	31
<i>Figura 14.</i>	Ensayo de límite líquido .....	32
<i>Figura 15.</i>	Copa de Casagrande .....	32
<i>Figura 16.</i>	Límite plástico .....	33
<i>Figura 17.</i>	Caja de corte directo .....	34
<i>Figura 18.</i>	Ensayo de corte directo.....	34
<i>Figura 19.</i>	Metodología de procesamiento de datos .....	35
<i>Figura 20.</i>	Porcentaje de contenido de humedad .....	38
<i>Figura 21.</i>	Porcentaje de límite líquido .....	39
<i>Figura 22.</i>	Porcentaje de límite plástico .....	40
<i>Figura 23.</i>	Porcentaje de índice de plasticidad.....	41
<i>Figura 24.</i>	Representación gráfica de % que pasa C-01/E-02.....	42
<i>Figura 25.</i>	Representación gráfica de % que pasa C-01/E-03.....	43
<i>Figura 26.</i>	Representación gráfica de % que pasa C-02/E-02.....	44
<i>Figura 27.</i>	Representación gráfica de % que pasa C-02/E-03.....	44
<i>Figura 28.</i>	Representación gráfica de % que pasa C-02/E-04.....	45
<i>Figura 29.</i>	Representación gráfica de % que pasa C-03/E-02.....	46
<i>Figura 30.</i>	Representación gráfica de % que pasa C-03/E-02.....	46
<i>Figura 31.</i>	Representación gráfica de % que pasa C-04/E-02.....	48
<i>Figura 32.</i>	Representación gráfica de % que pasa C-04/E-03.....	48

<i>Figura 33.</i>	Porcentaje de clasificación del suelo .....	49
<i>Figura 34.</i>	Grafica de superficie de $Q_{adm}(kg/cm^2)$ , C. Corrida / C-1 .....	52
<i>Figura 35.</i>	Grafica de superficie de $Q_{adm}(kg/cm^2)$ , C. Cuadrada / C-1 .....	53
<i>Figura 36.</i>	Grafica de superficie de $Q_{adm}(kg/cm^2)$ , C. Rectangular / C-1 .....	54
<i>Figura 37.</i>	Grafica de superficie de $Q_{adm}(kg/cm^2)$ , C. Corrida / C-2 .....	55
<i>Figura 38.</i>	Grafica de superficie de $Q_{adm}(kg/cm^2)$ , C. Cuadrada / C-2 .....	56
<i>Figura 39.</i>	Grafica de superficie de $Q_{adm}(kg/cm^2)$ , C. Rectangular / C-2 .....	57
<i>Figura 40.</i>	Grafica de superficie de $Q_{adm}(kg/cm^2)$ , C. Corrida / C-3 .....	59
<i>Figura 41.</i>	Grafica de superficie de $Q_{adm}(kg/cm^2)$ , C. Cuadrada / C-3 .....	60
<i>Figura 42.</i>	Grafica de superficie de $Q_{adm}(kg/cm^2)$ , C. Rectangular / C-3 .....	61
<i>Figura 43.</i>	Grafica de superficie de $Q_{adm}(kg/cm^2)$ , C. Corrida / C-3 .....	62
<i>Figura 44.</i>	Grafica de superficie de $Q_{adm}(kg/cm^2)$ , C. Cuadrada / C-4 .....	63
<i>Figura 45.</i>	Grafica de superficie de $Q_{adm}(kg/cm^2)$ , C. Rectangular / C-4 .....	64
<i>Figura 46.</i>	Promedio de capacidad portante admisible .....	65

## Resumen

En la presente tesis “Capacidad portante admisible del suelo para determinación dimensional de cimentaciones superficiales en la habilitación urbana Santa María, Puno 2022”, tiene por objetivo determinar las dimensiones de las cimentaciones superficiales por medio de la capacidad portante admisible del suelo.

La metodología aplicada en esta investigación, es lógico inductivo, con un diseño no experimental - transversal, de tipo aplicada y con un nivel de investigación descriptivo, en el cual la población se determinó por medio de calicatas según la norma E050 de suelos y cimentaciones, los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio y cálculos realizados determinó que en la urbanización Santa María posee un suelo de arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL), con un contenido de humedad promedio de 25.90%, límite líquido de 37.79%, límite plástico de 14.91%, índice de plasticidad de 16.88%, y tiene una capacidad portante admisible promedio para una cimentación corrida de 0.947 kg/cm<sup>2</sup> para una profundidad 0.80m, cimentación cuadrada 1.29 kg/cm<sup>2</sup> para profundidad de 3.00m y cimentación rectangular de 1.02 kg/cm<sup>2</sup> para una profundidad de 3.00m.

En conclusión, con los estudios y cálculos realizados se determinó la capacidad portante admisible del suelo para dimensionar las cimentaciones superficiales.

**Palabras clave:** Capacidad de portante del suelo, dimensional, determinación de factores.

## **Abstract**

In this thesis "Admissible bearing capacity of the soil for dimensional determination of superficial foundations in the Santa María, Puno 2022 urban development", it aims to determine the dimensions of the superficial foundations by means of the 'admissible bearing capacity' of the soil.

The methodology applied in this research is logical inductive, with a non-experimental - cross-sectional design, of an applied type and with a descriptive level of research, in which the population was determined by means of test pits according to the E050 standard for soils and foundations. The results obtained in the laboratory tests and calculations carried out determined that in the Santa María urbanization it has an inorganic clay soil of low plasticity (LC), with an average moisture content of 25.90%, liquid limit of 37.79%, plastic limit of 14.91%, plasticity index of 16.88%, and has an average allowable bearing capacity for a strip foundation of 0.947 kg/cm<sup>2</sup> for a depth of 0.80m, a square foundation of 1.29 kg/cm<sup>2</sup> for a depth of 3.00m and a rectangular foundation of 1.02 kg/cm<sup>2</sup> for a depth of 3.00m.

In conclusion, with the studies and calculations carried out, the admissible bearing capacity of the soil was determined to dimension the superficial foundations.

**Keywords:** Soil bearing capacity, dimensional, determination of factors.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Las cimentaciones superficiales en las que se enfoca esta investigación se encuentran con frecuencia en la pericia de geotécnica como Terzaghi, Meyerhof, Vésic, Norma E050 y otros investigadores proporcionaron herramientas para estimar la capacidad portante admisible del suelo con base al parámetro de resistencia al corte propuesto por el criterio de Mohr-Coulomb.

Definió el método para estimar la capacidad portante como falla general por cortante. El modelo se aplica a los niveles de base que se encuentran por encima de la superficie, siendo la profundidad de la base menor que su ancho. Un método generalmente aceptado para estimar la capacidad portante de una cimentación superficial implica asumir que el suelo debajo de la cimentación está en su límite de falla y calcular la máxima carga que se puede aplicar por anticipado de que la cimentación alcance una condición de falla. (Terzaghi, 1943, p. 239).

La capacidad portante del suelo está relacionada con la falla por corte. Para cimentaciones sobre arcilla, la resistencia al corte suele ser el factor de control, debidamente a una permeabilidad baja en arcilla. La construcción de estructuras generalmente ocurre en condiciones sin drenaje, por lo que la arcilla se consolida con el tiempo, sin embargo, los suelos friccionantes son de alta permeabilidad y estará completamente drenado al final de la construcción. Por lo tanto, la carga estructural aplicada aumenta no solo el esfuerzo cortante en el suelo, sino también el esfuerzo efectivo y, por lo tanto, la resistencia. Esta es la razón principal por la que los suelos de fricción tienen una mayor capacidad de carga que las arcillas. (Simons y Menzies, 2000, p. 120).

Con el tiempo, las personas necesitan utilizar el suelo como base para su construcción, pero es importante demostrar que es esencial comprender las propiedades del suelo utilizado como base o proyecto de construcción. Como edificios, estos deben garantizar la vida de las personas que en ellos habitan, lo que se lograra mediante el estudio de la ciencia, que concierne a la capacidad de carga sobre el que se construirán las distintas obras. (Crespo, C. 2004, p. 13).

Por lo tanto, los últimos 10 años, la ciudad de Putina ha mostrado un crecimiento acelerado sin ninguna planificación, lo que garantiza que la planificación urbana

acorde con las normas legales, deben definirse por el uso del suelo, teniendo en cuenta los parámetros urbanísticos y la capacidad de carga del terreno. En la mayoría de las zonas existen suelos que no tienen buen comportamiento y no deberían ser utilizados para vivienda, pero en estos lugares los vecinos siguen edificando sus casas e infringiendo las normas. Ver figura 1.



Figura 1. Urbanización Santa María

El ser humano ha necesitado al terreno como soporte de sus futuras construcciones, en muchas ocasiones la suerte viene con ello, pero cuando sucede esto es necesario comprender a nuestra naturaleza y darle cuidado, en consecuencia, la estructura pueda fallar, mentado por Das, B. (2007). informó sobre el defecto de la cimentación de un sótano edificado encima de arcilla blanda, como también apoyado encima de la cimentación anular, señalando que investigaciones posteriores determinaron que el nivel freático estaba 6 m por debajo de la superficie natural, luego de ser llenada hasta su carga de servicio, la estructura colapsó por falla en su capacidad portante, (Das, B. 2007, p. 148).

En el entorno de conocer el comportamiento del suelo realizar un uso adecuado, en el estudio se investigó las dimensiones de las cimentaciones superficiales por medio de la capacidad portante admisible del suelo como también se estableció sus propiedades físicas, mecánicas y características de dicho terreno, para la Urbanización de Santa María, distrito de Putina departamento de Puno que han

presentado una rápida generación de población, en tal sentido los habitantes están sobre terrenos no investigados, que a lo largo presentaran fallas en la cimentación y no se dará su estabilidad correspondiente.

También es posible afirmar que la gran parte de domicilios existentes en la zona son producto de autoconstrucción y, por lo tanto, no se realizaron pruebas de suelo en estas casas para asegurar la fortaleza de la estructura. Según la verificación y evaluación se definió hacer el estudio en la urbanización Santa María.

En el lugar de la investigación se inspeccionó y se dialogó con ciertos vecinos, sobre las construcciones que se realizaron sin estudios de suelo ni permisos de edificarlos, sin embargo, los habitantes solicitaron a la municipalidad y otras instituciones que los apoyaran en la realización de estudios de suelo y recomendaran el más adecuado para dimensionar las cimentaciones y garantizar la estabilidad.

En esta investigación se determinó la capacidad portante admisible del terreno con el fin de consolidar las condiciones reales que encontramos en la urbanización Santa María y esto nos favorece a elegir una adecuada cimentación superficial según las teorías de Terzaghi, Meyerhof ó la norma E050. Para afianzar esta investigación, se solicitó a la GI de la MPSP, para realizar el estudio previo de investigación del terreno en el lugar, en una entrevista con funcionarios de la zona, nos dijeron que la urbanización carecía de información sobre la investigación del suelo.

### **Formulación del problema**

Problema principal:

¿Cómo la capacidad portante admisible del suelo podría determinar las dimensiones de las cimentaciones superficiales en la habilitación urbana Santa María, Puno 2022?

### **Problemas específicos:**

¿Cuáles son las propiedades físicas que justifican las dimensiones de las cimentaciones superficiales?

¿Cuáles son las propiedades mecánicas que evalúan las dimensiones de las cimentaciones superficiales?

¿Cuál es la composición del suelo que define las dimensiones de las cimentaciones superficiales?

## **Justificación del estudio**

### **Justificación Técnica**

De acuerdo a la variable de capacidad portante admisible del suelo, se utiliza el método Terzaghi o Meyerhof, que es conocido por algunos profesionales. En esta investigación se determina la capacidad portante, se establece de acuerdo al estudio en el laboratorio de suelos. Por consiguiente, se realiza diversos ensayos como contenido de humedad, Análisis Granulométrico, límites de consistencia Contenido y el Ensayo de corte Directo, para obtener los datos correspondientes.

### **Justificación Económica**

Se realizó el estudio en el laboratorio de MS con dichos ensayos para llegar a un determinado resultado con la finalidad de minimizar los costos a la urbanización Santa María como futuras construcciones: edificaciones, saneamiento y abastecimiento de agua, tanques elevados y otros, lo que dará mayor comodidad y seguridad.

### **Justificación Social**

Con el estudio realizado y determinado garantiza la estabilidad y seguridad de todo tipo de estructuras lo cual serán beneficiados la población de la zona, entidades públicas y privadas entre otros.

## **Objetivos**

### **Objetivo principal**

Determinar las dimensiones de las cimentaciones superficiales por medio de la capacidad portante admisible del suelo.

## **Objetivos específicos**

Justificar las dimensiones de las cimentaciones superficiales mediante las propiedades físicas.

Evaluar las dimensiones de las cimentaciones superficiales a través de las propiedades mecánicas.

Definir las dimensiones de las cimentaciones superficiales a través de la composición del suelo

## **Hipótesis**

### **Hipótesis principal**

La capacidad portante admisible del suelo determina las dimensiones de las cimentaciones superficiales.

### **Hipótesis específicas**

Las propiedades físicas justifican las dimensiones de las cimentaciones superficiales.

Las propiedades mecánicas evalúan las dimensiones de las cimentaciones superficiales.

La composición del suelo define las dimensiones de las cimentaciones superficiales.

## **Delimitaciones**

### **Delimitación temporal**

Se llevó el conjunto de fases de investigación que tomó un total aproximado de 06 meses (10 de febrero al 10 de julio) en el año 2022, en las cuales se realizó un trabajo exclusivo de toma de muestras, pruebas de laboratorio y procedimientos de gabinete y así culminar con el análisis e interpretación de los resultados identificados.

## Delimitación espacial

El área de investigación sobre el cual se estudió, se ubica en la región Puno provincia de San Antonio de Putina, para obtener más detalles sobre la geografía. Consulte la Figura 2



Figura 2. Ubicación nacional, regional y provincial

Fuente: Elaboración propio.

## II. MARCO TEÓRICO

### **Antecedentes Nacionales.**

Atencio (2020) trabajo de investigación (Pregrado) denominado determinación de la capacidad de carga admisible para las cimentaciones superficiales del sector 12 San Antonio, Provincia Tacna 2020, su objetivo fue cuantificar la capacidad de carga admisible para cimentaciones superficiales. El Método de investigación usado de la tesis mencionada es de nivel evaluativa - experimental – aplicada. Se determinó que tiene un suelo grava mal gradada (GP) en el sector 12 San Antonio no presenta agua subterránea y tiene una capacidad de carga de 3.16 kg/cm<sup>2</sup> a una profundidad de 1m, 4.23 kg/cm<sup>2</sup> a una profundidad de 1m y una profundidad de 1.5m. y 5,29 kg/cm<sup>2</sup> a una profundidad media de 2m. Concluye con los estudios y cálculos realizados se puede determinar la capacidad de carga admisible del suelo, asentamiento propuesto por el método elástico y cimentaciones cuadradas para cimentaciones superficiales y profundas.

Beltrán (2018) en su investigación (Pregrado) denominado Análisis de la capacidad portante permisible de la cimentación del Complejo Arqueológico de Chan Chan en relación al ascenso del nivel freático, tiene por objetivo analizar el cambio en la capacidad portante permisible del suelo debido al aumento del nivel freático por la carga de trabajo de la casa en el Palacio Tschudi. El método de investigación es de nivel descriptiva y correlativa - descriptivo – correlacional. Concluye determinando las propiedades físicas del suelo, y los parámetros de corte directo, donde el ángulo de fricción ( $\phi = 32,7^\circ$ ) y la fuerza de adherencia ( $c = 0,03 \text{ k/cm}^2$ ),  $FS = 3,00$  se debe utilizar para el caso estacionario como indica la RNE y permite realizar el diseño ya que esto evitará sobredimensionamiento y reducción de costos.

Ortiz (2017). en su tesis (Pregrado) propone la determinar la capacidad portante del terreno bajo el nivel freático en el lugar de Pilcomayo 2017, tiene como objetivo cuantificar el efecto del nivel para cimentaciones superficiales. El método de investigación es de nivel explicativo - pre experimental – aplicada. concluye que las precipitaciones tienen un efecto directo, registradas de diciembre a febrero, el nivel de agua aumentó de -1.60 a -1.40 a razón de  $0.0028 \text{ m/día} \pm 0,0002 \text{ m/día}$ , lo que dependió en gran medida de las condiciones de textura, porosidad por pie de suelo (capacidad de retención de agua).

Fernández (2015) en su tesis (Postgrado) se designó como capacidad de carga de cimentación por SPT y ensayo de corte directo en el lugar Aguas Verdes de Tumbes, que por objetivo se la determinación de la capacidad de carga de la cimentación mediante pruebas de penetración estándar (SPT), propiedades físicas - químicas para el ensayo de corte directo mediante parámetros geométricos y mecánicas de los suelos. El método de investigación es de nivel descriptiva – experimental. concluye que la capacidad portante de la cimentación a 3m de profundidad en la zona de Aguas Verdes Tumbes es de 1.33 k/cm<sup>2</sup>, -3.22 k/cm<sup>2</sup> y 2.58 k/cm<sup>2</sup> -4.01 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, lo cual es pobre. (SP-SM) no se encontró arcilla correspondientemente y el ensayo de penetración estándar (SPT) muestra una capacidad de carga de 87% inferior al ensayo de corte directo.

Gómez (2019) en su tesis (Pregrado) denominado como evaluación y diseño de la capacidad de carga del suelo de cimentaciones de viviendas multifamiliares en CC.NN. Pucallpa, distrito de shanao, San Martín, su objetivo es la determinación, analisis y diseño de la capacidad de carga del suelo para la cimentación superficial. El método de investigación se enfoca en el nivel descriptivo - No Experimental de tipo aplicada. De acuerdo con la clasificación de suelos SUCS y la teoría de Karl Terzaghi, se concluye que la arcilla en esta zona tiene una capacidad portante ideal para estructuras de cimentación superficial.

### **Antecedentes Internacionales**

Baque (2017) en su tesis (Pregrado) denominado como propiedades mecánicas del suelo de cimentación de edificios de categoría regular, ciudad Jipijapa, su primordial objetivo fue Determinar las propiedades mecánicas del terreno para edificios de baja altura en Jipi Jup Bypass-John F. Kennedy mediante ensayos de laboratorio y de campo. El método de investigación fue descriptivo. Concluye que el terreno en el lugar de estudio es duro durante la consolidación y no tiene nivel freático, tiene buena capacidad de carga y es adecuado para cimientos de edificios de baja altura.

López (2016) en su tesis (Posgrado) que realiza el análisis para comparar los métodos de cálculo para cimentaciones profundas, su objetivo principal es evaluar los coeficientes de carga de cimentaciones superficiales y profundas, conociendo las propiedades locales del terreno y los resultados teóricos obtenidos se analizan en comparación con las cargas obtenidas durante el ensayo de pilotes de carga. El

método de investigación fue descriptiva- explicativo. Concluye que el coeficiente de arrastre está determinado por la resistencia o la capacidad admisible, conociendo el tamaño de la cimentación, también conduce al cambio del coeficiente de resistencia y cuando los tres métodos comparan los resultados al realizar el cálculo, el factor principal que cambia significativamente los resultados es el factor de carga  $N_q$  para hincado de pilotes.

Vargas & Dueñez (2018) en su tesis (Pregrado) que contempla la comparación de parámetros de resistencia determinados a partir de ensayos de laboratorio y de campo en el suelo de la Formación Sabana del Occidente en Bogotá, su objetivo es determinar su nivel de confianza mediante la comparación de ensayos de laboratorio. El método de investigación fue descriptivo y explicativa. Se concluye que el suelo compone de una resistencia al corte sin drenaje de  $0.5 \text{ kg/cm}^2$ , emanado del ensayo de compresión sin restricciones.

Pujante. (2017). En su tesis (Grado de Ingeniero Civil) que contempla el estudio sobre soluciones de cimentación para proyectos de vivienda en Quito (Ecuador). Tiene como objetivo general conocer la solución más óptima al elegir el tipo de cimentación para un edificio de uso residencial, en base a ellos se pretende realizar un análisis y un estudio geotécnico, en base a su realidad problemática que vive Quito. El método de investigación es de nivel cuantitativo. Concluye en que fundamental realizar ensayos geotécnicos en base a las dimensiones de la cimentación para asegurar que la estructura ensayada sea resistente al asentamiento, deslizamiento y rotación, además de tener en cuenta el asentamiento de la cimentación, de acuerdo con el cumplimiento de la normatividad se ha probado una serie de pruebas para determinar los parámetros del suelo.

Espinoza (2014) en su tesis (Pregrado) que contempla el análisis de la capacidad portante de la cimentación del edificio del laboratorio de ingeniería UCA de la Universidad Centroamericana, lo cual plantea como objetivo, Dimensionar la zapata del edificio mediante un análisis de capacidad portante del suelo y aplicando teorías de Meyerhof, Terzaghi, Vesic y Hansen. El método de investigación es de nivel cuantitativo. Concluye que el método más favorable es Meyerhof y Norma E050

para dimensionar las zapatas en cargas estáticas y dinámicas lo cual será conservador para un diseño óptimo.

## Bases Teóricas

### Teoría sobre la formación del suelo

La teoría sostiene que los suelos se forman por la acción de descomposición de macizos rocosos preexistentes ocasionado por componentes ambientales, procesos de meteorización in situ como físicos, químicos, biológicos y procesos de erosión. El conocimiento científico del suelo se remonta a finales del siglo XIX, cuando Dokuchaev reveló que los suelos están formados por varios estratos. Las formaciones de los suelos pueden como una combinación de productos de meteorización, la evolución estructural del suelo, la diferenciación de esa estructura en estratos o horizontes y en última instancia, su movimiento o desplazamiento. (Boixadera, J. 2002).

**Tabla 01.** *Formación de los suelos*

<b>FORMACIÓN DEL SUELO</b>	
Origen	Rocas preexistentes
	Rocas madres
	Rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas
Acción ambiental	Meteorización
	Erosión
Acción física	Variación térmica
	Agua
	Hielo
	Difusión de raíces
	Abración
Acción química	Hidratación
	Carbonatación
	Oxidación
	Hidrólisis
Acción biológica	Bacterias
	Putrefacción
Resultado final	Diversos tipos de suelo

Fuente: <https://cutt.ly/2JclbKM>

Los suelos jóvenes, con una edad inferior 10,000 a 15,000 años de antigüedad, lo que corresponde aproximadamente al Holoceno, se forman bajo condiciones ambientales, incluidas las climáticas. Se llama suelos de ciclo corto, monocíclicos o simplemente en movimiento. La capa edáfica puede empezar a desarrollarse en condiciones muy favorables, es decir un clima húmedo y volcánico de menos de 100 años. Sin embargo, la piedra caliza dura en climas templados fríos de 1cm de suelo tardaría aproximadamente unos 5 mil años en formarse y un estrato superficial tarda 1 y 1,000 años. Un vertisol, suelo que tiene más del 30% de arcilla en todos los horizontes tardaría entre 3 y 18,000 años. Un ultisol, suelo de climas templados y húmedos, con horizontes horizonte arcilloso de baja saturación en bases, tardaría mas de 1 millón de años como se puede observar en la tabla 02, y el Oxisol un suelo rojo compuesto por óxidos de cuarzo, hierro y aluminio con bajas proporciones de materia orgánica, tardaría entre 1 y 2 millones de años en formarse. (Casanova, E. 2005). ver figura 3

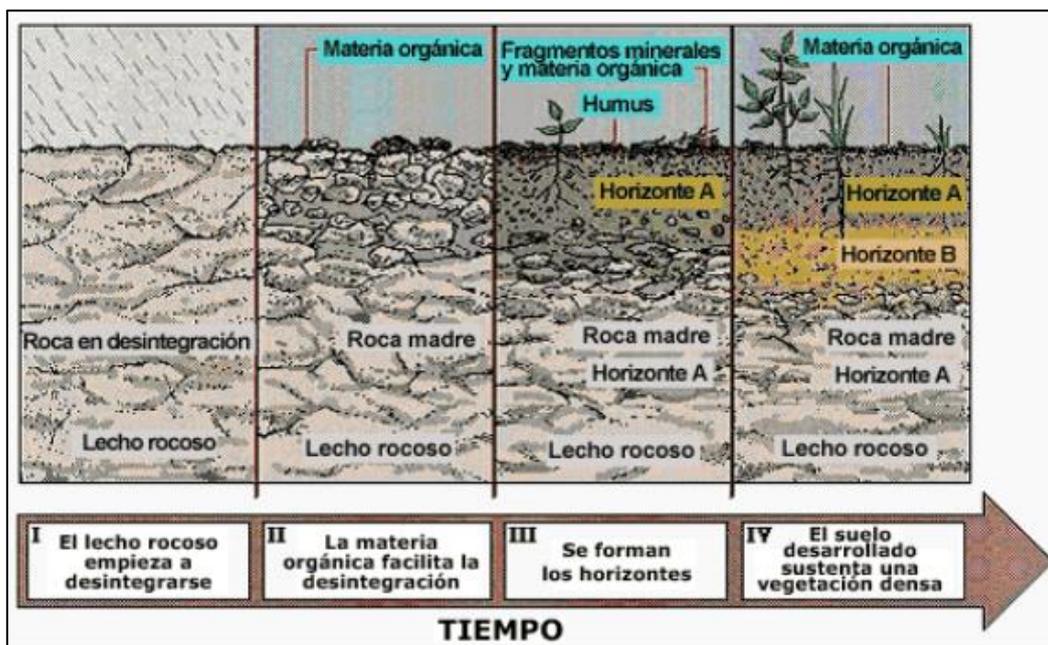


Figura 3. Tiempo de formación de los suelos

Fuente: <https://cutt.ly/fJcYz6P>

**Tabla 02.** Tasa de formación del suelo

FORMACIÓN DEL SUELO	TASA DE FORMACIÓN (AÑOS)
Muy rápida (sobre cenizas volcánicas y clima húmedo)	<100
Muy lenta (sobre cenizas duras y clima templado-frío)	<1CM/ 5,000 años
Propiedades asociadas con el hidromorfismo	rápida
Propiedades asociadas con la materia orgánica	rápida
Propiedades asociadas con la meteorización	lenta
Horizonte A	1-1,000
Horizonte de alteración (Bw cáamico)	>1,000
Horizontes de acumulacion	>1,000
Carácter ácuico	>10
Entisol (sobre material no consolidado)	>100
Vertisol	3,000 - 18,000
Spodosol	1,000 - 8,000
Ultisol	1,000,000
Oxisol	100,000 a 2,000,000

Fuente: <https://cutt.ly/iJcUmWz>

### **Capacidad de carga admisible ( $q_{adm}$ )**

La fuerza aplicada a los cimientos no daña ni degrada la estructura. La capacidad portante en cuestión depende de las propiedades geo mecánicas del suelo, y también del tipo de cimentación, nivel freático y el factor de seguridad aplicado (Tomlinson, M. 2005, p. 60).

### **Capacidad de carga ultimo o de hundimiento ( $q_{ult}$ )**

Es la máxima presión de contacto que puede soportar el suelo sin provocar un hundimiento grave de la cimentación y de las estructuras soportadas sobre ella, Al calcular la capacidad portante se debe tener en cuenta los parámetros de resistencia al corte, a nivel de cimentación. (Das, B. 2007, p.138).

### **Teoría de Karl A Terzaghi**

Terzaghi en 1983 propuso la teoría del análisis portante de cimentaciones superficiales, ajustando la mecánica del suelo de acuerdo con los resultados mecánicos continuos sin tener en cuenta la resistencia al corte, de modo que el mecanismo de falla del suelo se encuentra por encima de la profundidad de la cimentación ( $D_f$ ). Cuando la profundidad de desplazamiento es menor o igual a su ancho, el mecanismo de destrucción del suelo solo afecta la sobrecarga que actúa

sobre dicho nivel de desplazamiento, pero investigadores posteriores propusieron establecer que la profundidad de desplazamiento ( $D_f$ ) de la cimentación normal es 4 veces el ancho. Los cimientos se pueden expresar como cimientos superficiales (Terzaghi K., 1943).

Se proponen las siguientes fórmulas 1, 2, 3 para calcular la carga ultima en zapatas continuas, circulares y cuadradas.

$$\text{Para cimentaciones corridas: } q_{ult} = cN_C + \gamma_1 D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_\gamma \quad (1)$$

$$\text{Para cimentaciones circulares: } q_{ult} = 1.3cN_C + \gamma_1 D_f N_q + 0.6\gamma_2 R N_\gamma \quad (2)$$

$$\text{Para cimentaciones cuadradas: } q_{ult} = 1.3cN_C + \gamma_1 D_f N_q + 0.4\gamma_2 B N_\gamma \quad (3)$$

Dónde:

- $q_{ult}$  : capacidad de carga ultima
- $C$  : cohesión
- $N_C$  : factor de carga por cohesión
- $N_q$  : factor de carga por peso
- $N_\gamma$  : factor de carga por fricción
- $\gamma_1$  : peso específico por encima de la base de la zapata
- $\gamma_2$  : peso específico por debajo de la base de la zapata
- $D_f$  : nivel de desplante
- $D$  : ancho de la zapata
- $R$  : radio de la zapata circular

Terzaghi determina los factores numéricos adimensionales  $N_C, N_q, N_\gamma$  que dependerán en función del Angulo de fricción  $\phi$  y se obtendrá mediante fórmulas 4,5 y 6.

$$N_C = \cot \phi' \left[ \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right) \tan \phi'}}{2 \cos^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi'}{2}\right)} - 1 \right] = \cot \phi' (N_q - 1) \quad (4)$$

$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right) \tan \phi'}}{2 \cos^2 \left(45^\circ + \frac{\phi'}{2}\right)} \quad (5)$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left( \frac{K_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi' \quad (6)$$

Estos datos también pueden hacer referencia a diferentes valores de  $\phi$  como se observa en la tabla 03.

**Tabla 03.** Factores de capacidad de carga

$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5.14	1.00	0.00	26	22.25	11.85	12.54
1	5.38	1.09	0.07	27	23.94	13.20	14.47
2	5.63	1.20	0.15	28	25.80	14.72	16.72
3	5.90	1.31	0.24	29	27.86	16.44	19.34
4	6.19	1.43	0.34	30	30.14	18.40	22.40
5	6.49	1.57	0.45	31	32.67	20.63	25.99
6	6.81	1.72	0.57	32	35.49	23.18	30.22
7	7.16	1.88	0.71	33	38.64	26.09	35.19
8	7.53	2.06	0.86	34	42.16	29.44	41.06
9	7.92	2.25	1.03	35	46.12	33.30	48.03
10	8.35	2.47	1.22	36	50.59	37.75	56.31
11	8.80	2.71	1.44	37	55.63	42.92	66.19
12	9.28	2.97	1.69	38	61.35	48.93	78.03
13	9.81	3.26	1.97	39	67.87	55.96	92.25
14	10.37	3.59	2.29	40	75.31	64.20	109.41
15	10.98	3.94	2.65	41	83.86	73.90	130.22
16	11.63	4.34	3.06	42	93.71	85.38	155.55
17	12.34	4.77	3.53	43	105.11	99.02	186.54
18	13.10	5.26	4.07	44	118.37	115.31	224.64
19	13.93	5.80	4.68	45	133.88	134.88	271.76
20	14.83	6.40	5.39	46	152.10	158.51	330.35
21	15.82	7.07	6.20	47	173.64	187.21	403.67
22	16.88	7.82	7.13	48	199.26	222.31	496.01
23	18.05	8.66	8.20	49	229.93	265.51	613.16
24	19.32	9.60	9.44	50	266.89	319.07	762.89
25	20.72	10.66	10.88				

Fuente: Braja M. Das

### Teoría de Meyerhof

Realizó estudios teóricos y experimentales, dando como resultado un examen exhaustivo sobre la plasticidad en cimentaciones superficiales y profundas, constituyendo mecanismos de falla y resultados para zapatas inclinadas y excéntricas. La capacidad de las cimentaciones está determinada por las propiedades mecánicas del suelo (características de deformación, densidad y esfuerzo cortante), los esfuerzos originales y las condiciones de humedad del

suelo, las características físicas de la cimentación (forma, rugosidad tamaño y profundidad), y la forma en que se coloca la cimentación, Además, ten en cuenta que la cimentación puede estar inclinada. (Medina, 2002).

Como resultado, Meyerhof da a conocer la ecuación general 7 de capacidad de carga, teniendo en cuenta todos los factores antes mencionados:

$$q_u = cN_c F_{Cs} F_{Cd} F_{Ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i} \quad (7)$$

Dónde:

- $c$  : cohesión
- $q$  : esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación
- $\gamma$  : peso específico del suelo
- $B$  : ancho de la cimentación
- $F_{Cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$  : factor de forma
- $F_{Cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$  : factor de profundidad
- $F_{Ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$  : factor de inclinación de la carga
- $N_c, N_q, N_\gamma$  : factor de capacidad de carga

Meyerhof presenta los factores de carga que dependerán del ángulo de fricción expresando sus posteriores ecuaciones 8,9 y 10:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (8)$$

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1) \quad (9)$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \tan(1.4\phi) \quad (10)$$

En la tabla 4 se observa los factores de carga según el ángulo de fricción del suelo.

**Tabla 04.** factores de capacidad de carga

$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5.14	1.00	0.00	26	22.25	11.85	12.54
1	5.38	1.09	0.07	27	23.94	13.20	14.47
2	5.63	1.20	0.15	28	25.80	14.72	16.72
3	5.90	1.31	0.24	29	27.86	16.44	19.34
4	6.19	1.43	0.34	30	30.14	18.40	22.40
5	6.49	1.57	0.45	31	32.67	20.63	25.99
6	6.81	1.72	0.57	32	35.49	23.18	30.22
7	7.16	1.88	0.71	33	38.64	26.09	35.19
8	7.53	2.06	0.86	34	42.16	29.44	41.06
9	7.92	2.25	1.03	35	46.12	33.30	48.03
10	8.35	2.47	1.22	36	50.59	37.75	56.31
11	8.80	2.71	1.44	37	55.63	42.92	66.19
12	9.28	2.97	1.69	38	61.35	48.93	78.03
13	9.81	3.26	1.97	39	67.87	55.96	92.25
14	10.37	3.59	2.29	40	75.31	64.20	109.41
15	10.98	3.94	2.65	41	83.86	73.90	130.22
16	11.63	4.34	3.06	42	93.71	85.38	155.55
17	12.34	4.77	3.53	43	105.11	99.02	186.54
18	13.10	5.26	4.07	44	118.37	115.31	224.64
19	13.93	5.80	4.68	45	133.88	134.88	271.76
20	14.83	6.40	5.39	46	152.10	158.51	330.35
21	15.82	7.07	6.20	47	173.64	187.21	403.67
22	16.88	7.82	7.13	48	199.26	222.31	496.01
23	18.05	8.66	8.20	49	229.93	265.51	613.16
24	19.32	9.60	9.44	50	266.89	319.07	762.89
25	20.72	10.66	10.88				

Fuente: Braja. M. Das

Meyerhof plantea las ecuaciones de los factores de forma, profundidad e inclinación como podemos apreciar en la tabla 03:

✚ Ecuaciones de factor forma

$$F_{CS} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \left(\frac{N_q}{N_c}\right)$$

$$F_{qs} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \tan\phi'$$

$$F_{qs} = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L}\right)$$

✚ Ecuaciones de factor profundidad

si;  $\frac{D_f}{B} \leq 1$

para  $\phi = 0$ :

$$F_{Cd} = 1 + 0.4 \left( \frac{D_f}{L} \right)$$

$$F_{qd} = 1$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

para  $\phi' > 0$ :

$$F_{Cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan \phi'}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \text{sen} \phi')^2 \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

si;  $\frac{D_f}{B} > 1$

para  $\phi = 0$ :

$$F_{Cd} = 1 + 0.4 \underbrace{\tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)}_{\text{radianes}}$$

$$F_{qd} = 1$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

para  $\phi' > 0$ :

$$F_{Cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan \phi'}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \text{sen} \phi')^2 \underbrace{\tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)}_{\text{radianes}}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

✚ Ecuaciones de factor inclinación

$$F_{ci} = F_{qi} = \left( 1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2$$

$\beta$  = inclinación de la carga sobre la cimentación respecto a la vertical

### Factor de seguridad

Factor que aplique la capacidad de carga última ( $q_u$ ) con el fin de establecer o determinar la capacidad de carga admisible ( $q_{adm}$ ) los factores serían. (Nij, 2009).

- ❖ Cargas estáticas: 3
- ❖ Solicitaciones de sismo o viento: 2.5

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

### Mecanismos de falla.

Según Terzaghi y Meyerhof proponen ciertas diferencias en el mecanismo las cuales son el origen de apoyo en la teoría de Vesic, Hansen y Brinch, podemos apreciar en la figura 4.

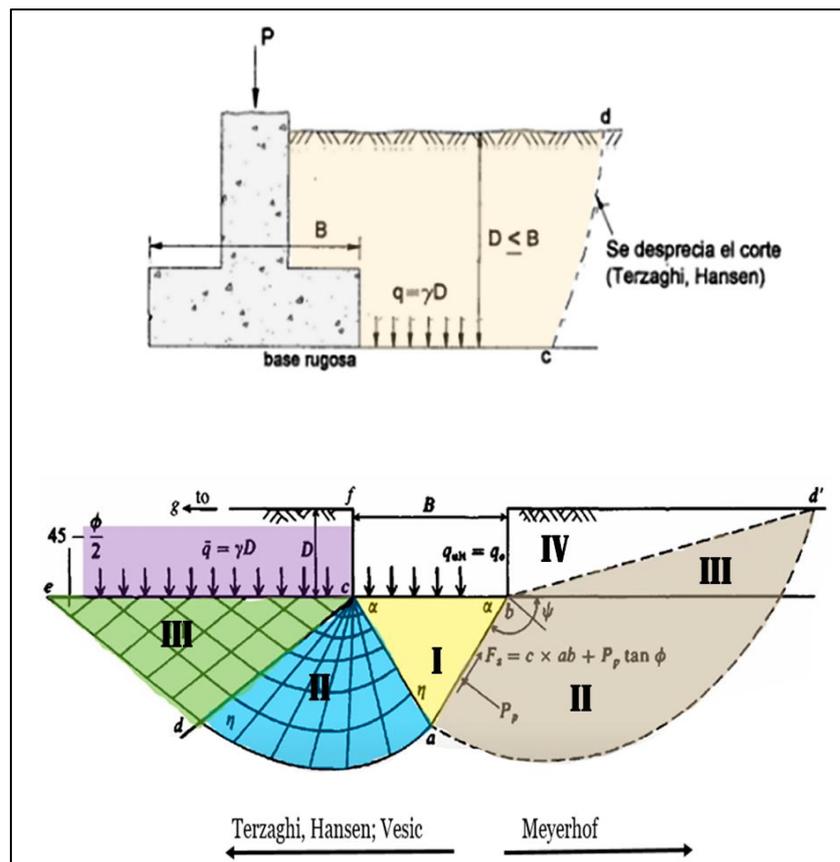


Figura 4. Mecanismo de falla

Fuente: <https://cutt.ly/SD6cEUN>

Acorde a Terzaghi, son 3 zonas de falla:

Zona I: empuje activo de Rankine con ángulo  $\alpha = \phi$

Zona II: esfuerzos radiales

Zona III: empuje pasivo

Acorde a Meyerhof, existen 4 zonas de falla:

Zona I: cuerpo rígido, pero con  $\alpha = 45^\circ + \phi/2$

Zona II: deformación tangencial radial'

Zona III: empuje pasivo

Zona IV: peso libre

### Tipos de falla.

La falla de la capacidad portante o de las cargas de asentamiento ocurre debido a las fuerzas de corte en el terreno de cimentación. Se compone en 3 tipos: falla general por cortante, falla por punción y falla parcial por cortante. (Nij, 2009)

### Falla por corte general

En el caso de suelo apretado, denso o cohesivo que soporta una base una cimentación ( $B$ ), la carga comienza a aumentar gradualmente y el asentamiento aumentará, llegando al punto en que la unidad de carga es igual a la carga de rotura, luego el suelo colapsará repentinamente, que es lo que comúnmente se encuentra en arena gruesa y arcilla dura. (Níger, 2009).

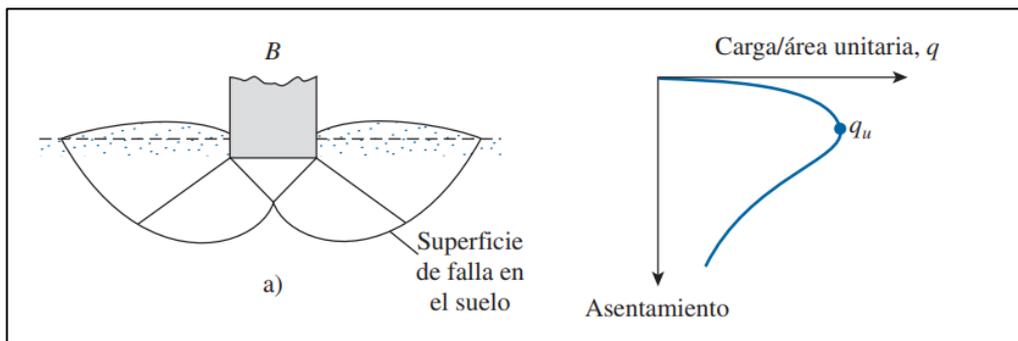


Figura 5. Falla por corte general

Fuente: Braja M. Das

### Falla por punzonamiento

La falla ocurre en suelos bastante esporádicos y, a disimilitud de las fallas convencionales, no se estira. El movimiento vertical de la cimentación provoca una compactación inmediata del suelo, y el suelo muestra daños por corte alrededor de

la cimentación, y el movimiento entre el suelo y la cimentación es menos visible, por lo que la cimentación está equilibrada dimensionalmente horizontal y verticalmente (Nij, 2009).

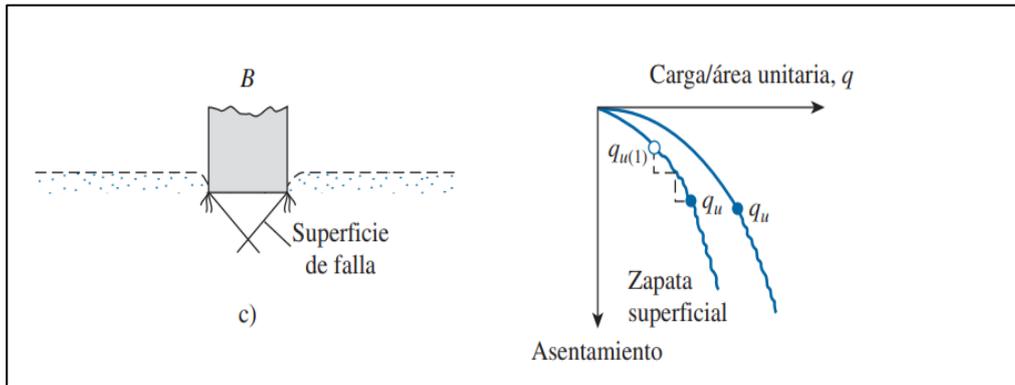


Figura 6. Falla por punzonamiento

Fuente: Braja M. Das

### Falla por corte local

Su presencia se representa en suelos arenosos o arcillosos medianamente compactos con densidades relativas ( $Dr$ ). Un aumento en la carga sobre la cimentación dará como resultado un aumento significativo en el asentamiento. Cuando se da el valor ( $q_{u1}$ ), la acción de la zapata se acompaña de una torsión repentina, y luego de alcanzar la capacidad de carga límite  $q_u$ , se produce un asentamiento importante. En la figura 6 se aprecia la falla del suelo alejándose gradualmente de la cimentación. Por tanto, ( $q_{u1}$ ) = carga de rotura inicial (Nij, 2009).

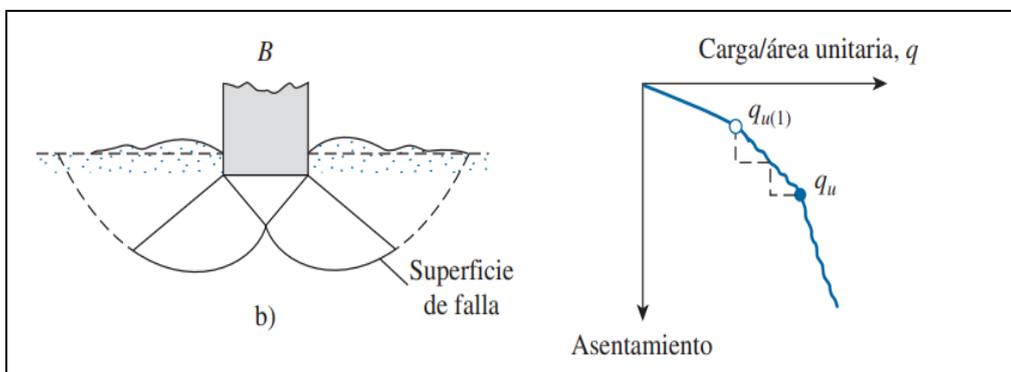


Figura 7. Falla por corte local

Fuente: Braja M. Das

## Cimentaciones

Estructuras de materiales nobles, por lo que todas las estructuras deben apoyarse en el suelo, esto sucede todo el tiempo, pero no hay evidencia de propiedades físicas y mecánicas pasadas de los suelos, excepto por estudios geotécnicos, como lo demuestra la deformación y el derrumbe de algunas estructuras, como la Torre Inclinada de Pisa.

Cada estructura define dos partes, una superestructura compuesta por vigas, losas y columnas, sustentada sobre una infraestructura denominada cimentación, la cual se ubica sobre el terreno y debe ser capaz de resistir en su conjunto y dar estabilidad y seguridad a la estructura. (Crespo, C. 2004, p. 259).

### Cimentaciones Superficiales

Son los que transmiten las cargas de la superestructura directamente al terreno y se caracterizan por profundidad o respecto del nivel natural del suelo o cota de cimentación, a las que se puede llegar por excavación manual o mecánica con menor consideración. Para el ancho de cimentación, hasta 4 a 5 m podemos apreciar en la figura 7. Pero la premisa es que la vitalidad del terreno debe ser capaz de sostener la carga transmitida, lo cual deberá tener las dimensiones geométricas suficientes para asegurar la estabilidad de la estructura, la cual depende de la carga y capacidad portante de la cimentación. (Crespo, C. 2004, p. 259)

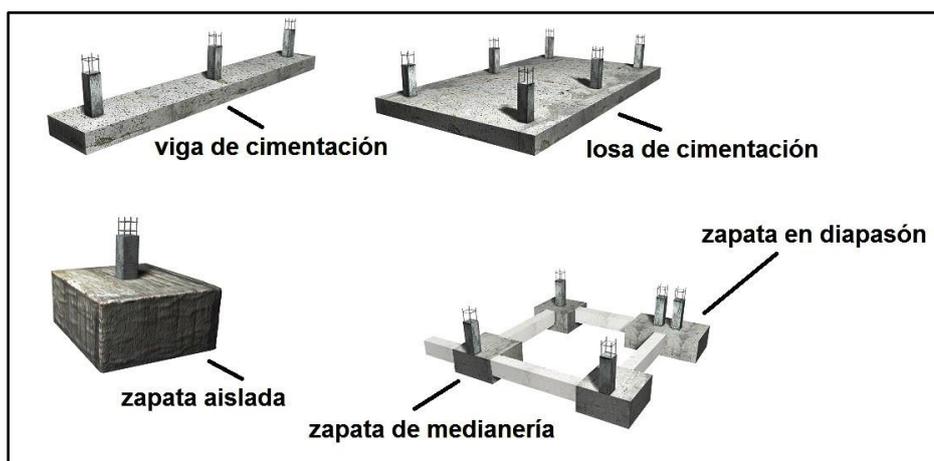


Figura 8. Cimentaciones superficiales

Fuente: <https://n9.cl/izuuf>

## **Propiedades mecánicas de los suelos**

### **Resistencia al corte de los suelos**

En esencia, el suelo está en equilibrio, pero cuando estamos sometidos a una carga mayor debido a la construcción de cimientos, puede soportar cargas verticales de estructuras como edificios, puentes, etc. Crea esfuerzo en el suelo, tratando de conservar el equilibrio. Pero cuando el aumento de presión supera las fuerzas internas del suelo, se rompe el equilibrio y se produce una fractura o deslizamiento en lo que llamamos falla. (Crespo, C. 2004, p. 161).

### **Ángulo de Fricción interna**

El ángulo de fricción dependerá de la homogeneidad, tamaño y forma de las partículas, así como la resistencia de una partícula en un cuerpo de suelo a deslizarse sobre otro cuerpo de suelo con las mismas propiedades depende de la fuerza de fricción generada entre las partículas. Concluye que cuantas más partículas en una unidad de área estén en contacto entre sí, mayor será la fuerza de corte por unidad de área, que está estrechamente relacionada con la densidad relativa del suelo granular. (Crespo, C. 2004, p.161).

### **Cohesión**

Se puede definir como la conexión entre partículas, debido a la gravitación eléctrica, Esta propiedad de los suelos blandos como la arcilla ayuda a estimar el esfuerzo cortante último, (Crespo, C. 2004, p. 162)

## **Propiedades físicas de los suelos**

Estos son indicadores que se muestran como indicadores del comportamiento del suelo. Estas propiedades son de aspecto de textura, estructura, densidad, contenido de humedad, tamaño de partícula (tamaño de partícula), densidad, permeabilidad y compresibilidad. (Crespo, C. 2004, p. 46).

### **Contenido de Humedad**

En ingeniería civil, la cuantificación de la humedad del suelo es muy importante, este parámetro físico junto, así como la masa de aire es una de las características más importantes para definir y comprender las propiedades del suelo,

especialmente para suelos blandos como el volumen, la cohesión, el cambio en la estabilidad mecánica. (Crespo, C. 2004, p. 61).

### **Análisis Granulométrico**

Se estudian y miden partículas de suelo de diferentes tamaños, utilizando mallas con diámetros entre 75mm y 0,075mm, clasificadas como suelos granulares (friccionantes) y como suelos blandos (cohesivos) por mallas de 0,075mm. (Crespo, C. 2004, p. 47).

### **Límite Líquido y Límite Plástico**

Es la característica de la calidad del suelo a través de la cual puede soportar una rápida deformación sin rebote elástico, sin un cambio de volumen significativo, sin deformación o agrietamiento. En suelos cohesivos (arcillosos, limosos, francos, arcillo-arenosos, franco-arenosos) se debe determinar su comportamiento debido a la plasticidad (Crespo, C. 2004, p. 68).

### **Clasificación Unificada de los Suelos (SUCS) (NTP 339.134, ASTM D 2487)**

Agrupar los suelos en función de la similitud de las propiedades del suelo, vincular las propiedades a los grupos en un sistema de clasificación puede resolver muchos problemas simples. Sin embargo, en ingeniería civil, el análisis debe hacerse con un nivel y responsabilidad muy altos, no podemos usar esta información para diseñar soluciones, debe usarse como información para seguir estudiando (Crespo, C. 2004, p. 87).

Tabla 05. clasificación unificada de los suelos (sucs)

DIMENSIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	Gravas limpias	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:  $Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
		(sin o con pocos finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		
		Gravas con finos	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		
	ARENAS	Arenas limpias	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3  Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.	
		(pocos o sin finos)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		
		Arenas con finos	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		
	MÁS DE LA MITAD DEL MATERIAL RETENIDO EN EL TAMIZ NÚMERO 200	MÁS DE LA MITAD DE LA FRACCIÓN GRUESA ES RETENIDA POR EL TAMIZ NÚMERO 4 (4,76 mm)	(apreciable cantidad de finos)	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$ .  Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$ .  Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$ .  Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$ .
			(apreciable cantidad de finos)	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	
			(apreciable cantidad de finos)	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	
			(apreciable cantidad de finos)	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
SUELOS DE GRANO FINO	Limo y arcillas:	Límite líquido menor de 50	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.		
		Limo y arcillas:	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.		
		Limo y arcillas:	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.		
	Limo y arcillas:	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.			
	Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.			
	Suelos muy orgánicos	PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.			

Fuente: <https://cutt.ly/vK4JCKu>

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y Diseño de Investigación**

##### **Tipo de investigación**

Esta investigación es de tipo aplicada, puesto que está dirigida a la solución de problemas prácticos y específicos en un área determinada, aplicando conocimientos existentes, y no creando nuevos conocimientos. (Supo 2014)

##### **Diseño de investigación**

Es no experimental de tipo transversal, ya que son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. (Supo 2014)

##### **Enfoque de investigación**

En el enfoque cuantitativo, el investigador utiliza la recolección de datos y el análisis de las mismas a fin de comprobar la certeza de las hipótesis formuladas. Esta investigación se caracteriza por efectuar mediciones prácticas y objetivas para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. (Supo 2014)

El estudio utilizó un enfoque cuantitativo, ya que se realizó ensayos en laboratorio a fin de obtener datos numéricos para luego ser analizados y así poder probar las teorías.

##### **Nivel de investigación**

El nivel descriptivo busca especificar las propiedades, las características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Es decir, únicamente pretenden medir las variables a las que se refieren. Supo (2014)

El nivel de investigación es descriptivo, dado que se busca precisar y estudiar las propiedades físicas y mecánicas, características, tipo de suelo, parámetros de resistencia y la capacidad portante del suelo para poder dimensionar las cimentaciones superficiales.

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

**Variable independiente:** Capacidad portante

Por la acción y reacción del suelo, bajo el efecto de la carga de operación del sistema estructural, se genera el esfuerzo admisible (Das, M. 2007 p. 152).

**Variable dependiente:** Dimensiones de las cimentaciones superficiales

Terzaghi (1943) respondió que la cimentación de la estructura debe colocarse sobre el suelo o cimentación y que es necesaria la estabilidad de la estructura, por lo que el tamaño de la cimentación se basará en la capacidad de carga permisible del suelo (Das, B. .2007, p.155).

### **3.3. Población, Muestra y Muestreo**

#### **Población**

El suelo para la habilitación urbana de Santa María se identificó mediante calicatas en base a la norma E 050 Suelos y cimentaciones (RNE) y se distribuyó al azar en el sitio de prueba. En la inspección se determina la capacidad de carga admisibles para diferentes profundidades en la cimentación.

#### **Muestra**

Las muestras del suelo son alteradas e inalteradas y son extraídos tres calicatas por lo menos según la norma E 050 de suelos y cimentaciones.

#### **Muestreo**

La técnica de muestreo es no probabilística, se caracterizó por la selección de componentes de muestreo que no son aleatorios, sino dependientes de causas relacionadas con las características consideradas por el investigador. (Carrasco 2012, p. 71).

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

#### **Técnicas**

Muestra que una de las técnicas comúnmente utilizadas es la observación, la cual es fundamental para recolectar datos basados en el estado actual del fenómeno, cercanos a la realidad, no se toman en cuenta los antecedentes de las observaciones (Vara 2012, p. 256).

En este estudio, se implementa un enfoque sistemático para recopilar y medir información de manera estructurada y lograr nuestro objetivo para determinar la capacidad de carga admisible del suelo para cimentaciones superficiales. Esta técnica rastrea el proceso bibliográfico, las observaciones y, en última instancia, la investigación misma. Por lo tanto, es importante realizar los estudios necesarios para comprender las propiedades del suelo.

#### **Instrumentos**

Evaluación bibliográfica en la que se analizó y recopiló datos relevantes para revisar información como mapas, planeamiento catastral de la zona, parámetros urbanísticos de la zona de estudio, informes genealógicos para la investigación, la Norma E050 y el Manual Nacional de Suelos. Los estudios de pregrado, posgrado y doctorado están diseñados para profesionales que estudian temas relacionados con el estado de la ingeniería y las ciencias geotécnicas con el fin de obtener análisis y resultados relevantes. Definiendo el área de estudio (topografía), en esta etapa a través de la observación, se recolectó datos en sitio relacionados con el área de estudio para identificar y caracterizar el suelo de esta área utilizando los métodos de las (NTP) y ASTM.

#### **Validez**

En general la validez, se refiere al nivel que un instrumento mide la variable para que esta sea correcta o adecuada. Para que esta investigación sea válida se utilizaron normas y manuales nacionales e internacionales, para la elaboración

correcta para la determinación dimensional según la capacidad portante admisible del suelo. (Vara, A. 2012).

Las pruebas de laboratorio, la etapa donde es necesario confirmar lo observado en campo con pruebas de laboratorio, se realizó de acuerdo a los procedimientos del NTP. Los parámetros determinados de esta manera permiten la evaluación de la capacidad de carga para el sitio de prueba. Entonces, se utiliza herramientas que, en este caso, son fichas específicamente validados para el cumplimiento de normas. Ver tabla 6

**Tabla 06.** *Resumen de validez de ensayos y normas*

<b>VALIDEZ</b>			
<b>ACTIVIDADES/INDICADORES</b>		<b>NORMAS</b>	
Propiedades físicas de los suelos	Descripción visual en el campo	ASTM D 2488	NTP 339.150
	contenido de humedad	ASTM D 2216	NTP 339.137
	Análisis Granulométrico	ASTM D 421	NTP 339.128
	Límites de consistencia	ASTM D 4318	NTP 339.129
	Clasificación SUCS	ASTM D 2487	NTP 339.134
Factores para determinar la resistencia mecánica del suelo	Ensayo de corte directo	ASTM D 3080-98	NTP 339.171

Fuente: elaboración propia

### **Confiabilidad**

La confiabilidad se calcula y evalúa mediante fórmulas (alfa de Cronbach) que generan coeficientes de confiabilidad para todo el instrumento de medición utilizado. La mayoría oscila entre cero y uno, donde cero representa confiabilidad cero y uno representa confiabilidad máxima (confiabilidad total y perfecta). Cuanto más cerca esté el coeficiente de cero, mayor será el error de medición. La Tabla 07 muestra los coeficientes alfa de Cronbach. Por la fiabilidad de los instrumentos analíticos. (Vara, A. 2012).

**Tabla 07.** Cuadro de cálculo de alfa de Cronbach

OBS	ITEMS																				SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	83
2	5	5	5	4	3	5	4	4	5	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	82
3	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	95
4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	89
VARIANZA	0,19	0,25	0	0,19	0,5	0,19	0,25	0,19	0	0,5	0,69	0,19	0,5	0,25	0,25	0,25	0	0	0,19	0,25	
$\sum S_i^2$	4,81																				
$S_t^2$	27,19																				

Fuente: elaboración propia

$\alpha$  : Coeficiente de Alfa de Cronbach

$K$  : El número de ítems

$\sum S_i^2$  : Sumatoria de varianzas individuales

$S_t^2$  : Varianza total

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

$$\alpha = \frac{20}{20 - 1} \left[ 1 - \frac{4.81}{27.19} \right]$$

$$\alpha = 0.87$$

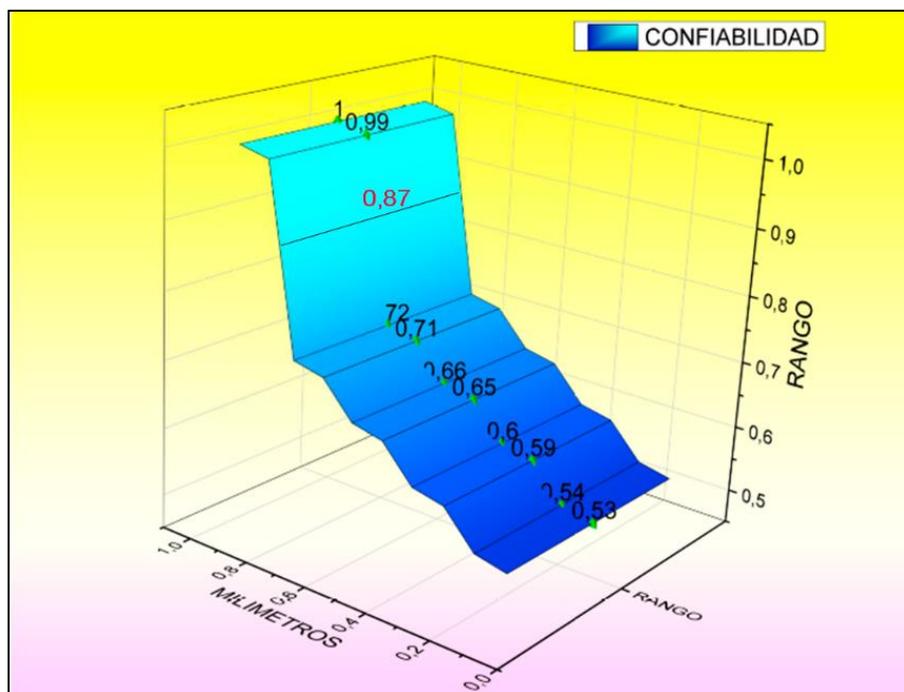


Figura 9. Gráfico de confiabilidad

Fuente: Elaboración propia

En esta investigación se realizó la evaluación de los instrumentos de investigación, esto mediante cuestionarios, el cual fue evaluado por expertos. Con el resultado se obtuvo una confiabilidad de 87.0% y haciendo contraste con la tabla 08 se tiene una confiabilidad “Excelente confiabilidad” según el coeficiente alfa de Cronbach.

**Tabla 08.** Interpretación de Coeficiente alfa de Cronbach.

Rango	Confiabilidad
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

Fuente: <https://cutt.ly/wJZny3N>

### 3.5. Procedimiento

Para el proceso de recolección de información y determinar la capacidad de carga del suelo, es importante conocer las propiedades físicas y funcionales del suelo, por lo que es utilizado los métodos descritos en la norma técnica, en particular. Es posible utilizar técnicas de observación como herramientas, y permitirán la verificación de datos, y la recopilación de equipos experimentales en conjunto. De igual forma, las muestras para ser analizadas en un laboratorio de acuerdo a las normas NTP y ASTM.

#### Revisión bibliográfica

Se revisa los procedimientos de verificación de cada identificación y muestreo para determinar la capacidad de carga permisible del suelo, según técnicas peruanas en manuales, libros, reglamentos y aplicaciones internacionales como Especificaciones de Evaluación (NTP).

#### Investigación de campo

La fase de trabajo de campo incluye la planificación, la realización y la recolección de muestras de suelo según los intervalos necesarios. Por lo tanto, es necesario determinar la profundidad mínima aproximada requerida para la excavación, la cual debe determinarse con anticipación. En el diseño se debe tener en cuenta la carga, la distribución de presión o profundidad de fuerza, la apertura del material en el área de estudio y según la necesidad de la investigación.



## Ensayo de Contenido de humedad (NTP 339.137)

Para cuantificar el contenido de humedad óptimo se extrae la muestra (alterado o inalterado) del lugar de zona de investigación. Primeramente, se obtiene la muestra extraída de cada calicata y posteriormente se realiza el cuarteo seguidamente se selecciona en taras para determinar el peso húmedo del recipiente, luego se coloca al horno a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  durante 24 horas, después se pesa la muestra del suelo seco y así poder determinar la cantidad de agua evaporada y finalmente obtener el resultado de contenido de humedad según la norma ASTM D 2488 / NTP 339.150 . Se muestra el respectivo procedimiento en la figura 9.



Figura 11. Ensayo de contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia

## Análisis granulométrico (NTP 339 131)

Para su respectiva clasificación de tipos de suelo encontrado en la urbanización Santa María del distrito de Putina, se realizó el ensayo de granulometría con el propósito de la determinación de la distribución granulométrica del suelo.

Primero se extrae el material de la zona, luego se llevó a secado y posteriormente se homogeniza el total de la muestra, seguidamente se preparan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65g para suelos arcillosos y limosos, de las cuales son pesados en una bandeja y se coloca al horno durante un periodo de 24 horas para posteriormente realizar el tamizaje como se aprecia en la figura 9 y se determina el porcentaje que pasa por el tamiz N°200, se visualiza en la curva granulométrica, figura 10.



Figura 12. Análisis granulométrico

Fuente: Elaboración propia

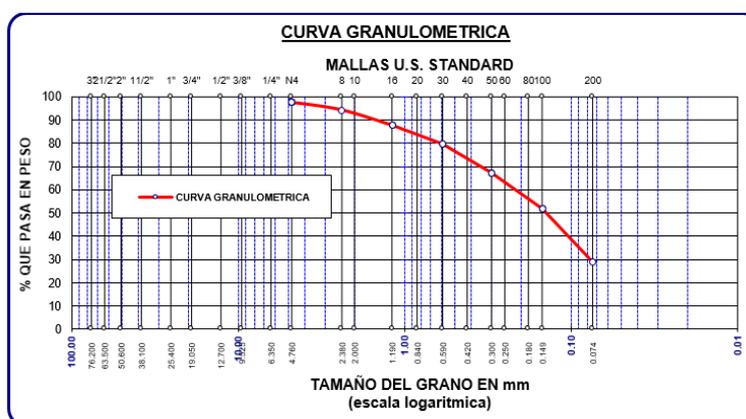


Figura 13. Curva granulométrica

Fuente: elaboración propia.

## Limites Líquido (NTP 339.129)

Se cuantifica el Límite líquido, de una muestra de suelo que es obtenida de la urbanización a través de la copa de Casagrande se representa en la figura 12, el cual nos permite identificar y clasificar el suelo.

Primeramente, tomar una muestra representativa de aproximadamente 250 gramos de material obtenida de la zona que pasa por el tamiz número 40 y se satura. Respectivamente asegurar que la altura de la maquina sea exactamente de 1cm luego preparar los ingredientes y colocarlos en la taza Casagrande, seguidamente dividir la mezcla en dos partes con una máquina ranuradora se aprecia en la figura 13, y finalmente tomar la muestra para determinar el contenido de humedad y expresar el LL del suelo como humedad relativa a la intersección de la curva de flujo con la abscisa.



Figura 14. Ensayo de límite líquido

Fuente: Elaboración propia

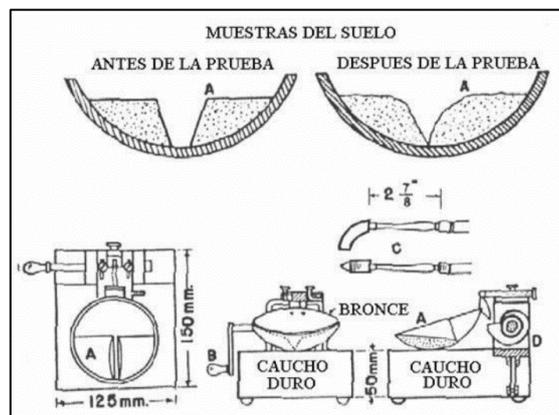


Figura 15. Copa de Casagrande

Fuente: <https://cutt.ly/HDDinXv>

### **Límite plástico** (NTP 339.129)

El contenido de humedad más bajo de las muestras obtenidas se denomina límite plástico, y entonces se forman varillas de tierra de aproximadamente 3,2 mm (1/8 de pulgada) de diámetro al pasar la tierra entre las palmas sin que se desmorone. Primeramente, se toma una porción de suelo de aproximadamente 1 cm<sup>3</sup>, amasar entre las manos y hacer rodar con la palma de la mano considerando 80 a 90 movimientos, cuando llegue a un diámetro de 3 mm se doblará y amasará otra vez respectivamente para volver a formar las barritas hasta que se disgregue al llegar de 3 mm de diámetro en trozos de tamaño de 0.5 a 1 cm de longitud y no pueda ser remasado como podemos apreciar en la figura 14.



*Figura 16.* Límite plástico

Fuente: Elaboración propia

### **Ensayo de Corte Directo** (NTP 339.171)

El propósito de la prueba de corte es determinar la resistencia de una muestra de suelo a una carga inductora de deformación que simula las deformaciones que existen o existirán en el suelo debido a una mayor carga aplicada.

Para determinar una de estas resistencias en el laboratorio, se utilizó una fuerza cortante directa, generalmente una caja de sección transversal cuadrada o circular, bisecada horizontalmente, la parte superior se desliza por la parte inferior. Se coloca roca porosa en ambos extremos de la muestra de suelo, se aplica una carga

de retención vertical ( $P_v$ ) y luego se aumenta una carga horizontal ( $P_h$ ), lo que provoca el desplazamiento de la semicaja móvil. Corte de muestra figura 15.

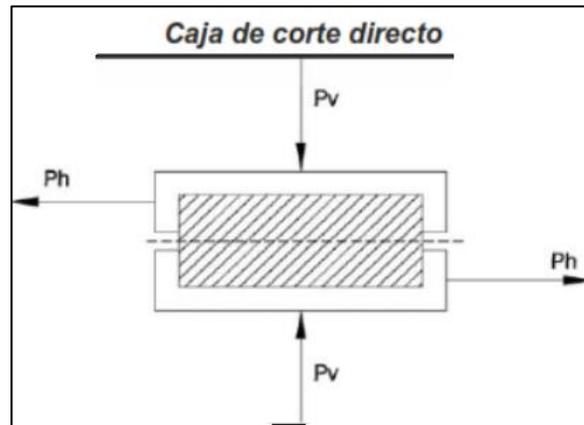


Figura 17. Caja de corte directo

Fuente: Braja. M. Das

Tomar con cuidado tres muestras de una muestra grande, luego se mide la caja de corte para determinar la superficie del espécimen, colocar el pistón de carga en el suelo, ajustar el deformímetro vertical, acoplar el deformímetro de deformación cortante y posteriormente empezar la carga horizontal y tomar lectura del deformímetro de carga, desplazamiento de corte y desplazamientos verticales (cambio de volumen) de la tabla de carga, podemos ver la prueba de corte directamente Figura 17.



Figura 18. Ensayo de corte directo

Fuente: Elaboración propia.

### ETAPA III: Procesamiento de datos para resultados

Concluyendo la etapa de ensayos de laboratorio, teniendo en cuenta las técnicas de observación en los procesos, validando las herramientas de recolección de datos de acuerdo a las normas ASTM Y NTP, son procesados al programa Microsoft Excel, y análisis de datos, y sistematizarlos adecuadamente en el programa, estudios que interferirían con el dimensionamiento de cimentaciones superficiales.

#### 3.6. Método de Análisis de Datos

En nuestro trabajo' de investigación' desde un nivel cuantitativo y tipo aplicativo, se utilizó datos estadísticos, utilizando rangos numéricos para la capacidad portante máxima o mínima dependiendo de las propiedades del terreno, y otras herramientas que nos ayudó a comprender el problema Procesamiento, análisis y conceptualización de datos procedimentales (Carrasco, 2012).

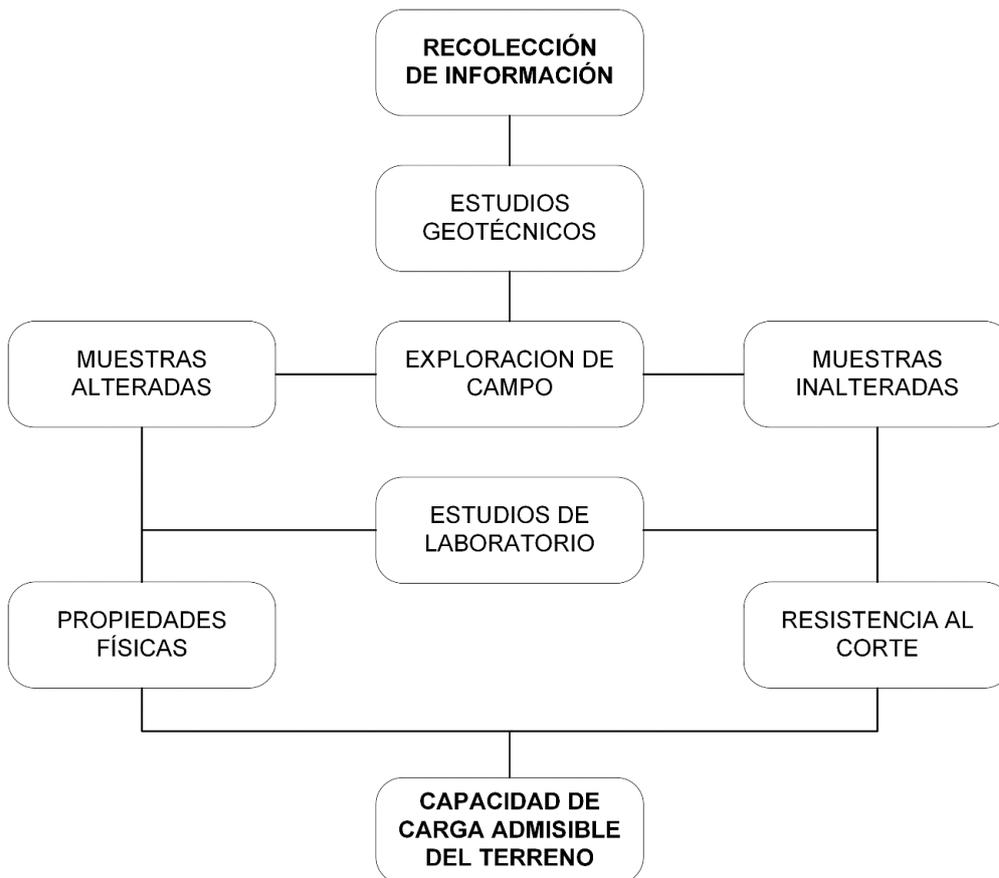


Figura 19. Metodología de procesamiento de datos

Fuente: elaboración propia

### **3.7. Aspectos Éticos**

Todo lo escrito en este documento se da la conformidad con el Código de Ética establecido por la Resolución del Consejo de la Universidad Cesar Vallejo N°0126-2017/UCV.

Según el artículo 6° En este trabajo se asegura y se confía plenamente en las fuentes bibliográficas consideradas para la realización de esta investigación, nunca se menciona en este trabajo de investigación el plagio por parte de otros autores.

Este trabajo de investigación tiene en cuenta la forma de citas y referencias, las normas internacionales ISO 690 y 690-2, y el uso de guías para la elaboración de artículos de investigación y disertaciones, grados académicos y títulos, ofrecido por la Universidad César Vallejo y aprobado por el Vicerrectorado de Investigación.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Caracterización del suelo en la zona de estudio

#### 4.1.1. Exploración de campo

El trabajo de exploración de campo, es la primera parte de la investigación que nos permitió conocer las características de los suelos, primeramente, desde la observación de la zona de estudio, estableciendo aleatoriamente la excavación de 4 calicatas, con respecto a la norma de mecánica de suelos y cimentaciones E050, para realizar la excavación para calicatas de profundidad de 3.00m como mínimo, las ubicaciones de las calicatas se muestran en la tabla 09.

**Tabla 09.** *Resumen de calicatas*

CALICATA	SECTOR	PROFUNDIDAD	COORDENADAS UTM	
			ESTE	NORTE
C-1	Sector - C	3.10 m	405914	8350125
C-2	Sector - K	3.10 m	405894	8350169
C-3	Sector - J	3.10 m	405908	8350225
C-4	Sector - I	3.10 m	405844	8350157

Fuente: Elaboración propia

### 4.2. Ensayos realizados en mecánica de suelos

#### 4.2.1. Contenido de humedad

Se realizó el ensayo de contenido de humedad y se obtuvieron los siguientes resultados que se puede apreciar en la tabla 10.

**Tabla 010.** *Resultados de contenido de humedad*

CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C-1	E-2	0.40 a 1.50	33.12
	E-3	1.50 a 3.10	41.24
C-2	E-2	0.10 a 0.40	31.81
	E-3	0.40 a 1.00	27.73
	E-4	1.00 a 3.10	28.83
C-3	E-2	0.15 a 1.35	15.35
	E-3	1.35 a 3.10	14.73
C-4	E-2	0.20 a 1.30	19.40
	E-3	1.30 a 3.00	20.91

Fuente: Elaboración propia

Conforme a los resultados, se obtuvo como valor mínimo 14.73% de presencia de humedad y como el valor máximo se tuvo 41.24% ambos localizados en la calicata C-3 y C-1 respectivamente.

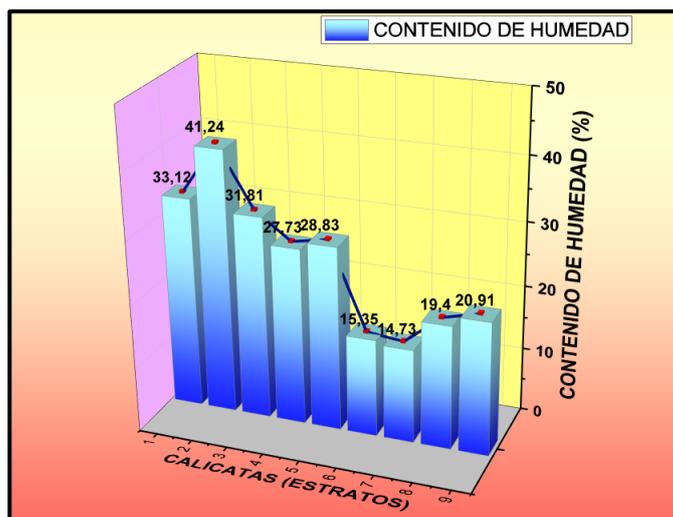


Figura 20. Porcentaje de contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los resultados que se detallan en la figura 20 se observa que el estrato 3 (E-03) de la calicata 1 (C-01), se encuentra en un porcentaje alto respecto a los demás estratos, esto significa que existe presencia de humedad en un porcentaje de 41.24%, lo cual es aceptable ya que el contenido de humedad según el rango se encuentra de 5 a 50%.

#### 4.2.2. Límites de consistencia

##### A. Limite liquido (LL)

Se realizó este ensayo para poder determinar el porcentaje de humedad y se obtuvieron los siguientes resultados que se puede estimar en la tabla 11.

Tabla 011. Resultado de ensayo de limite liquido

CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD	LIMITE LIQUIDO (%)
C-1	E-2	0.40 a 1.50	40.22
	E-3	1.50 a 3.10	43.58
C-2	E-2	0.10 a 0.40	42.04
	E-3	0.40 a 1.00	30.22
	E-4	1.00 a 3.10	34.36
C-3	E-2	0.15 a 1.35	25.92
	E-3	1.35 a 3.10	16.71
C-4	E-2	0.20 a 1.30	29.40
	E-3	1.30 a 3.00	23.67

Fuente: Elaboración propia

Conforme a los resultados, se obtuvo como valor mínimo 16.71% de presencia de humedad y como el valor máximo se tuvo 43.58% ambos localizados en la calicata C-3 y C-1 respectivamente.

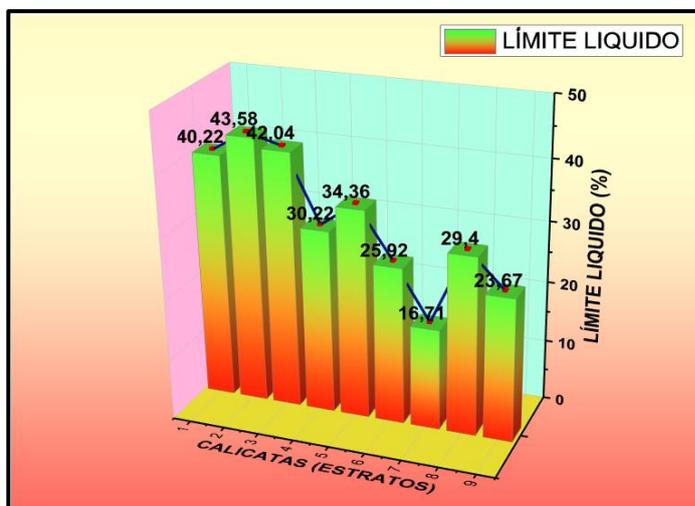


Figura 21. Porcentaje de límite líquido

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los resultados que se detallan en la figura 21 se observa que el estrato 3 (E-03) de la calicata 1 (C-01), se encuentra en un porcentaje alto respecto a los demás estratos, esto significa que existe presencia de humedad en un porcentaje de 43.58%, lo cual es aceptable ya que el contenido de humedad según el rango se encuentra de 5 a 50%.

### B. Límite plástico (IP)

Se realizó este ensayo para poder determinar el porcentaje de humedad y se obtuvieron los siguientes resultados que se puede estimar en la tabla 12.

Tabla 012. Resultados de límite plástico

CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD	LÍMITE PLÁSTICO (%)
C-1	E-2	0.40 a 1.50	14.13
	E-3	1.50 a 3.10	12.22
C-2	E-2	0.10 a 0.40	19.29
	E-3	0.40 a 1.00	11.95
	E-4	1.00 a 3.10	18.63
C-3	E-2	0.15 a 1.35	17.33
	E-3	1.35 a 3.10	7.51
C-4	E-2	0.20 a 1.30	18.61
	E-3	1.30 a 3.00	14.53

Fuente: Elaboración propia

Conforme a los resultados, se obtuvo como valor mínimo 7.51% de presencia de humedad y como el valor máximo se tuvo 19.29% ambos localizados en la calicata C-3 y C-2 respectivamente.

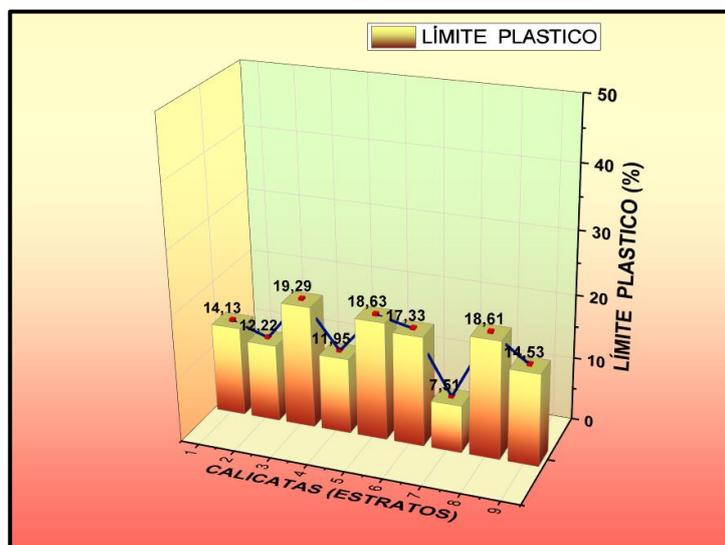


Figura 22. Porcentaje de límite plástico  
Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los resultados que se detallan en la figura 22 se observa que el estrato 2 (E-02) de la calicata 2 (C-02), se encuentra en un porcentaje alto respecto a los demás estratos, esto significa que existe presencia de humedad en un porcentaje de 19.29%, lo cual es aceptable ya que el rango se encuentra de 5 a 50%.

### C. Índice de plasticidad (IP)

Se realizó este ensayo para poder determinar el porcentaje de humedad y se obtuvieron los siguientes resultados que se puede estimar en la tabla 13.

Tabla 013. Resultados de índice de plasticidad

CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD	ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD (%)
C-1	E-2	0.40 a 1.50	26.09
	E-3	1.50 a 3.10	31.36
C-2	E-2	0.10 a 0.40	22.75
	E-3	0.40 a 1.00	18.27
	E-4	1.00 a 3.10	15.73
C-3	E-2	0.15 a 1.35	8.59
	E-3	1.35 a 3.10	9.20
C-4	E-2	0.20 a 1.30	10.79

	E-3	1.30 a 3.00	9.14
--	-----	-------------	------

Fuente: Elaboración propia

Conforme a los resultados, se obtuvo como valor mínimo 8.59% de presencia de humedad y como el valor máximo se tuvo 31.36% ambos localizados en la calicata C-3 y C-1 respectivamente.

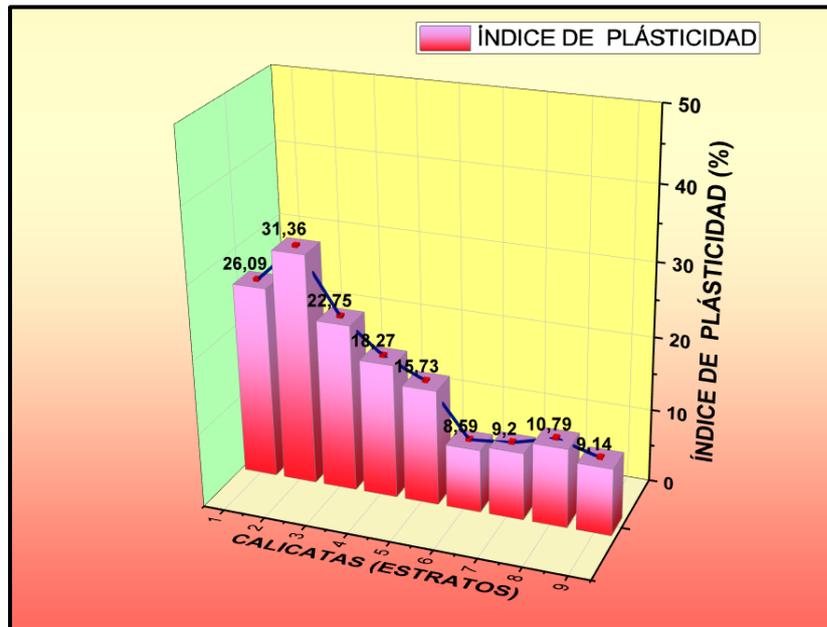


Figura 23. Porcentaje de índice de plasticidad

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los resultados que se detallan en la figura 23 se observa que el estrato 3 (E-03) de la calicata 1 (C-01), se encuentra en un porcentaje alto respecto a los demás estratos, esto significa que existe presencia de humedad en un porcentaje de 31.36%, lo cual es aceptable ya que el contenido de humedad según el rango se encuentra de 5 a 50%.

#### 4.2.3. Clasificación del suelo según el sistema de SUCS y AASHTO

Se determinó el ensayo de análisis granulométrico mediante la clasificación SUCS y la clasificación AASHTO podemos observar en la tabla 13.

**Tabla 014.** Resumen de resultados de granulometría C-1

TAMIZ		CALICATA 01			
		E-02		E-03	
Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL (mm)	% RET. ACUMUL	% QUE PASA	% RET. ACUMUL	% QUE PASA
3/4"	19.050				100.00
1/2"	12.700			0.62	99.38
1/4"	6.350			1.54	98.46
Nº4	4.760		100.00	2.58	97.42
Nº8	2.380	0.09	99.91	8.09	91.91
Nº10	2.000	0.14	99.86	9.97	90.03
Nº20	0.840	0.32	99.68	17.30	82.70
Nº40	0.420	0.54	99.46	22.94	77.06
Nº80	0.180	1.61	98.39	28.47	71.53
Nº100	0.149	1.72	98.28	29.76	70.24
Nº200	0.074	2.48	97.52	34.48	62.52
CLASIFICACIÓN DEL SUELO					
SUCS		CL		CL	
AASHTO		A-7-6 (14)		A-7-6 (15)	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14 se puede apreciar el resumen de resultado de granulometría de la calicata N°01 que compone el E-02 y E-03 como la distribución de partículas a través de los tamices, puesto ello para el E-02 se obtuvo un peso retenido acumulado de 2.48% de arena y 97.52% de suelo fino elevado que es pasante de la malla N°200, respectivamente para el E-03 se obtuvo también un peso retenido acumulado de 2.58% de grava, 34.48% de arena y 62.52% de finos pasante a la malla N°200, lo cual los estratos son más del 50% de suelo fino que grueso.

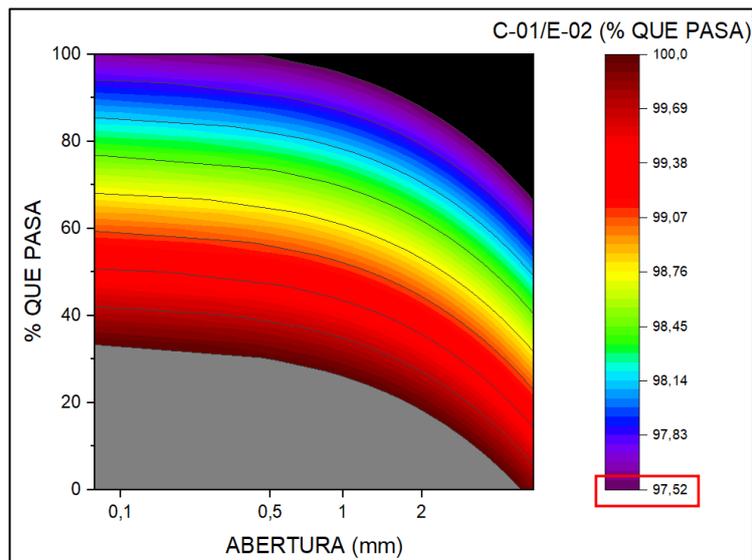


Figura 24. Representación gráfica de % que pasa C-01/E-02

Fuente: Elaboración propia

En la figura 24 se puede apreciar la representación gráfica de colores según el peso de porcentaje que pasa por el tamiz, respecto a E-02, el valor del suelo fino elevado es de 97.52%, pasante del tamiz N°200 con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad).

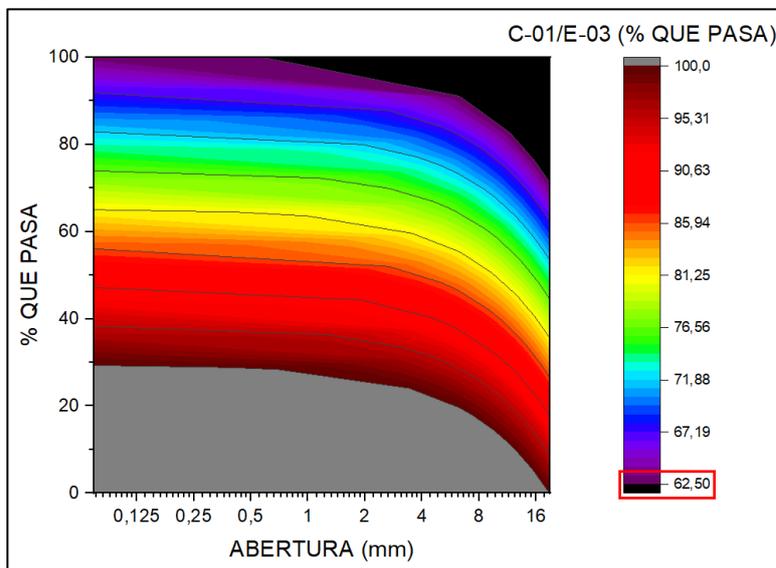


Figura 25. Representación gráfica de % que pasa C-01/E-03

Fuente: Elaboración propia

En la figura 25 se puede apreciar la representación gráfica de colores según el peso de porcentaje que pasa por el tamiz, respecto a E-03, el valor del suelo fino elevado es de 62.52%, pasante del tamiz N°200 con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad).

Tabla 015. Resumen de resultados de granulometría C-2

TAMIZ		CALICATA 02					
		E-02		E-03		E-04	
N° DE MALLAS	ABERT. DE MALL(mm)	% RET. ACUMUL	% QUE PASA	% RET. ACUMUL	% QUE PASA	% RET. ACUMUL	% QUE PASA
1/4"	6.350		100		100		
N°4	4.760	0.07	99.93	0.04	99.96		100
N°8	2.380	1.01	98.99	0.16	99.84	0.08	99.92
N°10	2.000	1.66	98.34	0.22	99.78	0.10	99.90
N°20	0.840	6.31	93.69	1.01	98.99	0.37	99.63
N°40	0.420	11.04	88.96	2.32	97.68	0.86	99.14
N°80	0.180	16.40	83.60	3.75	96.25	1.97	98.03
N°100	0.149	22.67	77.33	4.04	95.96	2.18	97.82
N°200	0.074	29.10	70.90	8.22	91.78	6.33	93.67
CLASIFICACIÓN DEL SUELO							
SUCS		CL		CL		CL	
AASHTO		A-7-6 (13)		A-6 (11)		A-6 (10)	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 se puede apreciar el resumen de resultado de granulometría de la calicata N°02 que compone el E-02, E-03 y E-04 como la distribución de partículas a través de los tamices, puesto ello para el E-02 se obtuvo un peso retenido acumulado de 0.07% de grava, 29.10% de arena y 70.90% de suelo fino elevado que es pasante de la malla N°200, respectivamente para el E-03 se obtuvo también un peso retenido acumulado de 6.33% de arena y 93.67% de finos pasante a la malla N°200, lo cual los estratos son más del 50% de suelo fino que grueso.

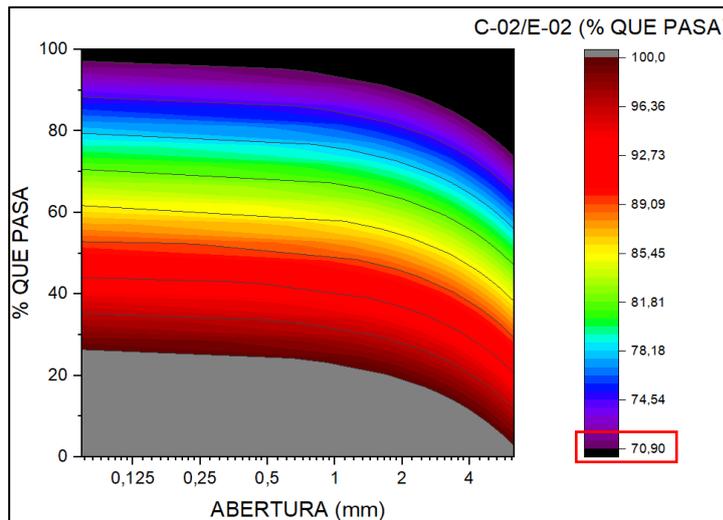


Figura 26. Representación gráfica de % que pasa C-02/E-02

Fuente: Elaboración propia

En la figura 26 se puede apreciar la representación gráfica de colores según el peso de porcentaje que pasa por el tamiz, respecto a E-02, el valor del suelo fino elevado es de 70.90%, pasante del tamiz N°200 con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad).

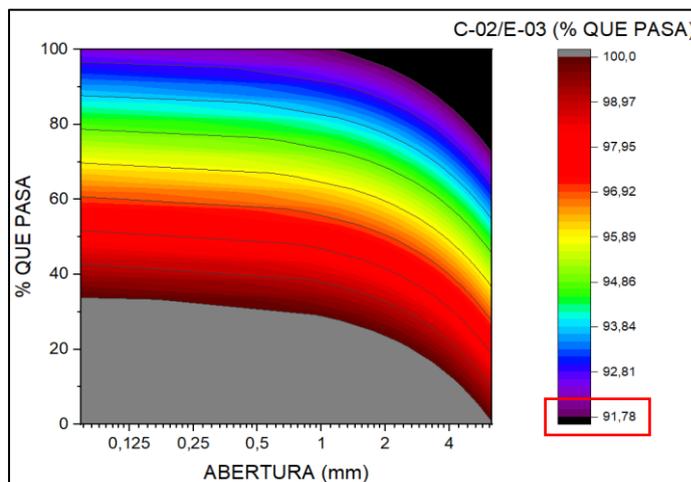


Figura 27. Representación gráfica de % que pasa C-02/E-03

Fuente: Elaboración propia

En la figura 27 se puede apreciar la representación gráfica de colores según el peso de porcentaje que pasa por el tamiz, respecto a E-03, el valor del suelo fino elevado es de 91.78%, pasante del tamiz N°200 con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad).

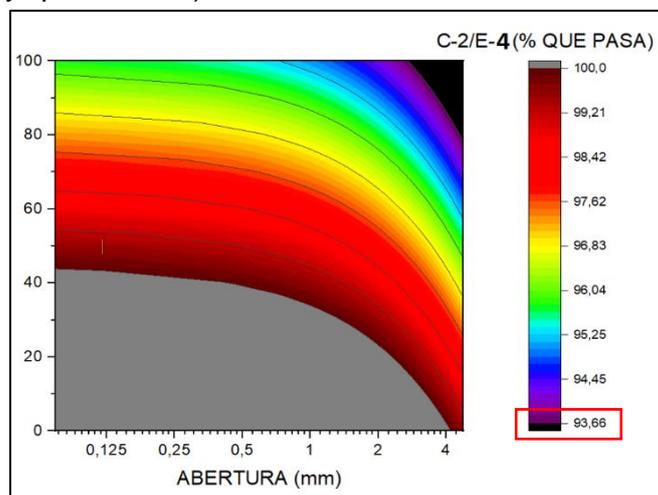


Figura 28. Representación gráfica de % que pasa C-02/E-04

Fuente: Elaboración propia

En la figura 28 se puede apreciar la representación gráfica de colores según el peso de porcentaje que pasa por el tamiz, respecto a E-04, el valor del suelo fino elevado es de 93.66%, pasante del tamiz N°200 con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad).

Tabla 016. Resumen de resultados de granulometría C-3

TAMIZ		CALICATA 03			
		E-02		E-03	
Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL(mm)	% RET. ACUMUL	% QUE PASA	% RET. ACUMUL	% QUE PASA
1"	25.400		100		
3/4"	19.050	0.81	99.19		
1/2"	12.700	1.32	98.68		
3/8"	9.525	1.85	98.15		
1/4"	6.350	2.38	97.62		100
Nº4	4.760	2.89	97.11	0.02	99.98
Nº8	2.380	3.96	96.04	0.11	99.89
Nº10	2.000	4.20	95.8	0.14	99.86
Nº20	0.840	5.17	94.83	0.29	99.71
Nº40	0.420	6.04	93.96	0.54	99.46
Nº80	0.180	8.50	91.5	1.53	98.47
Nº100	0.149	9.49	90.51	2.29	97.71
Nº200	0.074	18.24	81.76	13.34	86.66
CLASIFICACIÓN DEL SUELO					
SUCS		CL		CL	
AASHTO		A-4 (8)		A-4 (8)	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 se puede apreciar el resumen de resultado de granulometría de la calicata N°03 que compone el E-02 y E-03 como la distribución de partículas a través de los tamices, puesto ello para el E-02 se obtuvo un peso retenido acumulado 2.89% de grava, 18.24% de arena y 81.76% de suelo fino elevado que es pasante de la malla N°200, respectivamente para el E-03 se obtuvo también un peso retenido acumulado 0.02% de grava, 13.34% de arena y 86.66% de finos pasante a la malla N°200, lo cual los estratos son más del 50% de suelo fino que grueso.

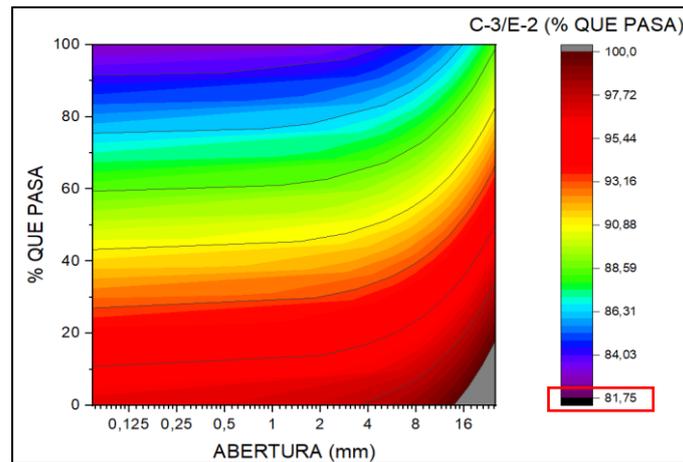


Figura 29. Representación gráfica de % que pasa C-03/E-02

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 29 se puede apreciar la representación gráfica de colores según el peso de porcentaje que pasa por el tamiz, respecto a E-02, el valor del suelo fino elevado es de 81.76%, pasante del tamiz N°200 con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad).

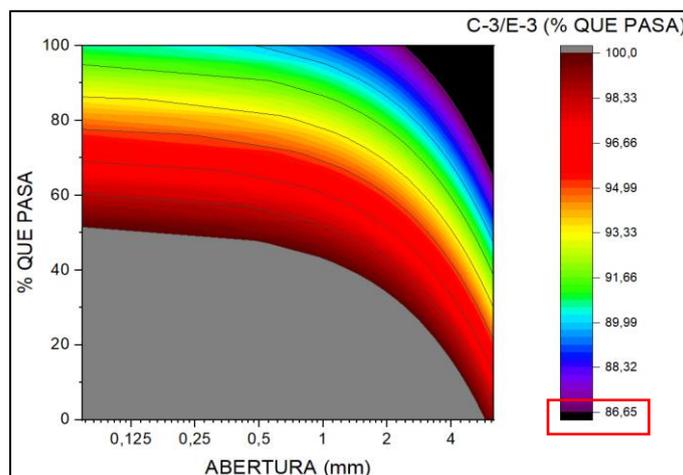


Figura 30. Representación gráfica de % que pasa C-03/E-02

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 30 se puede apreciar la representación gráfica de colores según el peso de porcentaje que pasa por el tamiz, respecto a E-03, el valor del suelo fino elevado es de 93.66%, pasante del tamiz N°200 con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad).

**Tabla 017.** Resumen de resultados de granulometría C-4

TAMIZ		CALICATA 04			
		E-02		E-03	
N° DE MALLAS	ABERT. DE MALL(mm)	% RET. ACUMUL	% QUE PASA	% RET. ACUMUL	% QUE PASA
1 1/2"	38.100		100		
1"	25.400	4.22	95.78		
3/4"	19.050	5.45	94.55		
1/2"	12.700	7.35	92.65		
3/8"	9.525	8.10	91.9		
1/4"	6.350	9.91	90.09		100
N°4	4.760	11.45	88.55	0.07	99.93
N°8	2.380	13.32	86.68	0.4	99.6
N°10	2.000	13.73	86.27	0.5	99.5
N°20	0.840	15.44	84.56	1.42	98.58
N°40	0.420	17.05	82.95	2.81	97.19
N°80	0.180	19.51	80.49	6.91	93.09
N°100	0.149	20.13	79.87	8.65	91.35
N°200	0.074	25.31	74.69	19.57	80.43
CLASIFICACIÓN DEL SUELO					
SUCS		CL		CL	
AASHTO		A-6 (8)		A-4 (8)	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 se puede apreciar el resumen de resultado de granulometría de la calicata N°03 que compone el E-02 y E-03 como la distribución de partículas a través de los tamices, para el E-02 se obtuvo un peso retenido acumulado 11.45% de grava, 25.31% de arena y 74.69% de suelo fino elevado que es pasante de la malla N°200, respectivamente para el E-03 se obtuvo también un peso retenido acumulado 0.07% de grava, 19.57% de arena y 80.43% de finos pasante a la malla N°200, lo cual los estratos son más del 50% de suelo fino que grueso.

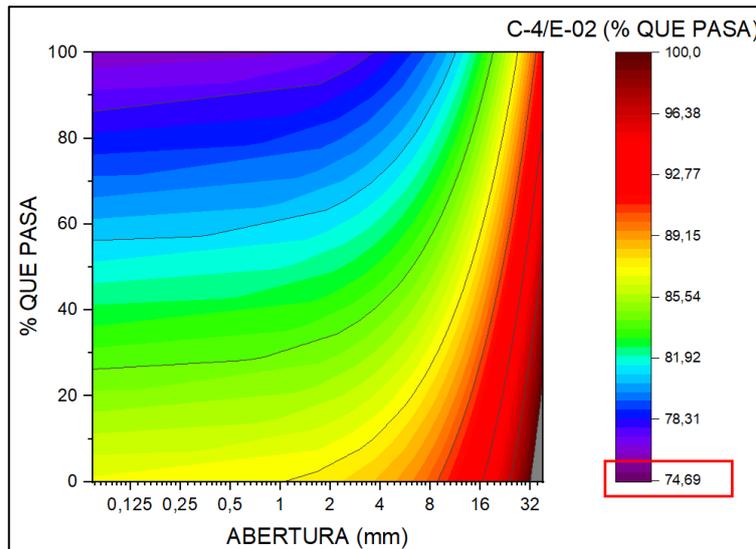


Figura 31. Representación gráfica de % que pasa C-04/E-02  
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 31 se puede apreciar la representación gráfica de relleno de color según el peso de porcentaje que pasa por el tamiz, respecto a E-02, el valor del suelo fino elevado es de 74.69%, pasante del tamiz N°200 con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad).

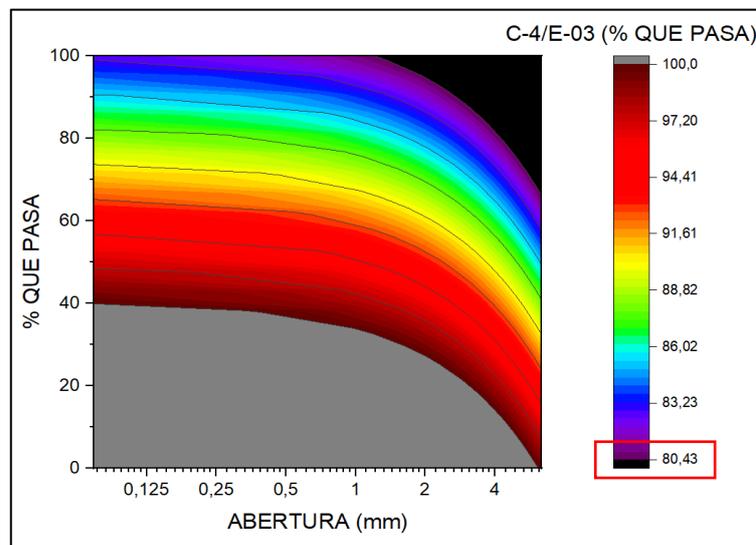


Figura 32. Representación gráfica de % que pasa C-04/E-03  
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 32 se puede apreciar la representación gráfica de relleno de color según el peso de porcentaje que pasa por el tamiz, respecto a E-03, el valor del suelo fino elevado es de 80.43%, pasante del tamiz N°200 con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad).

**Tabla 018.** Resumen de resultados de la clasificación SUCS y AASHTO.

CALICATA	ESTRATOS	% DE GRAVA	% DE ARENA	% PASA N°200	LL (%)	LP (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
								SUCS	AASHTO
C-1	E-2	0.00	2.48	97.52	40.22	14.13	26.09	CL	A-7-6 (14)
	E-3	2.58	31.90	65.52	43.58	12.22	31.36	CL	A-7-6 (15)
C-2	E-2	0.07	29.03	70.90	42.04	19.29	22.75	CL	A-7-6 (13)
	E-3	0.04	8.17	91.78	30.22	11.95	18.27	CL	A-6 (11)
	E-4	0.00	6.33	93.67	34.36	18.63	15.73	CL	A-6 (10)
C-3	E-2	2.89	15.35	81.76	25.92	17.33	8.59	CL	A-4 (8)
	E-3	0.02	13.33	86.66	16.71	7.51	9.20	CL	A-4 (8)
C-4	E-2	11.45	13.87	74.69	29.40	18.61	10.79	CL	A-6 (8)
	E-3	0.07	19.51	80.43	23.67	14.53	9.14	CL	A-4 (8)

Fuente: Elaboración propio

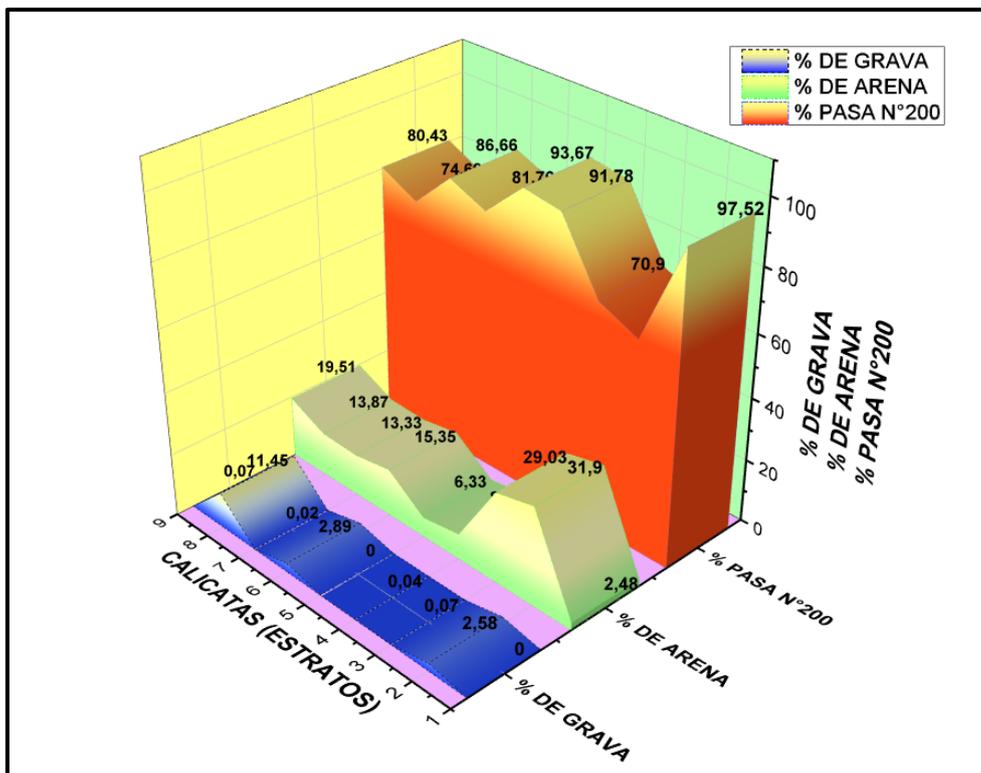


Figura 33. Porcentaje de clasificación del suelo

Fuente: Elaboración propia

En la figura 33 se puede apreciar la representación gráfica de relleno de color según el peso de porcentaje que pasa por el tamiz, interpretando el resultado de los tres componentes se puede apreciar al % que pasa el tamiz N°200 se encuentra en un porcentaje muy alto que viene dando un volumen a suelos finos elevados con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad).

#### 4.2.4. Ensayo de corte directo

Se realizó el ensayo con la finalidad de obtener los parámetros de resistencia, podemos observar los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos en la tabla 19.

**Tabla 019.** Resultados del ensayo de corte directo

CALICATA	NIVEL DE PROFUNDIDAD	ESTRATO	PARAMETROS DE RESISTENCIA	
			COHESION (kg/cm <sup>2</sup> )	ANGULO DE FRICCIÓN (°)
C-1	3	E-3	0.037	2.51
C-2	3	E-4	0.065	6.25
C-3	3	E-3	0.116	14.44
C-4	3	E-3	0.131	14.75

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar los resultados que se obtuvieron en la prueba de corte directo, en el cual el valor de la cohesión varía entre 0.037 kg/cm<sup>2</sup> y 0.131 kg/cm<sup>2</sup> ubicados en la C-1 y C-4 y los ángulos de fricción varían entre 2.51° y 14.75° que se encuentran en la respectiva calicata. Respecto a los valores de cohesión son suelos cohesivos, esto se debe a que en la zona existe suelo fino.

#### Cálculo de la capacidad portante admisible

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron de las pruebas realizadas en el laboratorio y los parámetros de resistencia, se definió el valor de la capacidad de la carga última y admisible por cada punto de investigación considerando un tipo de cimentación corrida, cuadrada y rectangular para lo cual se utilizó un factor de seguridad de 3.0 conforme a la norma de suelos y cimentaciones E.050.

La capacidad de carga última y admisible fueron determinados por los métodos aplicativos a la geotecnia, como Terzaghi, Meyerhof y la Norma E.050. con la cual se obtuvo resultado para el dimensionamiento de cimentaciones superficiales.

## Determinación de la capacidad de carga admisible calicata (C-1)

Para determinar la capacidad de carga admisible se consideraron los siguientes datos.

### CALICATA N°01

Cohesión	C =	0.128	Kg/cm <sup>2</sup>
Ángulo de fricción	Φ =	10.31	°
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ <sub>1</sub> =	1.41	g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ <sub>2</sub> =	1.41	g/cm <sup>3</sup>
Profundidad de la cimentación	D <sub>f</sub> =	3.00	m
Factor de seguridad	FS =	3	
Ángulo en grados que hace la carga con la vertical	alfa =	0	°

$$q_{ult} = cN_c S_c i_c + \gamma_1 D_f N_q i_q + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_\gamma S_\gamma i_\gamma \quad q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}$$

## Cimentación corrida

Tabla 020. C. de carga admisible (kg/cm<sup>2</sup>) – C. Corrida / Calicata N°01

D <sub>f</sub> (m) \ B(m)	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
0.8	0.462	0.463	0.464	0.466	0.467	0.469
1	0.486	0.487	0.488	0.490	0.491	0.493
1.5	0.546	0.547	0.548	0.550	0.551	0.552
1.8	0.582	0.583	0.584	0.585	0.586	0.588
2.5	0.665	0.666	0.667	0.669	0.670	0.672
3	0.725	0.726	0.727	0.729	0.730	0.732

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20 se puede apreciar el resultado de la capacidad de carga admisible (Q<sub>adm</sub>) para cimentaciones corridas considerando profundidades de desplante de 0.80m, 1.00m, 1.50m, 1.80m, 2.50m, y 3.00m respectivamente.

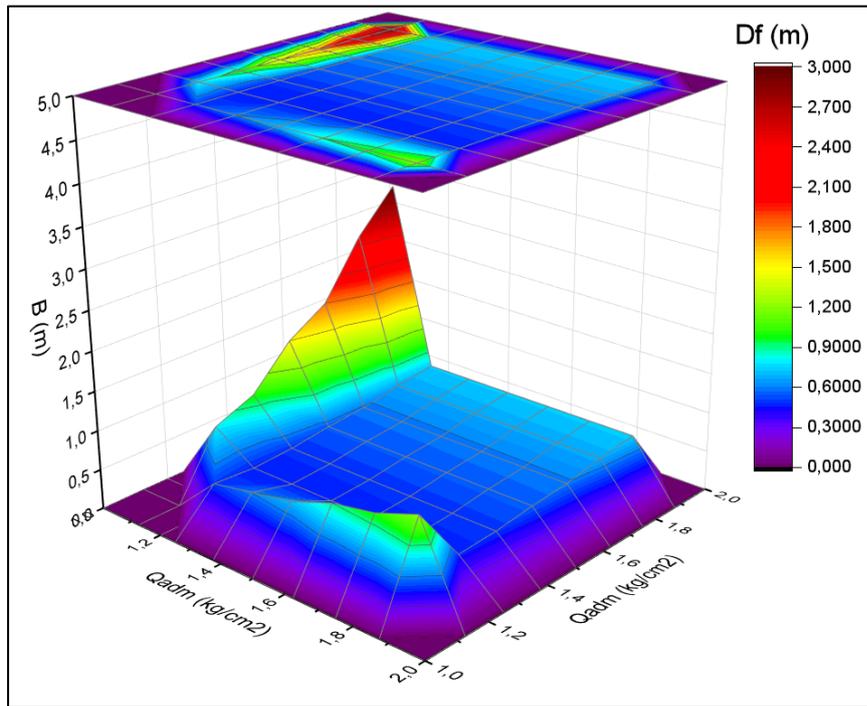


Figura 34. Grafica de superficie de Qadm(kg/cm<sup>2</sup>), C. Corrida / C-1

Fuente: Elaboración propia

En la figura 34 se observa la superficie de colores 3d que representan a la capacidad de carga admisible según la profundidad y las dimensiones para la cimentación corrida.

### Cimentación cuadrada

Tabla 021. C. de carga admisible (kg/cm<sup>2</sup>) – C. Cuadrada / Calicata N°01

Df(m) \ B(m)	1.0	1.25	1.70	2.10	2.60	3.00
1	0.561	0.563	0.566	0.569	0.573	0.576
1.25	0.591	0.593	0.596	0.599	0.603	0.606
1.7	0.645	0.647	0.650	0.653	0.657	0.660
1.8	0.657	0.659	0.662	0.665	0.669	0.672
2.6	0.752	0.754	0.758	0.761	0.764	0.767
3	0.800	0.802	0.806	0.809	0.812	0.815

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21 se puede apreciar el resultado de la capacidad de carga admisible (Qadm) para cimentaciones corridas considerando profundidades de desplante de 1.00m, 1.25m, 1.70, 1.80, 2.60m, y 3.00m respetivamente.

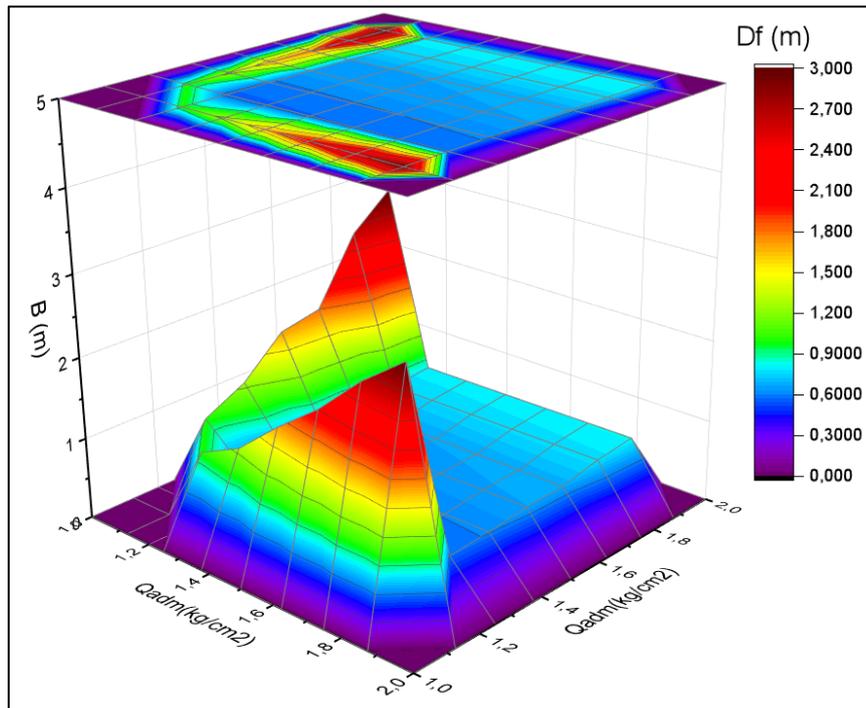


Figura 35. Grafica de superficie de  $Q_{adm}(kg/cm^2)$ , C. Cuadrada / C-1

Fuente: Elaboración propia

En la figura 35 se observa la superficie de colores 3d que representan a la capacidad de carga admisible según la profundidad y las dimensiones para la cimentación cuadrada.

### Cimentación rectangular

Tabla 022. C. de carga admisible ( $kg/cm^2$ ) – C. Rectangular / Calicata N°01

$D_f(m)$ \ $B(m)$	0.5x1.0	0.60x1.2	0.80x1.6	1.00x2.0	1.20x2.4	1.40x2.8
1	0.522	0.523	0.524	0.526	0.528	0.529
1.25	0.552	0.553	0.554	0.556	0.558	0.559
1.5	0.582	0.582	0.584	0.586	0.587	0.589
1.8	0.617	0.618	0.620	0.622	0.623	0.625
2.5	0.701	0.702	0.704	0.705	0.707	0.709
3	0.761	0.762	0.763	0.765	0.767	0.768

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 se puede apreciar el resultado de la capacidad de carga admisible ( $Q_{adm}$ ) para cimentaciones corridas considerando profundidades de desplante de 1.00m, 1.25m, 1.50, 1.80, 2.50m, y 3.00m respetivamente.

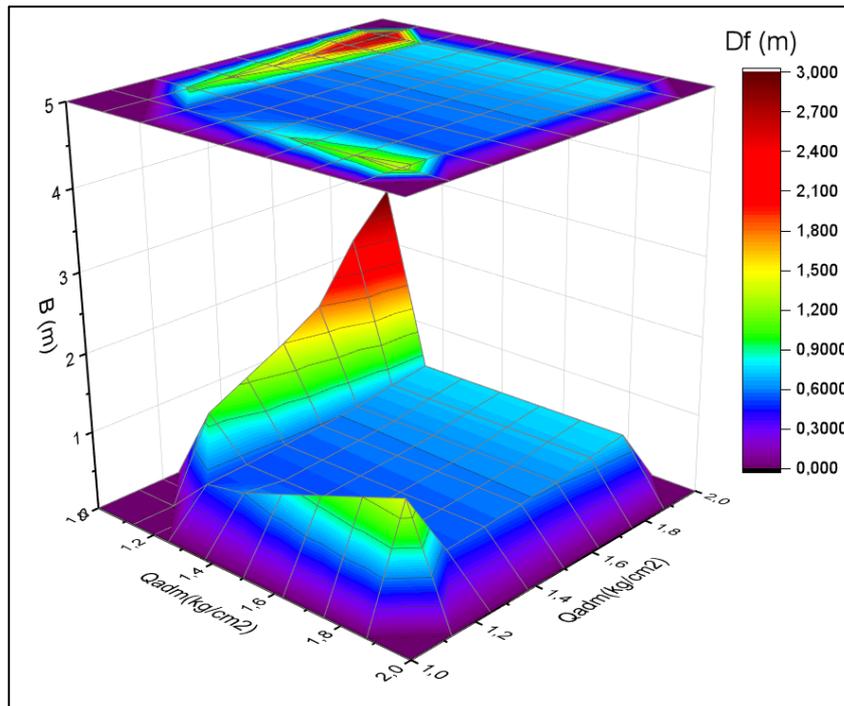


Figura 36. Grafica de superficie de Qadm(kg/cm2), C. Rectangular / C-1  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 36 se observa la superficie de colores 3d que representan a la capacidad de carga admisible según la profundidad y las dimensiones para la cimentación rectangular.

### Determinación de la capacidad de carga admisible calicata (C-2)

Para determinar la capacidad de carga admisible se consideraron los siguientes datos.

#### CALICATA N°02

Cohesión	C =	0.23	Kg/cm2
Ángulo de fricción	$\Phi$ =	15.5	°
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	$\gamma_1$ =	1.2	g/cm3
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	$\gamma_2$ =	1.2	g/cm3
Profundidad de la cimentación	Df =	3.00	m
Factor de seguridad	FS =	3	
Ángulo en grados que hace la carga con la vertical	alfa =	0	°

$$q_{ult} = cN_c S_c i_c + \gamma_1 D_f N_q i_q + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_\gamma S_\gamma i_\gamma$$

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}$$

## Cimentación corrida

Tabla 023. C. de carga admisible (kg/cm<sup>2</sup>) – C. Corrida / Calicata N°02

Df(m) \ B(m)	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
0.8	1.011	1.013	1.016	1.021	1.023	1.028
1	1.044	1.046	1.049	1.054	1.056	1.061
1.5	1.127	1.129	1.132	1.137	1.139	1.144
1.8	1.176	1.179	1.181	1.186	1.189	1.194
2.5	1.292	1.294	1.297	1.302	1.304	1.309
3	1.375	1.377	1.380	1.385	1.387	1.392

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23 se puede apreciar el resultado de la capacidad de carga admisible (Qadm) para cimentaciones corridas considerando profundidades de desplante de 0.80m, 1.00m, 1.50m, 1.80m, 2.50m, y 3.00m respectivamente.

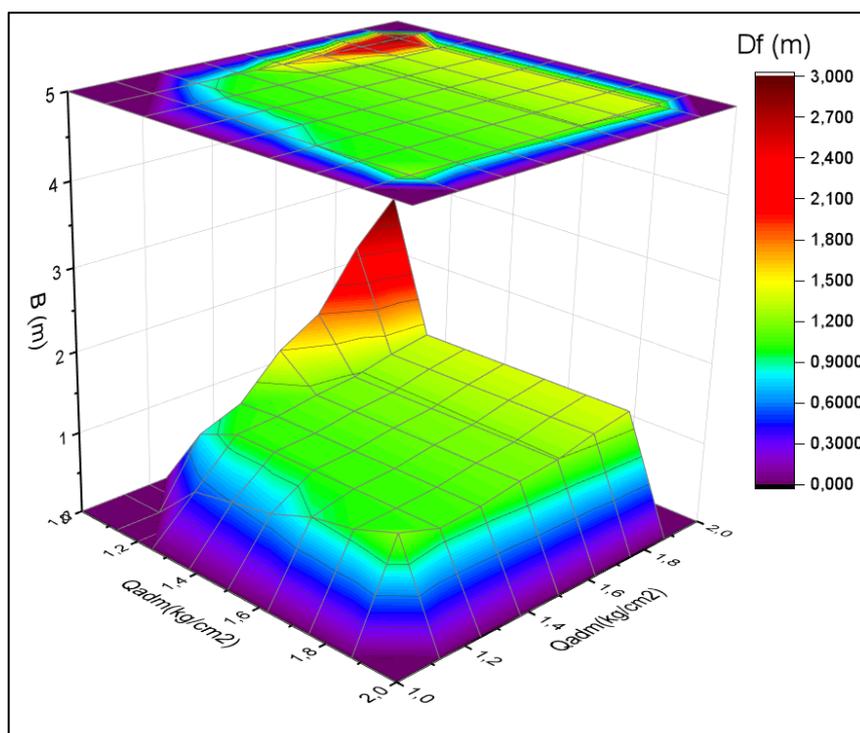


Figura 37. Grafica de superficie de Qadm(kg/cm<sup>2</sup>), C. Corrida / C-2

Fuente: Elaboración propia

En la figura 37 se observa la superficie de colores 3d que representan a la capacidad de carga admisible según la profundidad y las dimensiones para la cimentación corrida.

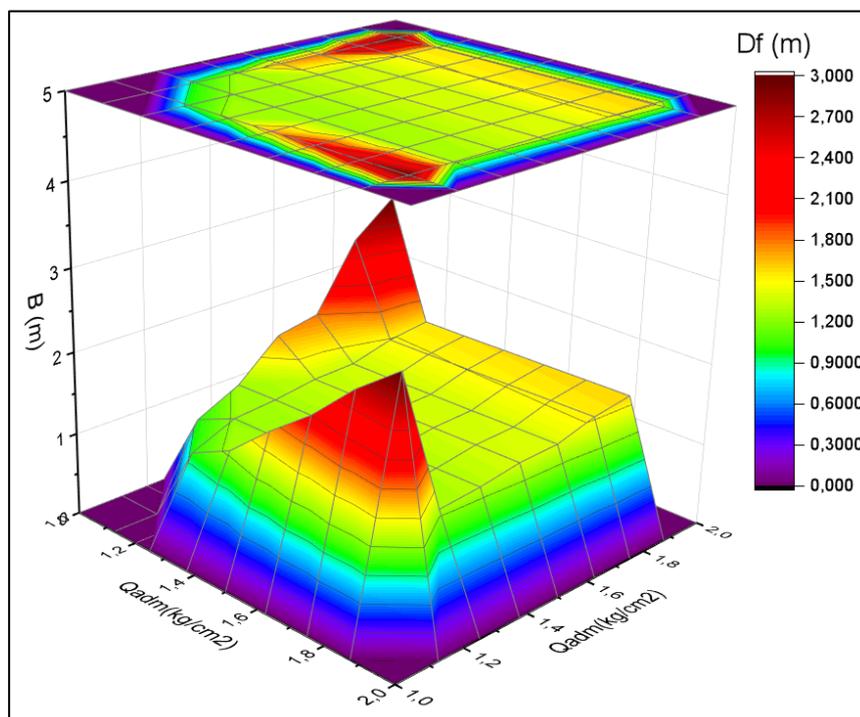
## Cimentación cuadrada

**Tabla 024.** C.de carga admisible (kg/cm<sup>2</sup>) – C. Cuadrada / Calicata N°02

Df(m) \ B(m)	1.0	1.25	1.70	2.10	2.60	3.00
1	1.225	1.230	1.239	1.247	1.257	1.265
1.25	1.266	1.271	1.280	1.288	1.298	1.306
1.7	1.340	1.345	1.354	1.362	1.372	1.380
1.8	1.357	1.362	1.371	1.379	1.389	1.397
2.6	1.489	1.494	1.503	1.511	1.521	1.529
3	1.555	1.560	1.569	1.577	1.587	1.595

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 se puede apreciar el resultado de la capacidad de carga admisible ( $Q_{adm}$ ) para cimentaciones corridas considerando profundidades de desplante de 1.00m, 1.25m, 1.70, 1.80, 2.60m, y 3.00m respetivamente.



**Figura 38.** Grafica de superficie de  $Q_{adm}$ (kg/cm<sup>2</sup>), C. Cuadrada / C-2

Fuente: Elaboración propia

En la figura 38 se observa la superficie de colores 3d que representan a la capacidad de carga admisible según la profundidad y las dimensiones para la cimentación cuadrada.

## Cimentación rectangular

Tabla 025. C. de carga admisible (kg/cm<sup>2</sup>) – C. Rectangular / Calicata N°02

Df(m) \ B(m)	0.5x1.00	0.60x1.20	0.8x1.6	1.0x2.0	1.2x2.4	1.4x2.8
1	1.129	1.132	1.136	1.141	1.145	1.149
1.25	1.171	1.173	1.177	1.182	1.186	1.191
1.5	1.212	1.214	1.219	1.223	1.228	1.232
1.8	1.262	1.264	1.268	1.273	1.277	1.282
2.5	1.377	1.380	1.384	1.388	1.393	1.397
3	1.460	1.462	1.467	1.471	1.476	1.480

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 se puede apreciar el resultado de la capacidad de carga admisible (Q<sub>adm</sub>) para cimentaciones corridas considerando profundidades de desplante de 1.00m, 1.25m, 1.50, 1.80, 2.50m, y 3.00m respetivamente.

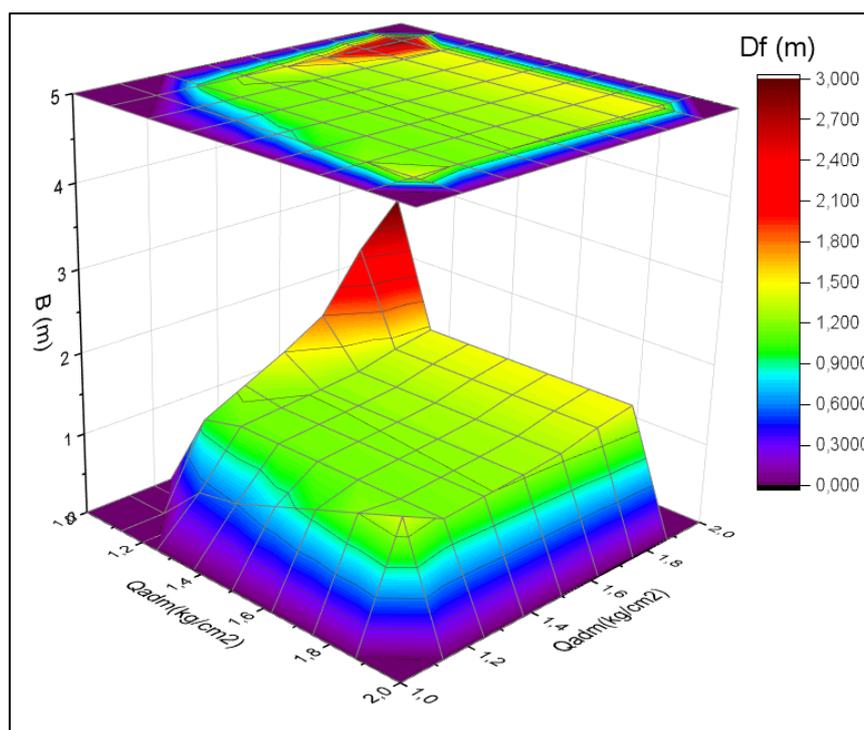


Figura 39. Grafica de superficie de Q<sub>adm</sub>(kg/cm<sup>2</sup>), C. Rectangular / C-2

Fuente: Elaboración propia

En la figura 39 se observa la superficie de colores 3d que representan a la capacidad de carga admisible según la profundidad y las dimensiones para la cimentación rectangular.

### Determinación de la capacidad de carga admisible calicata (C-3)

Para determinar la capacidad de carga admisible se consideraron los siguientes datos.

#### CALICATA N°03

Cohesión	C =	0.188	Kg/cm2
Ángulo de fricción	Φ =	14.44	°
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ1 =	1.5	g/cm3
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ2 =	1.5	g/cm3
Profundidad de la cimentación	Df =	3.00	m
Factor de seguridad	FS =	3	
Ángulo en grados que hace la carga con la vertical	alfa =	0	°

$$q_{ult} = cN_c S_c i_c + \gamma_1 D_f N_q i_q + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_\gamma S_\gamma i_\gamma$$

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}$$

### Cimentación corrida

Tabla 026. C. de carga admisible (kg/cm2) – C. Corrida / Calicata N°03

B(m) \ Df(m)	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
0.8	0.828	0.831	0.833	0.838	0.841	0.846
1	0.866	0.868	0.871	0.876	0.878	0.883
1.5	0.959	0.962	0.964	0.969	0.972	0.977
1.8	1.015	1.018	1.020	1.025	1.028	1.033
2.5	1.146	1.149	1.151	1.156	1.159	1.164
3	1.239	1.242	1.245	1.250	1.252	1.257

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26 se puede apreciar el resultado de la capacidad de carga admisible (Qadm) para cimentaciones corridas considerando profundidades de desplante de 0.80m, 1.00m, 1.50m, 1.80m, 2.50m, y 3.00m respetivamente.

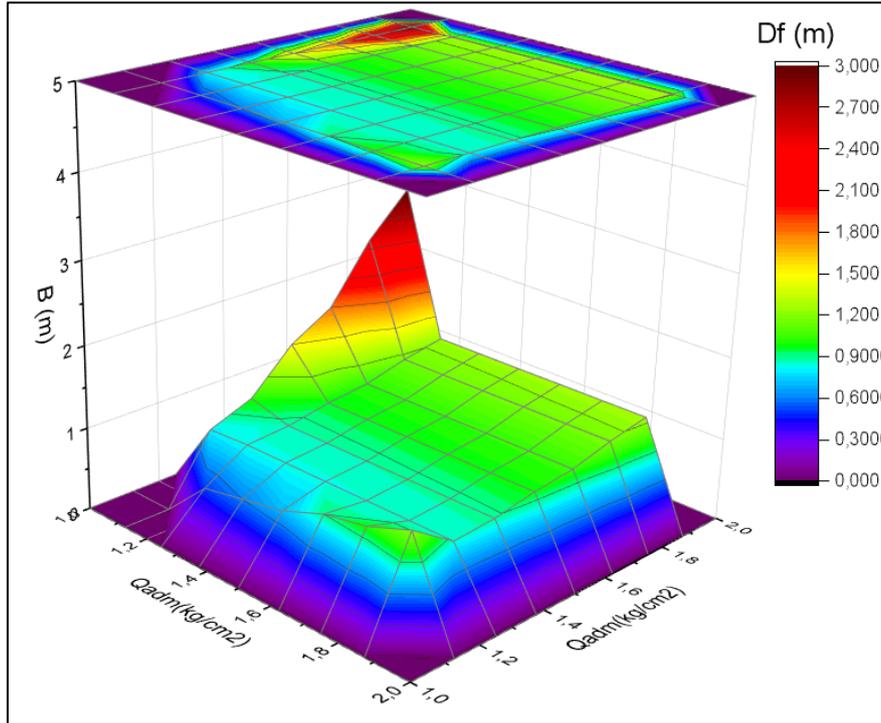


Figura 40. Grafica de superficie de  $Q_{adm}(kg/cm^2)$ , C. Corrida / C-3

Fuente: Elaboración propia

En la figura 40 se observa la superficie de colores 3d que representan a la capacidad de carga admisible según la profundidad y las dimensiones para la cimentación corrida.

### Cimentación cuadrada

Tabla 027. C. de carga admisible ( $kg/cm^2$ ) – C. Cuadrada / Calicata N°03

$D_f(m)$ \ $B(m)$	1.0	1.25	1.70	2.10	2.60	3.00
1	1.007	1.012	1.021	1.029	1.039	1.047
1.25	1.053	1.058	1.067	1.075	1.085	1.094
1.7	1.137	1.142	1.151	1.160	1.170	1.178
1.8	1.156	1.161	1.170	1.178	1.188	1.196
2.6	1.306	1.311	1.320	1.328	1.338	1.346
3	1.380	1.385	1.394	1.402	1.413	1.421

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 35 se puede apreciar el resultado de la capacidad de carga admisible ( $Q_{adm}$ ) para cimentaciones corridas considerando profundidades de desplante de 1.00m, 1.25m, 1.70, 1.80, 2.60m, y 3.00m respetivamente.

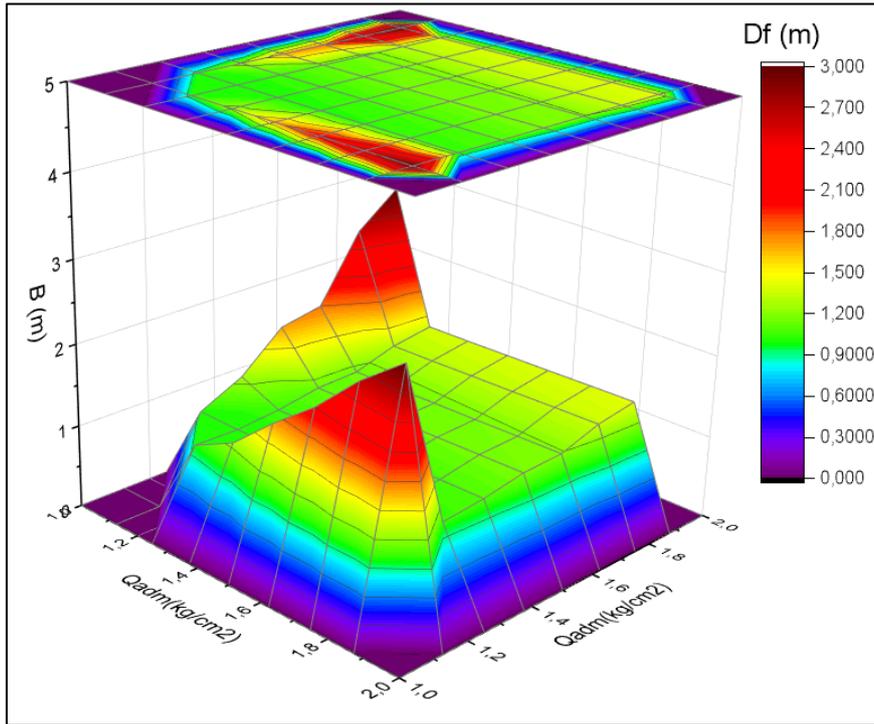


Figura 41. Grafica de superficie de  $Q_{adm}(kg/cm^2)$ , C. Cuadrada / C-3  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 41 se observa la superficie de colores 3d que representan a la capacidad de carga admisible según la profundidad y las dimensiones para la cimentación cuadrada.

### Cimentación rectangular

Tabla 028. C. de carga admisible ( $kg/cm^2$ ) – C. Rectangular / Calicata N°03

$D_f(m)$ \ $B(m)$	0.5x1.00	0.60x1.20	0.8x1.6	1.0x2.0	1.2x2.4	1.4x2.8
1	0.931	0.933	0.938	0.942	0.947	0.951
1.25	0.978	0.980	0.985	0.989	0.994	0.998
1.5	1.025	1.027	1.031	1.036	1.040	1.045
1.8	1.081	1.083	1.087	1.092	1.096	1.101
2.5	1.211	1.214	1.218	1.223	1.227	1.232
3	1.305	1.307	1.312	1.316	1.321	1.325

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 37 se puede apreciar el resultado de la capacidad de carga admisible ( $Q_{adm}$ ) para cimentaciones corridas considerando profundidades de desplante de 1.00m, 1.25m, 1.50, 1.80, 2.50m, y 3.00m respetivamente.

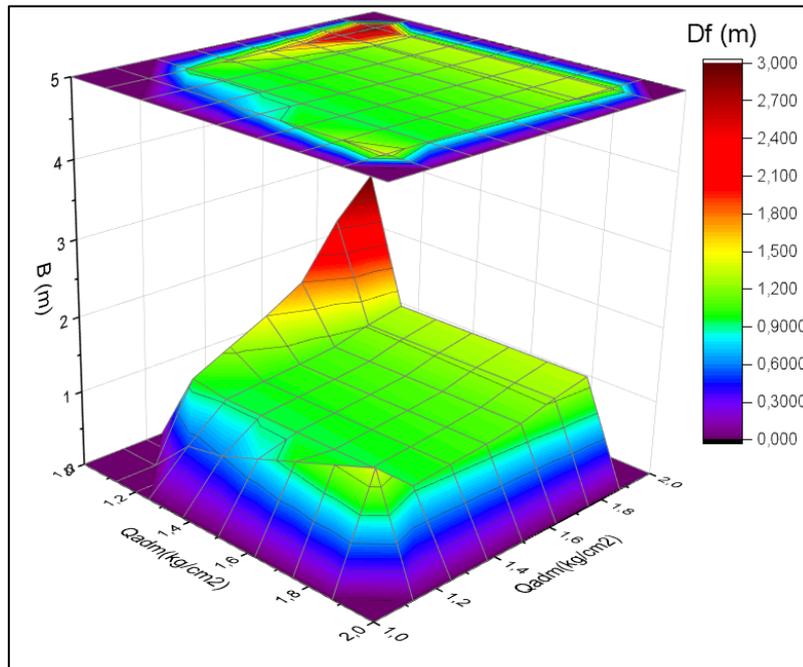


Figura 42. Grafica de superficie de Qadm(kg/cm2), C. Rectangular / C-3

Fuente: Elaboración propia

En la figura 42 se observa la superficie de colores 3d que representan a la capacidad de carga admisible según la profundidad y las dimensiones para la cimentación rectangular.

#### Determinación de la capacidad de carga admisible calicata (C-4)

Para determinar la capacidad de carga admisible se consideraron los siguientes datos.

##### CALICATA N°04

Cohesión	C =	0.179	Kg/cm2
Ángulo de fricción	$\Phi$ =	14.75	°
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	$\gamma_1$ =	1.51	g/cm3
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	$\gamma_2$ =	1.51	g/cm3
Profundidad de la cimentación	Df =	3.00	m
Factor de seguridad	FS =	3	
Ángulo en grados que hace la carga con la vertical	alfa =	0	°

$$q_{ult} = cN_c S_c i_c + \gamma_1 D_f N_q i_q + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_\gamma S_\gamma i_\gamma$$

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}$$

## Cimentación corrida

Tabla 029. C. de carga admisible (kg/cm<sup>2</sup>) – C. Corrida / Calicata N°04

Df(m) \ B(m)	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
0.8	0.814	0.817	0.820	0.825	0.828	0.833
1	0.853	0.856	0.858	0.864	0.866	0.872
1.5	0.950	0.952	0.955	0.961	0.963	0.969
1.8	1.008	1.011	1.013	1.019	1.021	1.027
2.5	1.143	1.146	1.149	1.154	1.157	1.162
3	1.240	1.243	1.246	1.251	1.254	1.259

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29 se puede apreciar el resultado de la capacidad de carga admisible (Qadm) para cimentaciones corridas considerando profundidades de desplante de 0.80m, 1.00m, 1.50m, 1.80m, 2.50m, y 3.00m respetivamente.

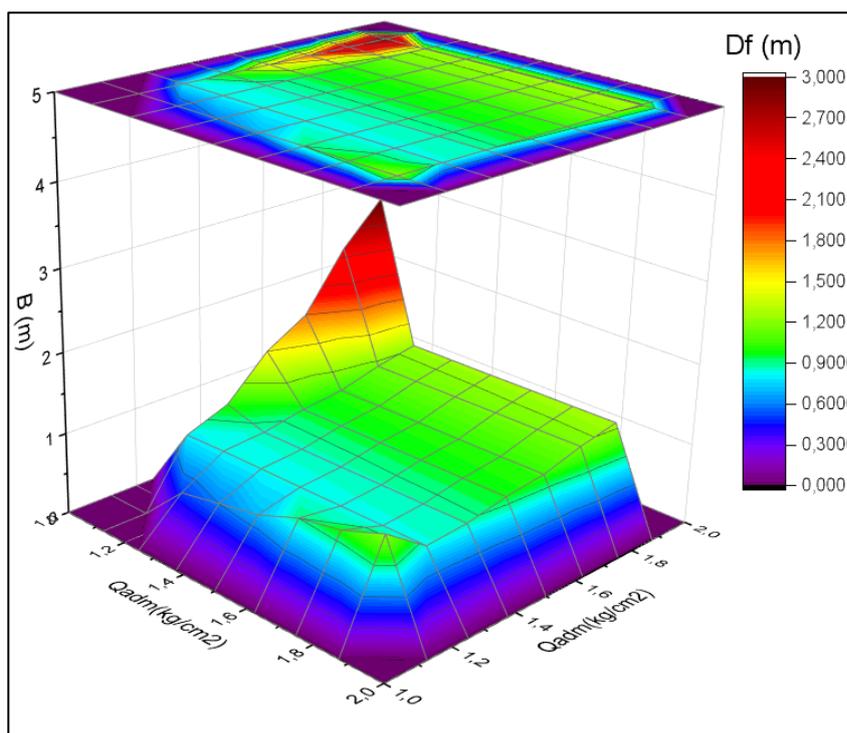


Figura 43. Grafica de superficie de Qadm(kg/cm<sup>2</sup>), C. Corrida / C-3

Fuente: Elaboración propia

En la figura 43 se observa la superficie de colores 3d que representan a la capacidad de carga admisible según la profundidad y las dimensiones para la cimentación corrida.

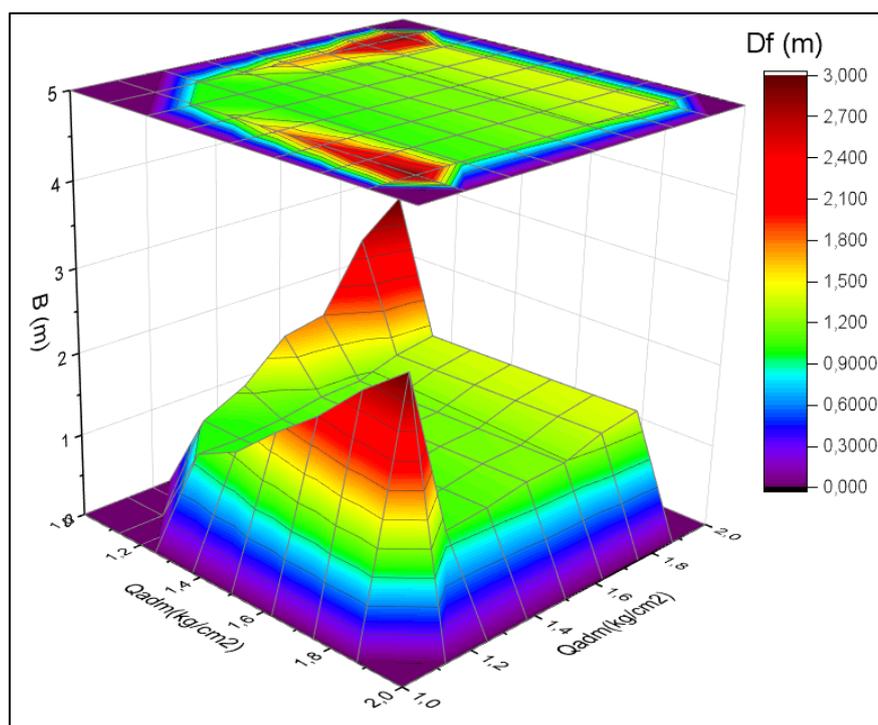
## Cimentación cuadrada

**Tabla 030.** C. de carga admisible (kg/cm<sup>2</sup>) – C. Cuadrada / Calicata N°04

Df(m) \ B(m)	1.0	1.25	1.70	2.10	2.60	3.00
1	0.990	0.995	1.005	1.014	1.025	1.033
1.25	1.039	1.044	1.054	1.062	1.073	1.082
1.7	1.126	1.131	1.141	1.149	1.160	1.169
1.8	1.145	1.150	1.160	1.169	1.180	1.188
2.6	1.300	1.305	1.315	1.324	1.335	1.343
3	1.378	1.383	1.393	1.401	1.412	1.421

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 30 se puede apreciar el resultado de la capacidad de carga admisible ( $Q_{adm}$ ) para cimentaciones corridas considerando profundidades de desplante de 1.00m, 1.25m, 1.70, 1.80, 2.60m, y 3.00m respetivamente.



**Figura 44.** Grafica de superficie de  $Q_{adm}$ (kg/cm<sup>2</sup>), C. Cuadrada / C-4

Fuente: Elaboración propia

En la figura 44 se observa la superficie de colores 3d que representan a la capacidad de carga admisible según la profundidad y las dimensiones para la cimentación cuadrada.

## Cimentación rectangular

Tabla 031. C. de carga admisible (kg/cm<sup>2</sup>) – C. Corrida / Calicata N°04

Df(m) \ B(m)	0.5x1.00	0.60x1.20	0.8x1.6	1.0x2.0	1.2x2.4	1.4x2.8
1	0.916	0.919	0.923	0.928	0.933	0.938
1.25	0.965	0.967	0.972	0.977	0.982	0.986
1.5	1.013	1.015	1.020	1.025	1.030	1.035
1.8	1.071	1.073	1.078	1.083	1.088	1.093
2.5	1.207	1.209	1.214	1.219	1.224	1.229
3	1.304	1.306	1.311	1.316	1.321	1.325

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 31 se puede apreciar el resultado de la capacidad de carga admisible (Q<sub>adm</sub>) para cimentaciones corridas considerando profundidades de desplante de 1.00m, 1.25m, 1.50, 1.80, 2.50m, y 3.00m respetivamente.

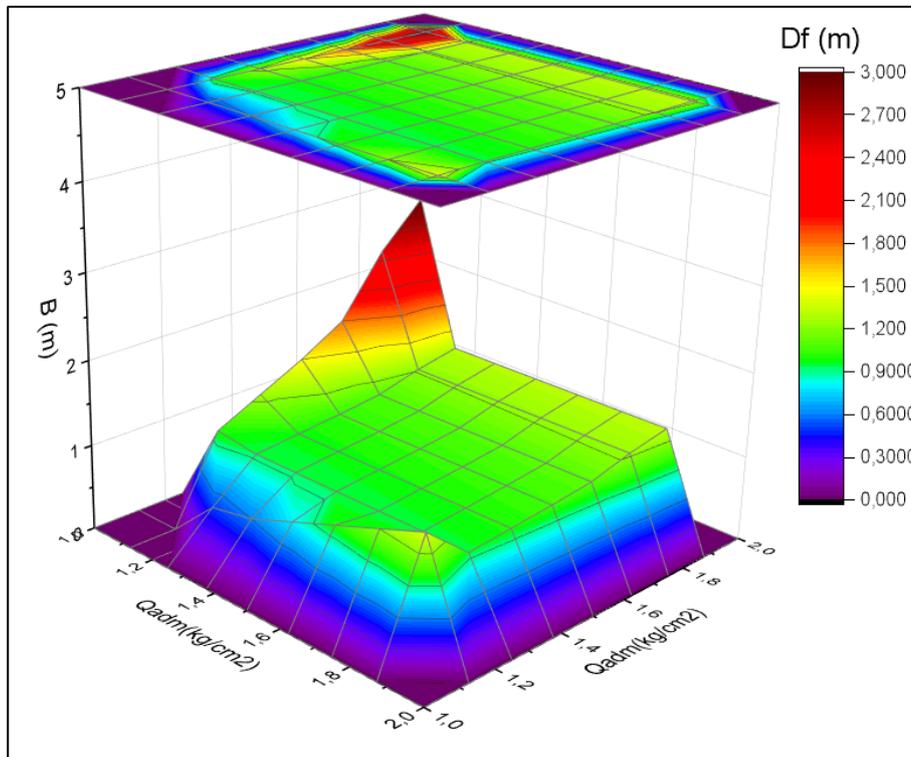


Figura 45. Grafica de superficie de Q<sub>adm</sub>(kg/cm<sup>2</sup>), C. Rectangular / C-4

Fuente: Elaboración propia

En la figura 45 se observa la superficie de colores 3d que representan a la capacidad de carga admisible según la profundidad y las dimensiones para la cimentación rectangular.

### Condición del suelo con fines de cimentación superficial

De acuerdo al resultado obtenidos, se procede a evaluar las condiciones del suelo para fines de cimentación superficial considerando como principal parámetro el valor de la capacidad portante admisible.

**Tabla 032.** Resumen de condición del suelo para zona de estudio

Tipo de cimentación	Puntos de investigación	Qadm(kg/cm <sup>2</sup> )	Condición
Cimentación corrida	C1	0.581	Aceptable
	C2	1.179	Buena
	C3	1.017	Buena
	C4	1.010	Buena
Cimentación cuadrada	C1	1.391	Buena
	C2	1.391	Buena
	C3	1.192	Buena
	C4	1.183	Buena
Cimentación rectangular	C1	0.626	Aceptable
	C2	1.278	Buena
	C3	1.098	Buena
	C4	1.089	Buena

Fuente: Elaboración propia

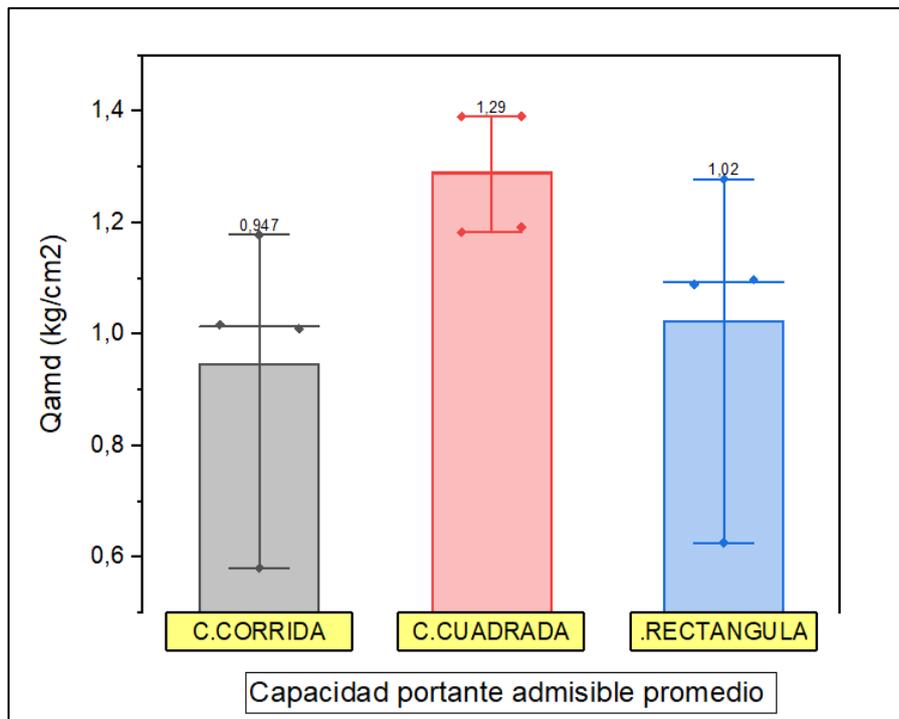


Figura 46. Promedio de capacidad portante admisible

Fuente: Elaboración propia

En la figura 46 se observa en el gráfico de barras que representa al promedio de la capacidad de carga admisible según el tipo de cimentación superficial, como para la cimentación corrida tiene una capacidad portante admisible de 0.947 kg/cm<sup>2</sup> por lo cual es aceptable, para la cimentación cuadrada tiene una capacidad portante admisible de 1.29 kg/cm<sup>2</sup> por lo cual es buena y para la cimentación rectangular tiene una capacidad portante admisible de 1.02 kg/cm<sup>2</sup> por lo cual es buena.

### 4.3. Perfil estratigráfico del suelo

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO				C-01
PROF.(m)	ESTRATO	SIMBOLO GRÁFICO	CLASIFICACIÓN SUCS	DESCRIPCIÓN DE SUELO
0.10	E-01		OH	Limo orgánico o arcilla orgánica de alta plasticidad
0.20				
0.30				
0.40				
0.50	E-02		CL	Arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas con arenas de color blanco grisáceo en estado semihumedo
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10				
1.20				
1.30	E-03		CL	Arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava , arcillas arenosas de color amarillo pálido
1.40				
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00				
2.10				
2.20				
2.30				
2.40				
2.50				
2.60				
2.70				
2.80				
2.90				
3.00				
3.10				

#### CALICATA 01:

Profundidad : -3.10 m

Del nivel cero (NTN) al nivel -0.40m; se encontró material orgánico compuesto de tierra marrón con presencia de raíces.

Del nivel -0.40m al nivel -1.50m; se encontró un suelo fino, con limite liquido de 40.22% y un límite plástico de 14.13% y con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad) con un contenido de humedad de 33.12%

Del nivel -1.50m al nivel -3.10m; se encontró un suelo fino, con limite liquido de 43.58% y un límite plástico de 12.22% y con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad) con un contenido de humedad de 41.24%

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO				C-02
PROF.(m)	ESTRATO	SIMBOLO GRÁFICO	CLASIFICACIÓN SUCS	DESCRIPCIÓN DE SUELO
0.10	E-01		OH	Limo orgánico de color marron
0.20	E-02		CL	Arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas con arenas de color amarillo claro en estado semihumedo.
0.30				
0.40				
0.50	E-03		CL	Arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas con arenas de color marron grisáceo en estado semihumedo.
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10	E-04		CL	Arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas de color gris verdoso claro en estado humedo.
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00				
2.10				
2.20				
2.30				
2.40				
2.50				
2.60				
2.70				
2.80				
2.90				
3.00				
3.10				

### CALICATA 02:

Profundidad : -3.10 m

Del nivel cero (NTN) al nivel -0.10m; se encontró material orgánico compuesto de tierra marrón con presencia de raíces.

Del nivel -0.10m al nivel -0.40m; se encontró un suelo fino, con limite liquido de 42.04% y un límite plástico de 19.29% y con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad) con un contenido de humedad de 31.81%.

Del nivel -0.40m al nivel -1.00m; se encontró un suelo fino, con limite liquido de 30.22% y un límite plástico de 11.95% y con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad) con un contenido de humedad de 27.73%.

Del nivel -1.00m al nivel -3.10m; se encontró un suelo fino, con limite liquido de 34.36% y un límite plástico de 18.63% y con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad) con un contenido de humedad de 28.83%.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO				C-03
PROF.(m)	ESTRATO	SIMBOLO GRÁFICO	CLASIFICACIÓN SUCS	DESCRIPCIÓN DE SUELO
0.15	E-01		OH	Limo orgánico en estado seco
0.20	E-02		CL	Arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas con gravas, arcilla arenosa de color blanco grisáceo en estado semihumedo.
0.30				
0.40				
0.50				
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10				
1.20	E-03		CL	Arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas con arena de color amarillo pálido.
1.35				
1.40				
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00				
2.10				
2.20				
2.30				
2.40				
2.50				
2.60				
2.70				
2.80				
2.90				
3.00				
3.10				

**CALICATA 03:**

Profundidad : -3.10 m

Del nivel cero (NTN) al nivel -0.15m; se encontró material orgánico compuesto de tierra marrón con presencia de raíces.

Del nivel -0.15m al nivel -1.35m; se encontró un suelo fino, con limite liquido de 25.92% y un límite plástico de 17.33% y con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad) con un contenido de humedad de 15.35%

Del nivel -1.35m al nivel -3.10m; se encontró un suelo fino, con limite liquido de 16.71% y un límite plástico de 7.51% y con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad) con un contenido de humedad de 14.73%

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO				C-04
PROF.(m)	ESTRATO	SIMBOLO GRÁFICO	CLASIFICACIÓN SUCS	DESCRIPCIÓN DE SUELO
0.10	E-01		OH	Limo orgánico o arcilla orgánica de alta plasticidad
0.20				
0.30	E-02		CL	Arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas con gravas, arcilla arenosa de color blanco grisáceo en estado semihumedo.
0.40				
0.50				
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10				
1.20				
1.30	E-03		CL	Arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas con arena de color amarillo pálido.
1.40				
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00				
2.10				
2.20				
2.30				
2.40				
2.50				
2.60				
2.70				
2.80				
2.90				
3.00				

**CALICATA 04:**

Profundidad : -3.00 m

Del nivel cero (NTN) al nivel -0.20m; se encontró material orgánico compuesto de tierra marrón con presencia de raíces.

Del nivel -0.20m al nivel -1.30m; se encontró un suelo fino, con limite liquido de 29.40% y un límite plástico de 18.61% y con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad) con un contenido de humedad de 19.40%

Del nivel -1.30m al nivel -3.00m; se encontró un suelo fino, con limite liquido de 23.67% y un límite plástico de 14.53% y con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad) con un contenido de humedad de 20.91%

#### **4.4. Contrastación de hipótesis general y específicas**

##### **Contrastación de hipótesis general**

H.G: La capacidad portante admisible del suelo determina las dimensiones de las cimentaciones superficiales.

En cuanto a la hipótesis general formulada en la investigación, se afirma que la capacidad portante admisible del suelo determina las dimensiones de las cimentaciones superficiales, dado que se demuestra una secuencia así determinando inicialmente las propiedades físicas - mecánicas del terreno, el tipo de suelo y sus parámetros de resistencia, de los resultados obtenidos se calculó la capacidad portante admisible del terreno, el cual es un parámetro para dimensionar las cimentaciones superficiales, por lo tanto la hipótesis general planteado es verdadero.

##### **Contrastación de hipótesis específicas**

**H.E.1** Las propiedades físicas justifican las dimensiones de las cimentaciones superficiales.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio de suelos previo análisis de las muestras alteradas extraídas de cada punto de investigación, podemos afirmar que las propiedades físicas si justifican las dimensiones de las cimentaciones superficiales, así como el tipo de suelo sobre el cual se va dimensionar y esto determinando mediante el método para la clasificación de suelos SUCS y AASHTO.

**H.E.2** Las propiedades mecánicas evalúan las dimensiones de las cimentaciones superficiales.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio de suelos previo análisis de las muestras inalteradas extraídas de cada punto de investigación, podemos afirmar que las propiedades mecánicas si evalúan las dimensiones de las cimentaciones superficiales mediante los parámetros de cohesión y fricción del suelo para poder calcular la capacidad portante admisible y así poder dimensionar las cimentaciones superficiales según su profundidad como también identificar el tipo de suelo por lo tanto se confirma que esta hipótesis específica 2 es verdadera.

**H.E.3.** La composición del suelo define las dimensiones de las cimentaciones superficiales.

Según los resultados obtenidos de los ensayos se puede analizar que la característica específica y tipo del suelo puede definir según sus propiedades físicas y mecánicas para lo cual define las dimensiones superficiales por lo tanto esta hipótesis específica 3 es verdadera.

## **V. DISCUSIÓN**

### **Discusión general.**

De acuerdo al planteamiento del problema, hoy en día el distrito de Putina, específicamente la urbanización Santa María en el cual existen pocas edificaciones de material noble (autoconstruidas), las cuales no cuentan con un estudio de suelos y carecen de un correcto diseño de las cimentaciones, lo cual a largo plazo puede ocasionar el colapso de la estructura, debido a que se desconoce el tipo de suelo donde se asientan las edificaciones, sus propiedades físico-mecánicas, la capacidad portante del terreno y los asentamientos admisibles que podría presentar el terreno, ya es fundamental realizar un dimensionamiento geométrico de la zona que nos permita conocer las características geotécnicas del terreno para diseñar correctamente la cimentación superficial, a fin de evitar que se produzca una falla por la capacidad de carga. Con respecto al objetivo general, se determinó las dimensiones de las cimentaciones superficiales por medio de la capacidad portante admisible del suelo realizando diferentes pruebas de ensayos físicos y mecánicos.

### **Discusión específica 1**

Esta investigación tuvo como objetivo justificar las dimensiones de las cimentaciones superficiales mediante las propiedades físicas influyentes, podemos confirmar que las propiedades físicas si justifican las dimensiones de las cimentaciones superficiales, así como el tipo de suelo sobre el cual se va dimensionar y esto determinando mediante el método para la clasificación de suelos SUCS y AASHTO.

### **Discusión específica 2**

La investigación tuvo como objetivo relacionar las dimensiones de las cimentaciones superficiales a través de las propiedades mecánicas. podemos confirmar que las propiedades mecánicas si tienen relación directa puesto que es fundamental conocer los parámetros de cohesión y fricción del suelo para poder calcular la capacidad portante admisible y así poder dimensionar las cimentaciones superficiales.

### **Discusión específica 3**

La investigación está basada en el estudio del suelo para poder definir las dimensiones apropiadas de las cimentaciones superficiales mediante la característica específica del suelo, según sus propiedades físicas y mecánicas.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **Conclusión general**

Se determinó la capacidad de carga admisible de la Urbanización Santa María distrito de Putina, dichos resultados dependen de la profundidad de desplante (Df), factores de capacidad de carga, ángulo de fricción, cohesión, área de la cimentación y densidad natural, dando como resultado a una capacidad de carga admisible promedio para una cimentación corrida de 0.947 kg/cm<sup>2</sup> para una profundidad Df: 0.80m, cimentación cuadrada 1.29 kg/cm<sup>2</sup> para profundidad de Df: 3.00m y cimentación rectangular de 1.02 kg/cm<sup>2</sup> para una profundidad de Df: 3.00m.

### **Conclusión específica 1**

Las propiedades físicas suelo del de la Urbanización Santa María distrito de Putina, son arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL), con un contenido de humedad de 25.90%, limite liquido de 37.79%, limite plástico de 14.91%, índice de plasticidad de 16.88%.

### **Conclusión específica 2**

Las propiedades mecánicas del suelo del de la Urbanización Santa María distrito de Putina, según los parámetros tiene un ángulo de fricción promedio de 9.49°, cohesión 0.087kg/cm<sup>2</sup>, peso específico de 1.40 gr/cm<sup>3</sup>, utilizando la teoría de Meyerhof y la Norma E050 se determinó la capacidad portante admisible para el dimensionamiento superficial de cimentaciones.

### **Conclusión específica 3**

Se determinó las características y tipo de suelo del de la Urbanización Santa María distrito de Putina, se encontró un suelo fino, y con una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad).

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda tomar en cuenta esta investigación para la construcción de edificaciones en la Urbanización Santa María distrito de Putina, el cual deberá cumplir con los criterios de diseño que establece el RNE Norma E.050.

Se recomienda que en el Urbanización Santa María distrito de Putina se realicen la construcción de viviendas con cimentaciones superficiales y mejorando el terreno con material de préstamo, ya que los estudios realizados conllevan a un tipo de suelo fino, cuya resistencia es baja y es adecuada para construcciones de viviendas de primer nivel. Se recomienda proyectar cimentaciones superficiales de mayor dimensión como zapatas aisladas, combinadas, conectadas y losas de cimentación en zonas donde la capacidad portante es menor, a diferencia de las zonas que presenten una mayor capacidad portante. Lo cual originaría que el diseño de la cimentación sea menos factible económicamente pero estructuralmente más segura.

Se recomienda a la Municipalidad provincial de San Antonio de Putina, considerar y adjuntar esta investigación de los estudios de mecánica de suelos y cálculos de capacidad carga admisible, realizados en la Urbanización, con la finalidad de tomar una mejor decisión en la elección de las cimentaciones superficiales y/o cimentaciones profundas dando como resultado un adecuado diseño de cimentaciones para las viviendas multifamiliares.

Se recomienda a las futuras investigaciones realizar los ensayos químicos para determinar el (ph) del suelo, contenido de cloruro y contenido de sulfatos, para determinar si el suelo de la urbanización Santa María distrito de Putina contiene sales que pueden llegar a dañar las cimentaciones de las viviendas multifamiliares.

## REFERENCIAS

### Normas

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018), Modifica la Norma Técnica E.030 Diseño Sismo Resistente, Decreto Supremo N°003-2016-VIVIENDA.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, Manual de Carreteras: Suelos, Geología, geotecnia y Pavimentos, Resolución N°005-2013-MTC/14.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018), Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones, Resolución Ministerial N°406-2018-VIVIENDA.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018), Modifica la Norma Técnica E.030 Diseño Sismo Resistente, Decreto Supremo N°003-2016-VIVIENDA

### Trabajos de titulación

ATENCIO, Víctor. Determinación de la capacidad de carga admisible para las cimentaciones superficiales del sector 12 San Antonio, distrito G. Albarracín, provincia Tacna. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Tacna: "Universidad Privada de Tacna", 2020. 150pp.

Disponible en: <https://n9.cl/ifsg7>

BELTRÁN, Jimmy. Análisis de la capacidad de carga admisible de los suelos de cimentación del Complejo Arqueológico Chan Chan debido al ascenso del nivel freático. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). La Libertad: "Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas", 2018. 149pp.

Disponible en <https://onx.la/d1f5a>

ORTIZ, Ronald. Influencia del nivel freático en la determinación de capacidad portante de suelos, en cimentaciones superficiales, distrito de Pilcomayo en 2017. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Huancayo: "Universidad Nacional del centro del Perú", 2017. 113pp.

Disponible en <https://onx.la/64a7e>

FERNÁNDEZ, Renán. Capacidad portante con fines de cimentación mediante los ensayos SPT y corte directo en el distrito de aguas verdes Tumbes. Tesis (Grado Académico Maestro en Ciencias). Cajamarca: “Universidad nacional de Cajamarca”, 2015. 116pp.

Disponible en <https://onx.la/b15e2>

ARCHENTI, Joel. Zonificación de la capacidad portante del suelo en la localidad de Lagunas distrito de Lagunas, Alto Amazonas - región de Loreto. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Tarapoto: “Universidad Nacional de San Martín”, 2018. 135pp.

Disponible en <https://onx.la/1f990>

GÓMEZ, Jerson. Evaluación y diseño de la capacidad portante del suelo con fines de cimentación para viviendas multifamiliares en la CC.NN. Pucallpa, en el Distrito de Shanao, Lamas, San Martín. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Tarapoto: “Universidad Nacional San Martín”, 2019. 127pp.

Disponible en <https://onx.la/d578d>

BAQUE, Galo. Caracterización físico - mecánicas del suelo para cimentación en edificaciones de categoría baja, sector By Pass – John F. Kennedy, ciudad Jipijapa. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Manabí: Universidad Estatal del Sur de Manabí, 2017. 169pp.

Disponible en <https://onx.la/e8187>

ALEIDA, Bautista. Análisis comparativo de métodos de cálculo de cimentaciones profundas. Tesis (Maestro en Ingeniería Civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2016. 86pp.

Disponible en <https://urlzs.com/P8Evk>

VARGAS, Gildardo et al. Comparación de parámetros de resistencia determinados por ensayos de laboratorio y campo en suelos de la formación Sabana del Occidente de Bogotá. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018. 115pp.

Disponible en <https://onx.la/65d01>

NIJ, Jéser. Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 432pp.

Disponible en <https://cutt.ly/ID6bqyQ>

MEDINA, Jose. Análisis comparativo de las teorías de capacidad portante por corte de cimentaciones superficiales. Tesis Titulo en Ingeniería Civil). Lima: Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2002. 531pp.

Disponible en <https://cutt.ly/oD6bWhR>

MEDINA, Jose. (2002). Análisis comparativo de las teorías de capacidad portante por corte de cimentaciones superficiales. Lima, Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4327>

MOYA, Gabriela. Estudio y análisis del comportamiento estructural de cimentaciones superficiales por efectos de consolidación del suelo de fundación, según la metodología propuesta por la norma ecuatoriana de la construcción. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2015. 357pp.

Disponible en <https://onx.la/84a2f>

PUJANTE, Edgar. Estudio de soluciones para la cimentación de un edificio de viviendas de uso residencial en Quito (Ecuador). Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2017. 85pp.

Disponible en <https://onx.la/ddff6>

Espinoza, Hilario. Análisis de la Capacidad Soporte del Suelo de Cimentación del Edificio de Laboratorio de Ingeniería "Julio y Adolfo López de la Fuente, S.J" de la Universidad Centroamericana UCA. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Managua: Universidad Centroamericana, 2014. 123pp

Disponible en <https://onx.la/5e6b0>

## **Libros**

CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5ta ed. Editorial LIMUSA, S.A de CV: México, 2004. 650pp.

ISBN:9691864891

BRAJA, Das. Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, 7ma ed. Editorial Cengage Learning Editores, S.A. de C.V: México, 2007. 794pp.

ISBN: 9876074818239

TOMLINSON, M. Cimentaciones: Diseño y Construcción, 2da ed. Editorial trillas, S.A. de C.V: México, 2005. 519pp.

ISBN: 9789682451324

JUÁREZ, Badillo, JUÁREZ Eulalio y RICO Alfonso, Alonso. Mecánica de Suelos tomo 1, Fundamentos de Mecánica de Suelos. 3ra ed. México: Editorial Limusa S.A. 2005. 640pp.

ISBN: 9681800699

CARRASCO, Sergio. Metodología de Investigación Científica. Pautas Metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación, 2da ed. Editorial San Marcos: Lima, 2012. 476pp.

ISBN: 9972342425

TERZAGHI, Carlos. Mecánica Teórica de Suelos. Tapa dura ed. Editorial Wiley: Cambridge, 1943. 526pp

ISBN: 9780471853053

SIMON, N y MENZIES, B. A Short Course in Foundation Engineering. 2nd edition. Londres: Transport Research Laboratory, 2000. 244pp

ISBN: 0727727516

VARA, Arístides. 7 pasos para una tesis exitosa, 3ra ed. Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. Universidad de San Martín de Porres: Lima, 2012. 451pp.

Disponible en: [www.aristidesvara.net](http://www.aristidesvara.net)

BOIXADERA, Jaume. The search for a new paradigm in pedology. (2002). In: Soil Classification, FAO. Italy.

Disponible en: <https://cutt.ly/eJcTqR1>

CASANOVA, Eduardo. Introducción a la Ciencia del Suelo. Segunda Edición. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico 2005. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 453 pp.

Disponible en: <https://cutt.ly/pJcTZHW>

## ANEXO

### Anexo N°01. Matriz de consistencia

“Capacidad portante admisible del suelo para determinación dimensional de cimentaciones superficiales en la habilitación urbana Santa María, Puno 2022”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA PRINCIPAL</b> ¿Cómo la capacidad portante admisible del suelo podría determinar las dimensiones de las cimentaciones superficiales en la habilitación urbana Santa María, Puno 2022?</p>	<p><b>OBJETIVO PRINCIPAL</b> Determinar las dimensiones de las cimentaciones superficiales por medio de la capacidad portante admisible del suelo.</p>	<p><b>HIPÓTESIS PRINCIPAL</b> La capacidad portante admisible del suelo determina las dimensiones de las cimentaciones superficiales.</p>	<p><b>VI:</b> Capacidad Portante</p>	<p>esfuerzo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso específica(g/cm<sup>3</sup>)</li> <li>• Granulometría</li> <li>• Contenido de humedad (%)</li> <li>• Cohesión (kgf/cm)</li> <li>• Angulo de fricción(<math>\theta</math>)</li> <li>• Profundidad de desplante(m)</li> </ul>	<p>• <b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b> Lógico Inductivo</p> <p>• <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> No Experimental - transversal</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD     M --&gt; Ox     M --&gt; r     M --&gt; Oy             </pre> </div> <p>M: Muestra. Ox: Observación VI Oy: Observación VD</p> <p>• <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada</p> <p>• <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> Descriptivo</p> <p>• <b>POBLACIÓN</b> habilitación urbana la Santa María, serán determinas atreves de calicatas en base a la norma E 050 de Suelos y Cimentaciones (RNE)</p> <p>• <b>MUESTRA</b> Muestras del suelo alteradas e inalteradas tres calicatas por hectárea según norma.</p> <p>• <b>TÉCNICA DE MUESTREO</b> No probabilístico</p> <p>• <b>TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE DATOS:</b> Técnica de observación con recolectar datos por procesos de laboratorio, basados por fuentes Bibliográficas y normas.</p> <p>• <b>TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS:</b> Fichas técnicas de recolección de datos, herramientas y equipos de laboratorio.</p>
<p><b>PROBLEMA SECUNDARIO N.º1</b> ¿Cuáles son las propiedades físicas que justifican las dimensiones de las cimentaciones superficiales ??</p>	<p><b>OBJETIVO SECUNDARIO N° 1</b> Justificar las dimensiones de las cimentaciones superficiales mediante las propiedades físicas y mecánicas.</p>	<p><b>HIPÓTESIS SECUNDARIO N°1</b> Las propiedades físicas justifican las dimensiones de las cimentaciones superficiales</p>				
<p><b>PROBLEMA SECUNDARIO N° 2</b> ¿Cuáles son las propiedades mecánicas que evalúan las dimensiones de las cimentaciones superficiales?</p>	<p><b>OBJETIVO SECUNDARIO N° 2</b> Evaluar las dimensiones de las cimentaciones superficiales a través de las propiedades mecánicas.</p>	<p><b>HIPÓTESIS SECUNDARIO N°2</b> Las propiedades mecánicas evalúan las dimensiones de las cimentaciones superficiales</p>	<p><b>VD:</b> Dimensiones de las cimentaciones superficiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forma</li> <li>• Profundidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En (m<sup>2</sup>)</li> <li>• En (m)</li> </ul>	
<p><b>PROBLEMA SECUNDARIO N° 3</b> ¿Cuál es la composición del suelo que define las dimensiones de las cimentaciones superficiales?</p>	<p><b>OBJETIVO SECUNDARIO N° 3</b> Definir las dimensiones de las cimentaciones superficiales a través de la composición del suelo</p>	<p><b>HIPÓTESIS SECUNDARIO N°3</b> La composición del suelo define las dimensiones de las cimentaciones superficiales</p>				

## Anexo N°02. Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Capacidad Portante</p>	<p>Es el esfuerzo del terreno de soportar cargas por efecto de la sobrecarga que en conjunto son el peso de la estructura, del suelo sobre la cimentación y el peso propio de la zapata. (Braja M.Das. 2007)</p>	<p>Se analiza la variación de la resistencia del suelo en función de las características físicas, mecánicas e hidráulicas de los suelos. (Crespo Villalaz, C. 2004).</p>	<p>esfuerzo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso específica(g/cm<sup>3</sup>)</li> <li>• Granulometría</li> <li>• Contenido de humedad (%)</li> <li>• Cohesión (kgf/cm)</li> <li>• Angulo de fricción(<math>\phi</math>)</li> <li>• Profundidad de desplante(m)</li> </ul>	<p>Razón</p>
<p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Dimensiones de las cimentaciones superficiales</p>	<p>Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación al suelo. Braja , M. Das. 2007)</p>	<p>Es el proceso metodológico que se realiza para la intervención de los materiales en el diseño de las cimentaciones. (RNE- E 050)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forma</li> <li>• Profundidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En (m<sup>2</sup>)</li> <li>• En (m)</li> </ul>	<p>Razón</p>

### Anexo N° 03. Constancia de validación

#### Constancia de validación

Yo .....

CIP N° ....., como profesional en ingeniería civil, por motivo de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y efectos de su ampliación al personal que elabora la tesis titulada:

**“Capacidad portante admisible del suelo para determinación dimensional de cimentaciones superficiales en la habilitación urbana Santa María, Puno 2022”**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el cuadro:

Criterios	valores			
	1	2	3	4
Congruencia de indicadores				
Viabilidad de instrumentos				
Confiabilidad de instrumentos				
Esta formulada con el lenguaje adecuado				
Expresa el alcance de la investigación				
Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible				
El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación				

1 = deficiente, 2= aceptable, 3= excelente

Observaciones

Juliaca, 22 de junio del 2021

-----  
Firma del validador

DNI N°

Anexo N° 04. Cuestionario de validez de instrumentos.

CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS						
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: *Capacidad portante admisible del suelo para determinación dimensional de cimentaciones superficiales en la habilitación urbana Santa María, Puno 2022*						
APELLIDOS Y NOMBRES DEL INVESTIGADOR: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni						
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: Garcia Nuñez María Luisa						
PROFESIÓN: Ingeniera Civil						
COLEGIATURA: 77049						
N°	ÍTEM	Puntuación				
		1	2	3	4	5
1	¿Los instrumentos de recolección de datos están direccionados al problema de la investigación?				X	
2	¿Los instrumentos de recolección de datos posibilitan el cumplimiento de los objetivos planteados?				X	
3	¿Los instrumentos de recolección de datos tiene relación con las variables de estudio?					X
4	¿Los instrumentos utilizados en la recolección de datos contemplan la expectativa de la investigación?				X	
5	¿El uso y la recolección de datos con los instrumentos es preciso, clara y sencillo?				X	
6	¿De acuerdo con su experiencia cree que el $C_u = D_{60}/D_{10}$ es la fórmula para obtener el coeficiente de uniformidad?				X	
7	¿En su experiencia la velocidad con el cual se dan los golpes de la cuchara de Casagrande llegan a cumplir las 120 revoluciones por minuto?					X
8	¿Según su experiencia cree que usted que las mallas sirven de frontera entre gravas, arenas y finos lo que retiene en la malla N°4 son gravas, los que pasan de la N°4 a la 200 son arenas y los que pasan la malla N°200 son finos?					X
9	¿En su experiencia cree usted que el contenido de humedad y el número de golpes determinarán como será nuestra gráfica?					X
10	¿De acuerdo a su experiencia cree que las partículas es la parte granular de los suelos la cual podemos encontrar de formas y tamaños muy variados?					X
11	¿De acuerdo a su experiencia cree que la estructura del suelo es el resultado de la granulometría de los diversos estratos que la componen?				X	
12	¿De acuerdo a su experiencia la arena son partículas visibles entre 0.06 y 2mm?				X	
13	¿En su experiencia la plasticidad del suelo es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin vibración volumétrica y sin desmoronarse ni agrietarse?				X	
14	¿De acuerdo a su experiencia la carta de plasticidad de Casagrande sirve para clasificar suelos de gramos finos y orgánicos?					X
15	¿En su experiencia cuando indica un suelo con LL elevado es un suelo con alta compresibilidad?					X
16	¿En su experiencia cuando indica un suelo con LP elevado es un suelo altamente plástico?					X
17	¿De acuerdo a su experiencia $IP < 1$ se da en suelos friables o desmenuzables?				X	
18	¿De acuerdo a su experiencia $IP > 15$ se da en suelos altamente plásticos?				X	
19	¿De acuerdo a su experiencia la resistencia de corte de un suelo depende de dos factores muy importantes como ángulo de fricción y cohesión?				X	
20	¿De acuerdo a su experiencia el ensayo de corte directo se deben preestablecer dos parámetros como la velocidad y el desplazamiento horizontal?					X
PUNTAJE TOTAL						89

1=Muy deficiente; 2=Deficiente; 3=Aceptable; 4=Buena; 5=Excelente

Observación: .....

PROMEDIO DE VALORACIÓN

89

  
 María Luisa García Nuñez  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP 77049

Puno 14 de Junio del 2022

Firma del experto

## Anexo N° 05. Cuestionario de validez de instrumentos

CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS						
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: "Capacidad portante admisible del suelo para determinación dimensional de cimentaciones superficiales en la habilitación urbana Santa María, Puno 2022"						
APELLIDOS Y NOMBRES DEL INVESTIGADOR: Ugarte Guisno Cristhian Giovanni						
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: García Loayza Mariano Roberto						
PROFESIÓN: Ingeniero Civil						
COLEGIATURA: 26223						
N°	ÍTEM	Puntuación				
		1	2	3	4	5
1	¿Los instrumentos de recolección de datos están direccionados al problema de la investigación?				X	
2	¿Los instrumentos de recolección de datos posibilitan el cumplimiento de los objetivos planteados?					X
3	¿Los instrumentos de recolección de datos tiene relación con las variables de estudio?					X
4	¿Los instrumentos utilizados en la recolección de datos contemplan la expectativa de la investigación?					X
5	¿El uso y la recolección de datos con los instrumentos es preciso, clara y sencillo?				X	
6	¿De acuerdo con su experiencia cree que el $C_u = D_{60}/D_{10}$ es la formula para obtener el coeficiente de uniformidad?					X
7	¿En su experiencia la velocidad con el cual se dan los golpes de la cuchara de Casagrande llegan a cumplir las 120 revoluciones por minuto?					X
8	¿Según su experiencia cree que usted que las mallas sirven de frontera entre gravas, arenas y finos lo que rebene en la malla N°4 son gravas, los que pasan de la N°4 a la 200 son arenas y los que pasan la malla N°200 son finos?					X
9	¿En su experiencia cree usted que el contenido de humedad y el número de golpes determinarán como será nuestra gráfica?					X
10	¿De acuerdo a su experiencia cree que las particulas es la parte granular de los suelos la cual podemos encontrar de formas y tamaños muy variados?				X	
11	¿De acuerdo a su experiencia cree que la estructura del suelo es el resultado de la granulometría de los diversos estratos que la componen?					X
12	¿De acuerdo a su experiencia la arena son particulas visibles entre 0.06 y 2mm?					X
13	¿En su experiencia la plasticidad del suelo es capaz de soportar deformaciones rapidas, sin rebote elástico, sin vibracion volumetrica y sin desmoronarse ni agrietarse?					X
14	¿De acuerdo a su experiencia la carta de plasticidad de Casagrande sirve para clasificar suelos de gramos finos y organicos?					X
15	¿En su experiencia cuando indica un suelo con LL elevado es un suelo con alta compresibilidad?					X
16	¿En su experiencia cuando indica un suelo con LP elevado es un suelo altamente plastico?					X
17	¿De acuerdo a su experiencia $IP < 1$ se da en suelos friables o desmenuzables?				X	
18	¿De acuerdo a su experiencia $IP > 15$ se da en suelos altamente plásticos?				X	
19	¿De acuerdo a su experiencia la resistencia de corte de un suelo depende de dos factores muy importantes como angulo de fricción y cohesión?					X
20	¿De acuerdo a su experiencia el ensayo de corte directo se deben preestablecer dos parametros como la velocidad y el desplazamiento horizontal?					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					<b>95</b>	

1=Muy deficiente; 2=Deficiente; 3=Aceptable; 4=Buena; 5=Excelente

Observación: .....

PROMEDIO DE VALORACIÓN

95



Mrg. Mariano R. García Loayza  
CIP. 26223

Firma del experto

Puno, 14 de Junio del 2022

## Anexo N° 06. Cuestionario de validez de instrumentos

CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS						
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: "Capacidad portante admisible del suelo para determinación dimensional de cimentaciones superficiales en la habilitación urbana Santa María, Puno 2022"						
APELLIDOS Y NOMBRES DEL INVESTIGADOR: UGARTE QUISPE CRISTHIAN GIOVANNI						
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: MEDINA MENDOZA ALEXANDER FRIEDRICH						
PROFESIÓN: INGENIERO CIVIL						
COLEGIATURA: 236352						
N°	ÍTEMS	Puntuación				
		1	2	3	4	5
1	¿Los instrumentos de recolección de datos están direccionados al problema de la investigación?					X
2	¿Los instrumentos de recolección de datos posibilitan el cumplimiento de los objetivos planteados?					X
3	¿Los instrumentos de recolección de datos tiene relación con las variables de estudio?					X
4	¿Los instrumentos utilizados en la recolección de datos contemplan la expectativa de la investigación?				X	
5	¿El uso y la recolección de datos con los instrumentos es preciso, clara y sencillo?			X		
6	¿De acuerdo con su experiencia cree que el $C_u = D_{60}/D_{10}$ es la formula para obtener el coeficiente de uniformidad?					X
7	¿En su experiencia la velocidad con el cual se dan los golpes de la cuchara de Casagrande llegan a cumplir las 120 revoluciones por minuto?				X	
8	¿Según su experiencia cree que usted que las mallas sirven de frontera entre gravas, arenas y finos lo que retiene en la malla N°4 son gravas, los que pasan de la N°4 a la 200 son arenas y los que pasan la malla N°200 son finos?				X	
9	¿En su experiencia cree usted que el contenido de humedad y el número de golpes determinarán como será nuestra gráfica?					X
10	¿De acuerdo a su experiencia cree que las partículas es la parte granular de los suelos la cual podemos encontrar de formas y tamaños muy variados?			X		
11	¿De acuerdo a su experiencia cree que la estructura del suelo es el resultado de la granulometría de los diversos estratos que la componen?			X		
12	¿De acuerdo a su experiencia la arena son partículas visibles entre 0.06 y 2mm?				X	
13	¿En su experiencia la plasticidad del suelo es capaz de soportar deformaciones rapidas, sin rebote elástico, sin vibración volumétrica y sin desmoronarse ni agrietarse?				X	
14	¿De acuerdo a su experiencia la carta de plasticidad de Casagrande sirve para clasificar suelos de gramos finos y organicos?				X	
15	¿En su experiencia cuando indica un suelo con LL elevado es un suelo con alta compresibilidad?				X	
16	¿En su experiencia cuando indica un suelo con LP elevado es un suelo altamente plastico?				X	
17	¿De acuerdo a su experiencia $IP < 1$ se da en suelos friables o desmenuzables?				X	
18	¿De acuerdo a su experiencia $IP > 15$ se da en suelos altamente plásticos?				X	
19	¿De acuerdo a su experiencia la resistencia de corte de un suelo depende de dos factores muy importantes como angulo de fricción y cohesión?				X	
20	¿De acuerdo a su experiencia el ensayo de corte directo se deben preestablecer dos parametros como la velocidad y el desplazamiento horizontal?				X	
PUNTAJE TOTAL						82

1=Muy deficiente; 2=Deficiente; 3=Aceptable; 4=Buena; 5=Excelente

Observación: .....

PROMEDIO DE VALORACIÓN

82



Alexander F. Medina Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
C-18-236352

Firma del experto

Puno, 14 de Julio del 2022

## Anexo N° 07. Cuestionario de validez de instrumentos

CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS						
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: *Capacidad portante admisible del suelo para determinación dimensional de cimentaciones superficiales en la habilitación urbana Santa María, Puno 2022*						
APELLIDOS Y NOMBRES DEL INVESTIGADOR: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni						
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: Silva Fur Zulalia						
PROFESIÓN: Ingeniero Civil						
COLEGIATURA: 191478						
N°	ÍTEM	Puntuación				
		1	2	3	4	5
1	¿Los instrumentos de recolección de datos están direccionados al problema de la investigación?				X	
2	¿Los instrumentos de recolección de datos posibilitan el cumplimiento de los objetivos planteados?				X	
3	¿Los instrumentos de recolección de datos tiene relación con las variables de estudio?					X
4	¿Los instrumentos utilizados en la recolección de datos contemplan la expectativa de la investigación?				X	
5	¿El uso y la recolección de datos con los instrumentos es preciso, clara y sencillo?					X
6	¿De acuerdo con su experiencia cree que el $C_u = D_{60}/D_{10}$ es la formula para obtener el coeficiente de uniformidad?					X
7	¿En su experiencia la velocidad con el cual se dan los golpes de la cuchara de Casagrande llegan a cumplir las 120 revoluciones por minuto?				X	
8	¿Según su experiencia cree que usted que las mallas sirven de frontera entre gravas, arenas y finos lo que retiene en la malla N°4 son gravas, los que pasan de la N°4 a la 200 son arenas y los que pasan la malla N°200 son finos?					X
9	¿En su experiencia cree usted que el contenido de humedad y el número de golpes determinarán como será nuestra gráfica?					X
10	¿De acuerdo a su experiencia cree que las partículas es la parte granular de los suelos la cual podemos encontrar de formas y tamaños muy variados?				X	
11	¿De acuerdo a su experiencia cree que la estructura del suelo es el resultado de la granulometría de los diversos estratos que la componen?			X		
12	¿De acuerdo a su experiencia la arena son partículas visibles entre 0.06 y 2mm?				X	
13	¿En su experiencia la plasticidad del suelo es capaz de soportar deformaciones rapidas, sin rebote elástico, sin vibración volumétrica y sin desmoronarse ni agrietarse?			X		
14	¿De acuerdo a su experiencia la carta de plasticidad de Casagrande sirve para clasificar suelos de gramos finos y organicos?				X	
15	¿En su experiencia cuando indica un suelo con LL elevado es un suelo con alta compresibilidad?				X	
16	¿En su experiencia cuando indica un suelo con LP elevado es un suelo altamente plastico?				X	
17	¿De acuerdo a su experiencia $IP < 1$ se da en suelos friables o desmenuzables?				X	
18	¿De acuerdo a su experiencia $IP > 15$ se da en suelos altamente plásticos?				X	
19	¿De acuerdo a su experiencia la resistencia de corte de un suelo depende de dos factores muy importantes como angulo de fricción y cohesión?				X	
20	¿De acuerdo a su experiencia el ensayo de corte directo se deben preestablecer dos parametros como la velocidad y el desplazamiento horizontal?				X	
PUNTAJE TOTAL					83	

1=Muy deficiente; 2=Deficiente; 3=Aceptable; 4=Buena; 5=Excelente

Observación: .....

..... LAIA CONSULTORA S.R.L. RUC: 2069259000

PROMEDIO DE VALORACIÓN

83

*Silva Fur Zulalia*  
 Zulalia Silva Fur  
 TITULAR - GERENTE  
 DNI: 70321126

Puno 19 de Junio del 2022

Firma del experto

Anexo N° 08. Panel fotográfico



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Fotografía 1.** Identificación de la zona.



**Fotografía 2.** Excavación de la calicata



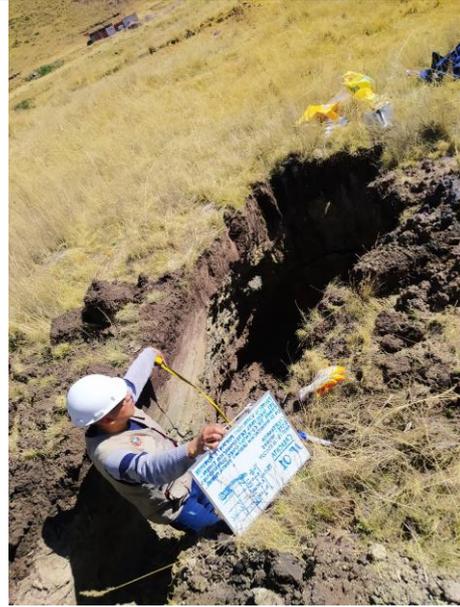
**Fotografía 3.** Excavación de la calicata



**Fotografía 4.** Excavación de la calicata



**Fotografía 5.** Medición del estrato de la calicata



**Fotografía 6.** Medición del estrato de la calicata



**Fotografía 7.** Medición del estrato de la calicata



**Fotografía 8.** Medición del estrato de la calicata



Fotografía 9. Muestra extraída



Fotografía 10. Muestra extraída



Fotografía 11. Muestra extraída



Fotografía 12. Muestra extraída



**Fotografía 13.** Zona de excavación de calicata a una profundidad de 3.00m



**Fotografía 14.** Zona de excavación de calicata a una profundidad de 3.00m



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Fotografía 15. Selección de muestra.



Fotografía 16. Selección de muestra.



Fotografía 17. Ensayo de contenido de H.



Fotografía 18. Ensayo de contenido de H.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Fotografía 19. Peso de la muestra



Fotografía 20. Muestras pesadas



Fotografía 21. Muestras en el horno



Fotografía 22. Muestras en el horno



Fotografía 23. Peso de la muestra seca



Fotografía 24. laboratorio de suelo.



Fotografía 25. Cuarteo de la muestra



Fotografía 26. Cuarteo de la muestra



Fotografía 27. Trituración de la muestra



Fotografía 28. Lavado de la muestra



Fotografía 29. Tamizando la muestra



Fotografía 30. Tamizado según el N° de malla



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Fotografía 31. Tamizando el material malla N°40.



Fotografía 32. Límites de consistencia



Fotografía 33. Limite plástico.



Fotografía 34. Muestra en el horno.



Fotografía 35. Muestras de limites



Fotografía 36. Peso de las muestras.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Fotografía 37. Muestra inalterada



Fotografía 38. Ensayo de Corte directo



Fotografía 39. Registrando datos



Fotografía 40. Lectura de corte



Fotografía 41. Muestra en horno.



Fotografía 42. Resultado de corte directo

# Anexo N° 09. Resultados de los ensayos de laboratorio



**INGENIERÍA, GEOTECNIA  
Y CONSTRUCCIÓN**  
RUC: 20602559000

## CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISTA: Ugarte Quispe Christian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	C - 1
<b>ESTRATO</b>	E-2
<b>NIVEL F.</b>	-
<b>PROFUNDIDAD</b>	- 0.40 m a - 1.50 m

Nro De Tara	T-16	A-19	A-15
Peso de Tara	25.11	26.51	27.94
Peso de Tara + M. Humeda	95.8	111.97	112.08
Peso de Tara + M. Seca	92.34	92.12	79.26
Peso de Agua	3.46	19.85	32.82
Peso Muestra Seca	67.23	65.61	51.32
Contenido de humedad W%	5.15	30.25	63.95
Promedio cont. Humedad W%	33.12 %		

**OBSERVACIONES:** Ensayos realizado por el tesista

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
RUC: 20602559000  
*[Firma]*  
E. Ugarte Quispe Christian  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126

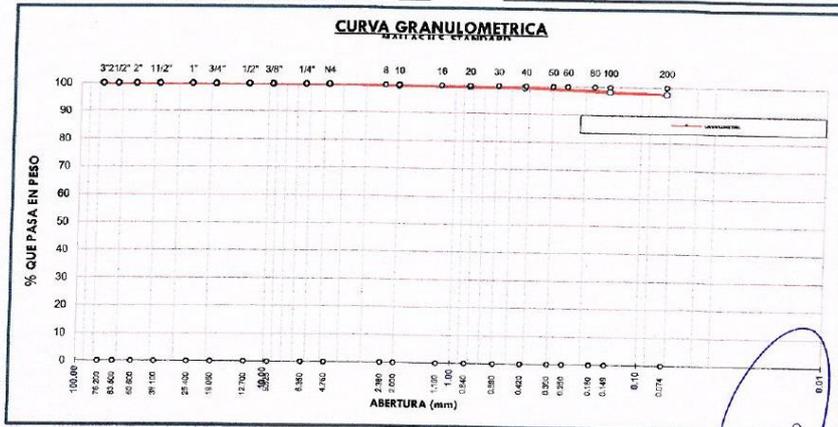
*[Firma]*  
Ing. Mercedes García Loayza  
O.P. 26223

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D421)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C - 1
<b>ESTRATO</b>	: E-2
<b>NIVEL F.</b>	: --
<b>PROFUNDIDAD</b>	: -0.40 m a - 1.50 m

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 428.2 gr <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> Limite Liquido : 40.22% Limite Plastico : 14.13% Indice Plastico : 26.09%
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> AASHITO : A-7-6 (14) SUCS : CL  % de Grava : 0.00 % % de Arena : 2.48 % % Pasa Nº 200 : 97.52 %
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						<b>Observaciones :</b>
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº 4	4.760						
Nº 6	3.360				100.00		
Nº 8	2.380	0.38	0.09	0.09	99.91		
Nº 10	2.000	0.23	0.05	0.14	99.86		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	0.76	0.18	0.32	99.68		
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.426	0.95	0.22	0.54	99.46		
Nº 50	0.297						
Nº 80	0.177	4.57	1.07	1.61	98.39		
Nº 100	0.149	0.48	0.11	1.72	98.28		
Nº 200	0.074	3.25	0.76	2.48	97.52		
-200		417.5	97.52	100.00	100.00		



OBSERVACIONES: Ensayos realizado por el tesista

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
RUC: 20602559000  
*Eulalia Silva Ruiz*  
TITULAR - GERENTE  
DNI 70321125

*Ing. Moisés P. García Loayza*  
C.P. 26223

LAIA CONSUL EIRL  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com

**LIMITES DE CONSISTENCIA  
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C - 1
<b>ESTRATO</b>	: B-2
<b>NIVEL F.</b>	: --
<b>PROFUNDIDAD</b>	: - 0.40 m a - 1.50 m

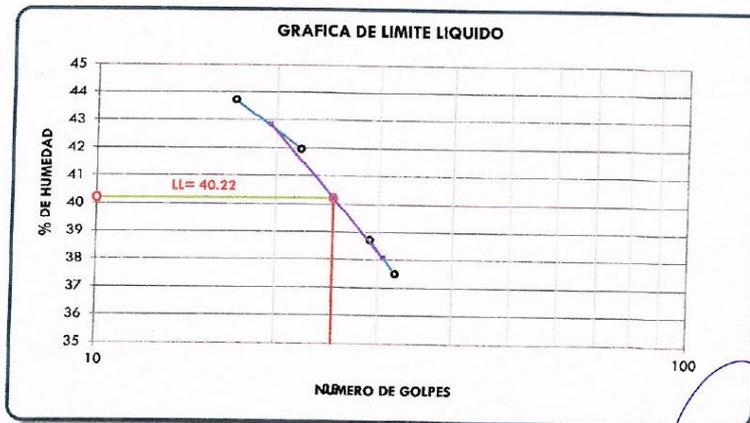
**LIMITE LIQUIDO**

# Tara		T-01	E-04	A-10	A-46
Peso de la Tara	gr.	21.31	22.23	21.49	24.04
T. + Suelo Húmedo	gr.	35.72	35.34	34.38	36.30
T. + Suelo Seco	gr.	31.79	31.68	30.57	32.57
Peso del Agua	gr.	3.93	3.66	3.81	3.73
Suelo Seco	gr.	10.48	9.45	9.08	8.53
<b>% de Humedad</b>		<b>37.50</b>	<b>38.73</b>	<b>41.96</b>	<b>43.73</b>
Nro. De Golpes		32	29	22	17

**LIMITE PLASTICO**

# Tara		T-18	A-49	A-20
Peso de la Tara	gr.	21.58	22.09	21.30
T. + Suelo Húmedo	gr.	23.41	23.60	22.79
T. + Suelo Seco	gr.	23.10	23.38	22.72
Peso del Agua	gr.	0.31	0.22	0.07
Suelo Seco	gr.	1.52	1.29	1.42
<b>% de Humedad</b>		<b>20.4</b>	<b>17.1</b>	<b>4.9</b>

<b>LIMITE LIQUIDO</b>	LL = 40.22 %
<b>LIMITE PLASTICO</b>	LP = 14.13 %
<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>	LP = 26.09 %



OBSERVACIONES: Ensayos realizado por el tesisista

**LAIA CONSUL EIRL**  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com

**LAIA CONSUL EIRL**  
RUC: 20602559000

*Eulalia Silva Fur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI 703271126



*Ing. Mafredo R. García Loayza*  
CIP. 26223

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
(ASTM D 2216)**

PROYECTO :	"CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
SOLICITADO :	TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
UBICACIÓN :	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
FECHA :	14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
UBICACIÓN	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
CALICATA	C - 1
ESTRATO	E-3
NIVEL F.	--
PROFUNDIDAD	- 1.50 m a - 3.00 m

Nro De Tara	T-12	A-11	A-12
Peso de Tara	24.35	26.65	26.44
Peso de Tara + M. Humeda	104.68	105.58	94.95
Peso de Tara + M. Seca	75.26	81.53	82.55
Peso de Agua	29.42	24.05	12.40
Peso Muestra Seca	50.91	54.88	56.11
Contenido de humedad W%	57.79	43.82	22.10
Promedio cont. Humedad W%	41.24 %		

OBSERVACIONES: Ensayos realizado por el tesista

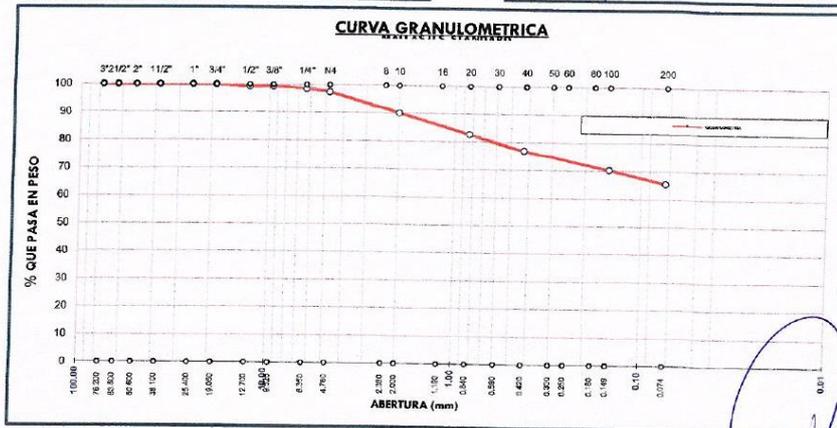
LAIA CONSULT E.I.R.L.  
RUC: 20602559000  
*Eulalia Silva Pur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126

*Mario R. Garcia Longza*  
CIP. 26223

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D421)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C - 1
<b>ESTRATO</b>	: E-3
<b>NIVEL F.</b>	: --
<b>PROFUNDIDAD</b>	: -1.50 m a -3.00 m

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 433.3 gr
2 1/2"	63.500						<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>
2"	50.800						Limite Liquido : 43.58%
1 1/2"	38.100						Limite Plastico : 12.22%
1"	25.400						Indice Plastico : 31.36%
3/4"	19.050				100.00		<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>
1/2"	12.700	2.70	0.62	0.62	99.38		AASHTO : A-7-6 ( 15 )
3/8"	9.525						SUCS : CL
1/4"	6.350	3.96	0.91	1.54	98.46		% de Grava : 2.58 %
Nº 4	4.760	4.51	1.04	2.58	97.42		% de Arena : 31.90 %
Nº 6	3.360						% Pasa Nº 200 : 65.52 %
Nº 8	2.380	23.89	5.51	8.09	91.91		
Nº 10	2.000	8.14	1.88	9.97	90.03		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	31.76	7.33	17.30	82.70		
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.426	24.42	5.64	22.94	77.06		
Nº 50	0.297						
Nº 80	0.177	23.97	5.53	28.47	71.53		
Nº 100	0.149	5.57	1.29	29.76	70.24		
Nº 200	0.074	20.45	4.72	34.48	65.52		
-200		283.9	65.52	100.00	100.00		Observaciones :



OBSERVACIONES: Ensayos realizado por el testista

LAIA CONSUL EIRL  
RUC: 20602559000

*Eulalia Silva Fur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126



*Mariano P. Garcia Loayza*  
CIP: 26223

LAIA CONSUL EIRL  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com

**LIMITES DE CONSISTENCIA  
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022

<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C - 1
<b>ESTRATO</b>	: E-3
<b>NIVEL F.</b>	: -
<b>PROFUNDIDAD</b>	: - 1.50 m a - 3.00 m

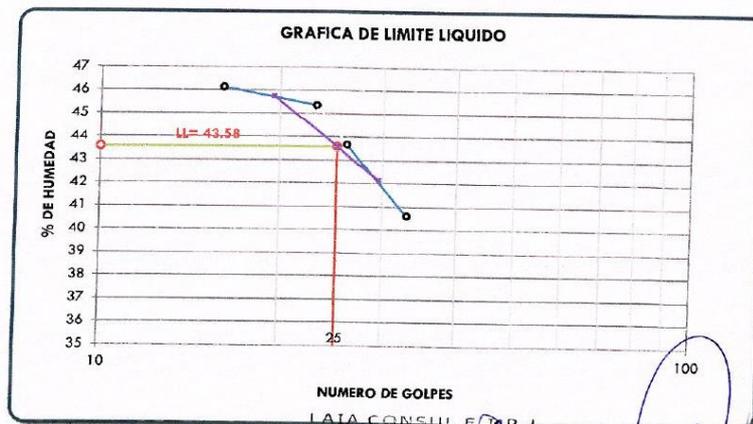
**LIMITE LIQUIDO**

# Tara	T-01	E-04	A-10	A-46
Peso de la Tara gr.	21.30	21.89	18.12	22.88
T. + Suelo Húmedo gr.	34.08	32.68	31.26	33.81
T. + Suelo Seco gr.	30.39	29.40	27.16	30.36
Peso del Agua gr.	3.69	3.28	4.10	3.45
Suelo Seco gr.	9.09	7.51	9.04	7.48
<b>% de Humedad</b>	<b>40.59</b>	<b>43.68</b>	<b>45.35</b>	<b>46.12</b>
<b>Nro. De Golpes</b>	<b>33</b>	<b>26</b>	<b>23</b>	<b>16</b>

**LIMITE PLASTICO**

# Tara	T-18	A-49	A-20
Peso de la Tara gr.	21.80	21.92	21.33
T. + Suelo Húmedo gr.	23.07	22.98	22.56
T. + Suelo Seco gr.	22.92	22.88	22.42
Peso del Agua gr.	0.15	0.10	0.14
Suelo Seco gr.	1.12	0.96	1.09
<b>% de Humedad</b>	<b>13.4</b>	<b>10.4</b>	<b>12.8</b>

**LIMITE LIQUIDO**                    L.L. = 43.58 %  
**LIMITE PLASTICO**                L.P. = 12.22 %  
**INDICE DE PLASTICIDAD**        L.P. = 31.36 %



OBSERVACIONES: Ensayos realizado por el tesisista

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
RUC: 20602559000  
*Eulalia Silva Fur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126



*Mar. Maxiano R. Garcia Loayza*  
C.I.P. 26223

**LAIA CONSUL EIRL**  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
(ASTM D 2216)**

<b>PROYECTO</b>	:	"CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	:	TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	:	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	:	14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	:	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	:	C-2
<b>ESTRATO</b>	:	E-2
<b>NIVEL F.</b>	:	-
<b>PROFUNDIDAD</b>	:	-0.10 m a - 0.40 m

Nro De Tara	A-45	T-06	E-01
Peso de Tara	26.38	28.31	26.34
Peso de Tara + M. Humeda	98.22	109.17	103.64
Peso de Tara + M. Seca	80.62	89.62	85.30
Peso de Agua	17.60	19.55	18.34
Peso Muestra Seca	54.24	61.31	58.96
Contenido de humedad W%	32.45	31.89	31.11
Promedio cont. Humedad W%	31.81 %		

**OBSERVACIONES:** Ensayos realizado por el tesista

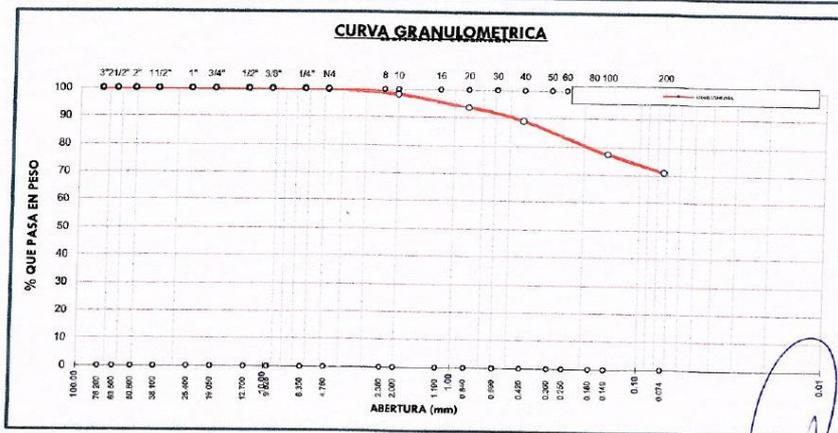
LAIA CONSUL E.I.R.L.  
RUC: 20602559000  
*Eulalia Silva Ruiz*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126

*Ing. Mariano R. Garcia Loayza*  
CIP. 26223

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D421)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C-2
<b>ESTRATO</b>	: E-2
<b>NIVEL F.</b>	: -
<b>PROFUNDIDAD</b>	: - 0.10 m a - 0.40 m

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 442.5 gr <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> Límite Líquido : 42.04% Límite Plástico : 19.29% Índice Plástico : 22.75%  <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> AASHTO : A-7-6 ( 13 ) SUCS : CL  % de Grava : 0.07 % % de Arena : 29.03 % % Pasa Nº 200 : 70.90 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350				100.00		
Nº 4	4.760	0.32	0.07	0.07	99.93		
Nº 6	3.360						
Nº 8	2.380	4.17	0.94	1.01	98.99		
Nº 10	2.000	2.87	0.65	1.66	98.34		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	20.58	4.65	6.31	93.69		
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.426	20.91	4.73	11.04	88.96		
Nº 50	0.297						
Nº 80	0.177	23.69	5.35	16.40	83.60		
Nº 100	0.149	27.76	6.27	22.67	77.33		
Nº 200	0.074	28.47	6.43	29.10	70.90		
-200		313.7	70.90	100.00	0.00		
							Observaciones :



OBSERVACIONES: Ensayos realizado por el tesisista

LAIA CONSUL EIRL

RUC: 20602559000

*Estalita Silva Pur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126



*Ing. Gustavo R. Garcia Loayza*  
CIP. 26223

LAIA CONSUL EIRL  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com

**LIMITES DE CONSISTENCIA  
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACION URBANA SANTA MARIA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACION</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACION</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C-2
<b>ESTRATO</b>	: E-2
<b>NIVEL F.</b>	: --
<b>PROFUNDIDAD</b>	: - 0.10 m a - 0.40 m

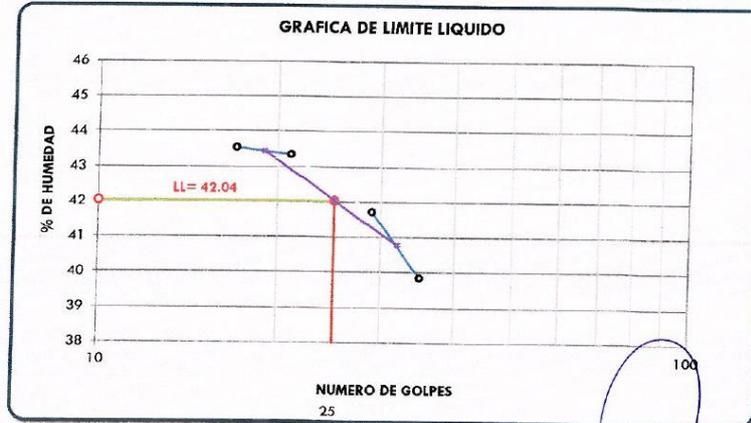
**LIMITE LIQUIDO**

# Tara		A-44	A-08	T-21	T-09
Peso de la Tara	gr.	21.37	25.11	22.08	23.66
T. + Suelo Húmedo	gr.	34.04	41.89	35.74	35.76
T. + Suelo Seco	gr.	30.43	36.95	31.61	32.09
Peso del Agua	gr.	3.61	4.94	4.13	3.67
Suelo Seco	gr.	9.06	11.84	9.53	8.43
<b>% de Humedad</b>		<b>39.85</b>	<b>41.72</b>	<b>43.34</b>	<b>43.53</b>
<b>Nro. De Golpes</b>		<b>35</b>	<b>29</b>	<b>21</b>	<b>17</b>

**LIMITE PLASTICO**

# Tara		A-24	A-34	E-18
Peso de la Tara	gr.	22.94	17.77	21.36
T. + Suelo Húmedo	gr.	24.40	19.05	22.88
T. + Suelo Seco	gr.	24.16	18.85	22.63
Peso del Agua	gr.	0.24	0.20	0.25
Suelo Seco	gr.	1.22	1.08	1.27
<b>% de Humedad</b>		<b>19.7</b>	<b>18.5</b>	<b>19.7</b>

**GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO**



LAIA CONSUL E.I.R.L.  
RUC: 20602559000

*Eulalia Silva Pur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126



*Agg. Mariano Garcia Loayza*  
CIP: 26223

OBSERVACIONES: Ensayos realizado por el tesisista

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
(ASTM D 2216)**

<b>PROYECTO</b>	:	"CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	:	TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	:	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	:	14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	:	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	:	C-2
<b>ESTRATO</b>	:	E-3
<b>NIVEL F.</b>	:	--
<b>PROFUNDIDAD</b>	:	- 0.40 m a - 1.00 m

Nro De Tara	A-64	E-29	A-55
Peso de Tara	26.41	27.74	25.93
Peso de Tara + M. Humeda	97.45	111.82	104.31
Peso de Tara + M. Seca	81.33	93.99	87.68
Peso de Agua	16.12	17.83	16.63
Peso Muestra Seca	54.92	66.25	61.75
Contenido de humedad W%	29.35	26.91	26.93
Promedio cont. Humedad W%	27.73 %		

**OBSERVACIONES:** Ensayos realizado por el tesista

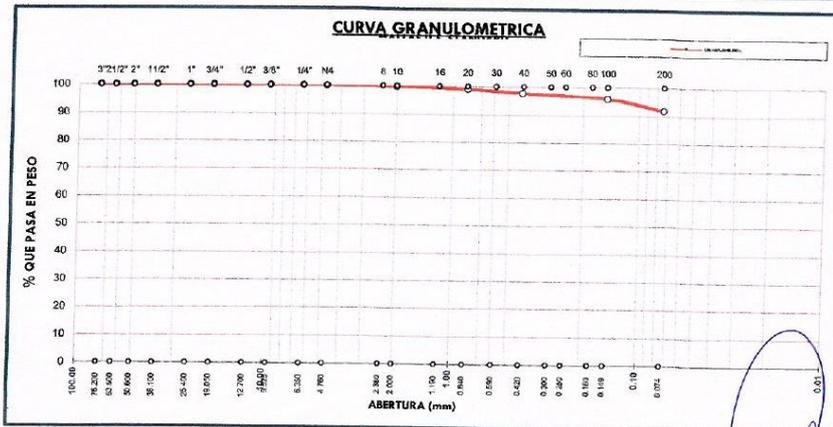
LAIA CONSULT E.I.R.L.  
RUC: 20602559000  
*[Signature]*  
Isidoro Siles Fur  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126

*[Signature]*  
  
Ing. Mariano R. Garcia Loayza  
C.P. 26223

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D421)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C-2
<b>ESTRATO</b>	: E-3
<b>NIVEL F.</b>	: --
<b>PROFUNDIDAD</b>	: - 0.40 m a - 1.00 m

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						<b>Peso Inicial</b> : 458.4 gr <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> Limite Liquido : 30.22% Limite Plastico : 11.95% Indice Plastico : 18.28%  <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> AASHTO : A-6 (11) SUCS : CL  % de Grava : 0.04 % % de Arena : 8.17 % % Pasa Nº 200 : 91.78 %  <b>Observaciones :</b>
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350				100.00		
Nº 4	4.760	0.20	0.04	0.04	99.96		
Nº 6	3.360						
Nº 8	2.380	0.53	0.12	0.16	99.84		
Nº 10	2.000	0.30	0.07	0.22	99.78		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	3.59	0.78	1.01	98.99		
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.426	6.02	1.31	2.32	97.68		
Nº 50	0.297						
Nº 80	0.177	6.56	1.43	3.75	96.25		
Nº 100	0.149	1.33	0.29	4.04	95.96		
Nº 200	0.074	19.13	4.17	8.22	91.78		
-200		420.7	91.78	100.00	0.00		



OBSERVACIONES: Ensayos realizado por el tesista

LAIA CONSULT E.I.R.L  
RUC: 20602559000

*Eduardo Silva Fur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI. 70321126



*Ing. Mariano B. Garcia Loayza*  
G.P. 26223

LAIA CONSULT E.I.R.L  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com

**LIMITES DE CONSISTENCIA  
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C-2
<b>ESTRATO</b>	: E-3
<b>NIVEL F.</b>	: --
<b>PROFUNDIDAD</b>	: -0.40 m a -1.00 m

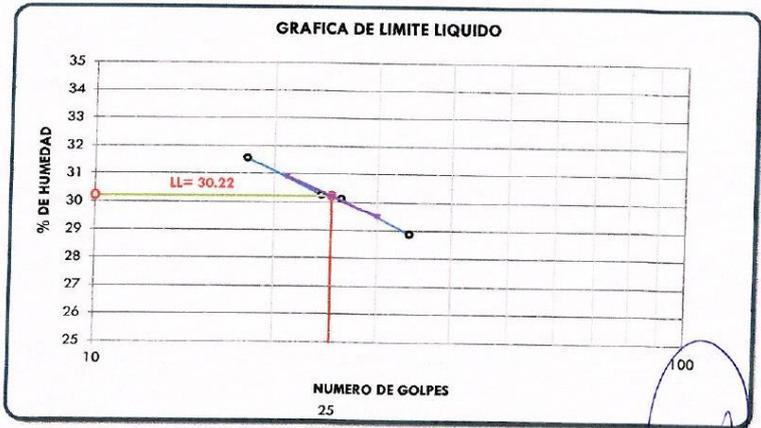
**LIMITE LIQUIDO**

# Tara	T-11	A-48	E-08	E-26
Peso de la Tara gr.	17.45	21.01	21.35	22.03
T. + Suelo Húmedo gr.	34.19	35.91	35.94	36.66
T. + Suelo Seco gr.	30.44	32.46	32.55	33.15
Peso del Agua gr.	3.75	3.45	3.39	3.51
Suelo Seco gr.	12.99	11.45	11.20	11.12
<b>% de Humedad</b>	<b>28.87</b>	<b>30.13</b>	<b>30.27</b>	<b>31.56</b>
<b>Nro. De Golpes</b>	<b>34</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>18</b>

**LIMITE PLASTICO**

# Tara	E-10	E-30	A-07
Peso de la Tara gr.	18.05	24.50	21.78
T. + Suelo Húmedo gr.	20.03	26.83	23.84
T. + Suelo Seco gr.	19.82	26.58	23.62
Peso del Agua gr.	0.21	0.25	0.22
Suelo Seco gr.	1.77	2.08	1.84
<b>% de Humedad</b>	<b>11.9</b>	<b>12.0</b>	<b>12.0</b>

**LIMITE LIQUIDO**                    L.L. = 30.22 %  
**LIMITE PLASTICO**                L.P. = 11.95 %  
**INDICE DE PLASTICIDAD**        L.P. = 18.28 %



OBSERVACIONES: Ensayos realizado por el tesista

LAIA CONSUL E I R L  
RUC: 20602559000  
Eulalia Silva Fur  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126

Ing. Mariana R. Garcia Loayza  
CIP: 26223

**LAIA CONSUL EIRL**  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
(ASTM D 2216)**

PROYECTO :	"CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
SOLICITADO :	TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
UBICACIÓN :	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
FECHA :	14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
UBICACIÓN	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
CALICATA	C-2
ESTRATO	E-4
NIVEL F.	-
PROFUNDIDAD	- 1.00 m a - 3.0 m

Nro De Tara	T-13	E-22	A-38
Peso de Tara	24.68	25.79	25.93
Peso de Tara + M. Humeda	105.73	118.31	129.54
Peso de Tara + M. Seca	85.36	99.14	107.65
Peso de Agua	20.37	19.17	21.89
Peso Muestra Seca	60.68	73.35	81.72
Contenido de humedad W%	33.57	26.13	26.79
Promedio cont. Humedad W%	<b>28.83 %</b>		

OBSERVACIONES: Ensayos realizado por el tesista

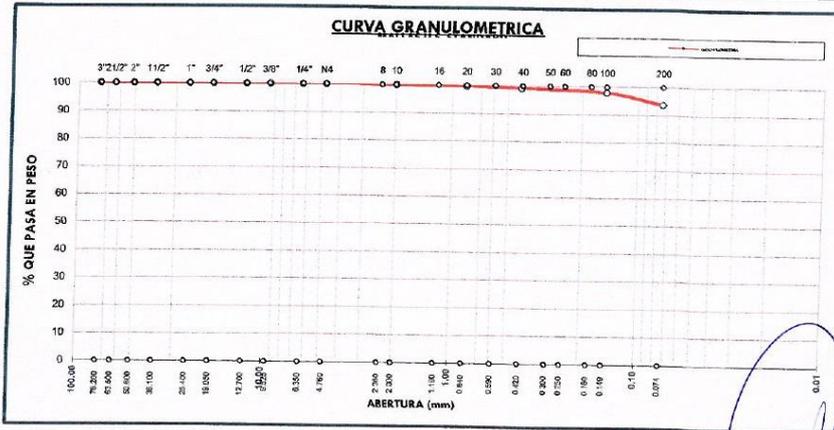
LAIA CONSUL E.I.R.L.  
RUC: 20602559000  
*Eulalia Silva Pur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI 70321126

  
Ing. Marlon P. Cordero Loayza  
CIP. 26223

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D421)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACION</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C-2
<b>ESTRATO</b>	: E-4
<b>NIVEL F.</b>	: -
<b>PROFUNDIDAD</b>	: - 1.00 m a - 3.0 m

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 464.1 gr
2 1/2"	63.500						<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>
2"	50.800						Limite Liquido : 34.36%
1 1/2"	38.100						Limite Plastico : 18.63%
1"	25.400						Indice Plastico : 15.73%
3/4"	19.050						<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>
1/2"	12.700						AASHTO : A-6 ( 10 )
3/8"	9.525						SUCS : CL
1/4"	6.350						% de Grava : 0.00 %
Nº 4	4.760						% de Arena : 6.33 %
Nº 6	3.360				100.00		% Pasa Nº 200 : 93.67 %
Nº 8	2.380	0.36	0.08	0.08	99.92		
Nº 10	2.000	0.12	0.03	0.10	99.90		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	1.25	0.27	0.37	99.63		
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.426	2.26	0.49	0.86	99.14		
Nº 50	0.297						
Nº 80	0.177	5.16	1.11	1.97	98.03		
Nº 100	0.149	0.98	0.21	2.18	97.82		
Nº 200	0.074	19.24	4.15	6.33	93.67		
-200		434.7	93.67	100.00	0.00		



OBSERVACIONES: Ensayos realizado por el tesista

LAIA CONSUL E I R L  
RUC: 20602559000

Eulalia Silva Fur  
TITULAR - GERENTE  
DNI 70321126



Mario P. Garcia Loayza  
CIP. 26223

LAIA CONSUL EIRL  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com

**LIMITES DE CONSISTENCIA  
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISITA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C-2
<b>ESTRATO</b>	: E-4
<b>NIVEL F.</b>	: --
<b>PROFUNDIDAD</b>	: - 1.00 m a - 3.0 m

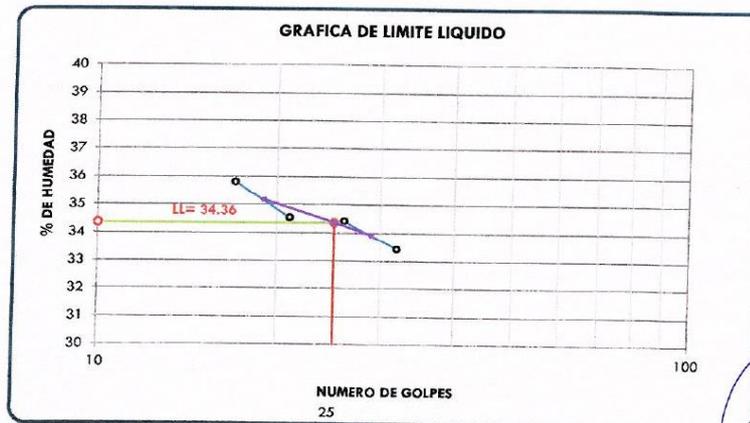
**LIMITE LIQUIDO**

# Tara	A-57	E-09	A-40	A-37
Peso de la Tara gr.	25.23	21.17	24.53	21.15
T. + Suelo Húmedo gr.	39.00	36.87	40.93	34.35
T. + Suelo Seco gr.	35.55	32.85	36.72	30.87
Peso del Agua gr.	3.45	4.02	4.21	3.48
Suelo Seco gr.	10.32	11.68	12.19	9.72
<b>% de Humedad</b>	<b>33.43</b>	<b>34.42</b>	<b>34.54</b>	<b>35.80</b>
<b>Nro. De Golpes</b>	<b>32</b>	<b>26</b>	<b>21</b>	<b>17</b>

**LIMITE PLASTICO**

# Tara	C-16	C-17	A-35
Peso de la Tara gr.	21.23	21.38	17.79
T. + Suelo Húmedo gr.	22.70	22.94	19.64
T. + Suelo Seco gr.	22.49	22.69	19.33
Peso del Agua gr.	0.21	0.25	0.31
Suelo Seco gr.	1.26	1.31	1.54
<b>% de Humedad</b>	<b>16.7</b>	<b>19.1</b>	<b>20.1</b>

**LIMITE LIQUIDO**                      L.L. = 34.36 %  
**LIMITE PLASTICO**                    L.P. = 18.63 %  
**INDICE DE PLASTICIDAD**            L.P. = 15.73 %



OBSERVACIONES: Ensayos realizado por el tesisista

LAIA CONSUL EIRL  
 RUC: 20602559000  
*Bulmaría Silva Fur*  
 TITULAR - GERENTE  
 DNI: 70321126

*Ing. Nazario R. García Loayza*  
 CIP: 26223

LAIA CONSUL EIRL  
 Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
 Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
 Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
(ASTM D 2216)**

<b>PROYECTO</b>	:	"CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	:	TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	:	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	:	14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	:	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	:	C-03
<b>ESTRATO</b>	:	E-02
<b>NIVEL F.</b>	:	--
<b>PROFUNDIDAD</b>	:	-0.15 m a -1.35

Nro De Tara	E-30	E-04	A-51
Peso de Tara	21.50	24.70	20.60
Peso de Tara + M. Humeda	66.00	72.50	81.50
Peso de Tara + M. Seca	60.63	65.27	73.79
Peso de Agua	5.37	7.23	7.71
Peso Muestra Seca	39.13	40.57	53.19
Contenido de humedad W%	13.72	17.82	14.50
Promedio cont. Humedad W%	15.35 %		

OBSERVACIONES: Los ensayos fueron realizados por el tesista

LAIA CONSUL E I R L  
RUC: 20602559000

*Eulalia Silva Fur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321128

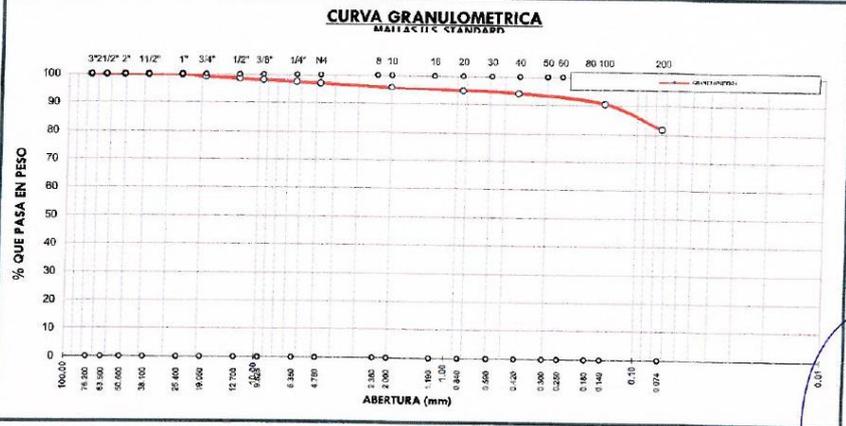


*Ing. Mariano H. Garcia Loayza*  
CIP. 26223

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D421)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALACATA</b>	: C-03
<b>ESTRATO</b>	: E-02
<b>NIVEL F.</b>	: --
<b>PROFUNDIDAD</b>	: -0.15 m a -1.35

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 1055.0 gr <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> Limite Liquido : 25.92% Limite Plastico : 17.33% Indice Plastico : 8.59%  <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> AASHTO : A-4 (8) SUCS : CL  % de Grava : 2.89 % % de Arena : 15.35 % % Pasa Nº 200 : 81.76 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400				100.00		
3/4"	19.050	8.55	0.81	0.81	99.19		
1/2"	12.700	5.38	0.51	1.32	98.68		
3/8"	9.525	5.58	0.53	1.85	98.15		
1/4"	6.350	5.61	0.53	2.38	97.62		
Nº 4	4.760	5.37	0.51	2.89	97.11		
Nº 6	3.360						
Nº 8	2.380	11.31	1.07	3.96	96.04		
Nº 10	2.000	2.53	0.24	4.20	95.80		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	10.24	0.97	5.17	94.83		
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.426	9.11	0.86	6.04	93.96		
Nº 50	0.297						
Nº 80	0.177	26.01	2.47	8.50	91.50		
Nº 100	0.149	10.44	0.99	9.49	90.51		
Nº 200	0.074	92.33	8.75	18.24	81.76		
-200		862.54	81.76	100.00	0.00		



**OBSERVACIONES:** Los ensayos fueron realizados por el tesisista  
**LAIA CONSUL E.I.R.L.**  
 Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
 Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
 Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com

**LAIA CONSUL E.I.R.L.**  
 RUC: 20602559000  
 Eulalia Siles Fur  
 TITULAR - GERENTE  
 DNI: 70321126  
 Ing. Mariano R. Garcia Loayza  
 CIP. 26223

**LIMITES DE CONSISTENCIA  
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C-03
<b>ESTRATO</b>	: E-02
<b>NIVEL F.</b>	: --
<b>PROFUNDIDAD</b>	: -0.15 m a -1.35

**LIMITE LIQUIDO**

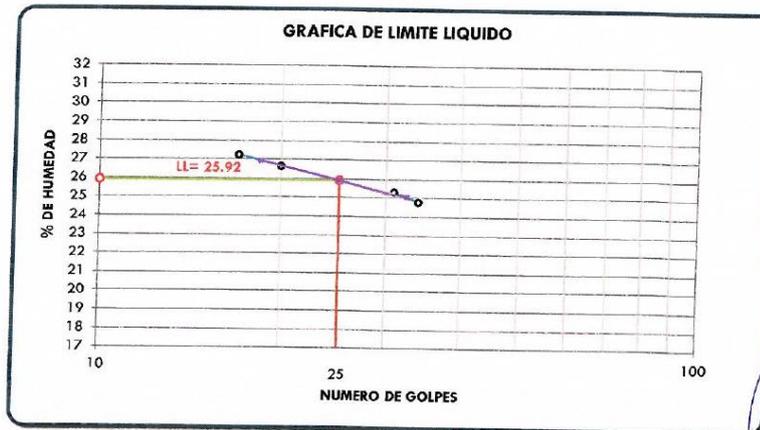
# Tara		E-24	T-15	E-22	T-20
Peso de la Tara	gr.	21.53	21.34	20.85	21.25
T. + Suelo Húmedo	gr.	37.00	52.68	36.35	55.65
T. + Suelo Seco	gr.	33.93	46.35	33.09	48.29
Peso del Agua	gr.	3.07	6.33	3.26	7.36
Suelo Seco	gr.	12.40	25.01	12.24	27.04
% de Humedad		24.76	25.31	26.63	27.22
Nro. De Golpes		34	31	20	17

**LIMITE PLASTICO**

# Tara		A-27	A-14	A-64
Peso de la Tara	gr.	21.94	17.84	23.06
T. + Suelo Húmedo	gr.	25.49	21.66	27.00
T. + Suelo Seco	gr.	24.96	21.11	26.41
Peso del Agua	gr.	0.53	0.55	0.59
Suelo Seco	gr.	3.02	3.27	3.35
% de Humedad		17.5	16.8	17.6

**LIMITE LIQUIDO**                    L.L. = 25.92 %  
**LIMITE PLASTICO**                L.P. = 17.33 %  
**INDICE DE PLASTICIDAD**        L.P. = 8.59 %

**GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO**



**OBSERVACIONES:** Los ensayos fueron realizados por el tesista

**LAIA CONSULT EIRL**  
 Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
 Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
 Cel. 993648446 E-mail: laiaconsult12@gmail.com

**LAIA CONSULT EIRL**  
 RUC: 20602559000  
*Eulalia Silva Fur*  
 TITULAR - GERENTE  
 DNI 70321126

*Jos. Mariano R. Garcia Loayza*  
 CIP. 26223



**INGENIERÍA, GEOTECNIA  
Y CONSTRUCCIÓN**  
**RUC: 20602559000**

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
(ASTM D 2216)**

<b>PROYECTO</b>	:	"CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	:	TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	:	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	:	14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	:	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	:	C-03
<b>ESTRATO</b>	:	E-03
<b>NIVEL F.</b>	:	--
<b>PROFUNDIDAD</b>	:	-1.35 m a -3.10

Nro De Tara	A-30	A-04	E-22
Peso de Tara	22.90	18.10	20.90
Peso de Tara + M. Humeda	70.50	81.60	78.00
Peso de Tara + M. Seca	64.76	73.54	70.15
Peso de Agua	5.74	8.06	7.85
Peso Muestra Seca	41.86	55.44	49.25
Contenido de humedad W%	13.71	14.54	15.94
Promedio cont. Humedad W%	14.73 %		

**OBSERVACIONES:** Los ensayos fueron realizados por el tesista

LAIA CONSULT E I R L  
RUC: 20602559000  
*Eulalia*  
TITULAR  
DN: 226114

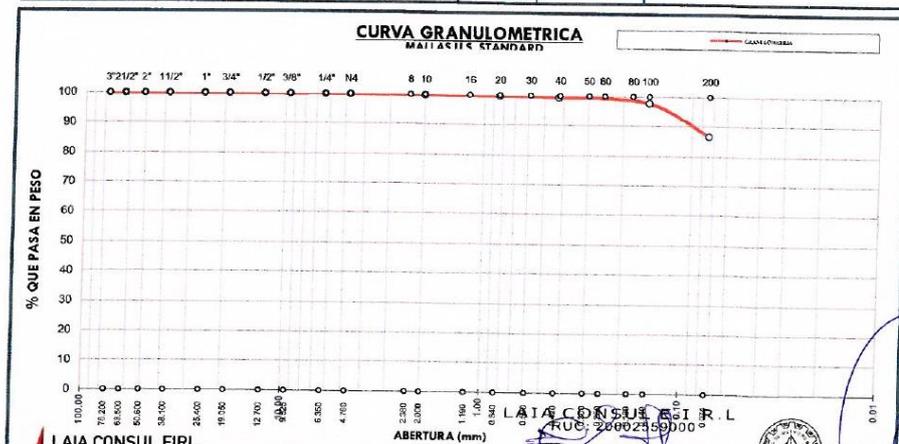
  
Ing. Mariano R. Garcia Loayza  
CIP/26223

LAIA CONSULT E I R L  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsult12@gmail.com

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D421)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C-03
<b>ESTRATO</b>	: E-03
<b>NIVEL F</b>	: -
<b>PROFUNDIDAD</b>	: -1.35 m a -3.10

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 1041.2 gr <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> Limite Liquido : 16.71% Limite Plastico : 7.51% Indice Plastico : 9.20%  <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> AASHITO : A-4 ( 8 ) SUCS : CL  % de Grava : 0.02 % % de Arena : 13.33 % % Pasa Nº 200 : 86.66 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350				100.00		
Nº 4	4.760	0.18	0.02	0.02	99.98		
Nº 6	3.360						
Nº 8	2.380	1.01	0.10	0.11	99.89		
Nº 10	2.000	0.25	0.02	0.14	99.86		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	1.54	0.15	0.29	99.71		
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.426	2.61	0.25	0.54	99.46		
Nº 50	0.297						
Nº 80	0.177	10.36	1.00	1.53	98.47		
Nº 100	0.149	7.86	0.75	2.29	97.71		
Nº 200	0.074	115.12	11.06	13.34	86.66		
-200		902.27	86.66	100.00	0.00		



**LAIA CONSULT E.I.R.L.**  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
OBSERVACIONES: 2088 Mz. E. lote 03 rea. Puntos Buno e Buno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsult12@gmail.com

**LAIA CONSULT E.I.R.L.**  
RUC: 20602559000  
**Eulalia Silva Fur**  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321128



**Maricela García Loayza**  
CIP: 26223

**LIMITES DE CONSISTENCIA  
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C-03
<b>ESTRATO</b>	: E-03
<b>NIVEL F.</b>	: --
<b>PROFUNDIDAD</b>	: -1.35 m a -3.10

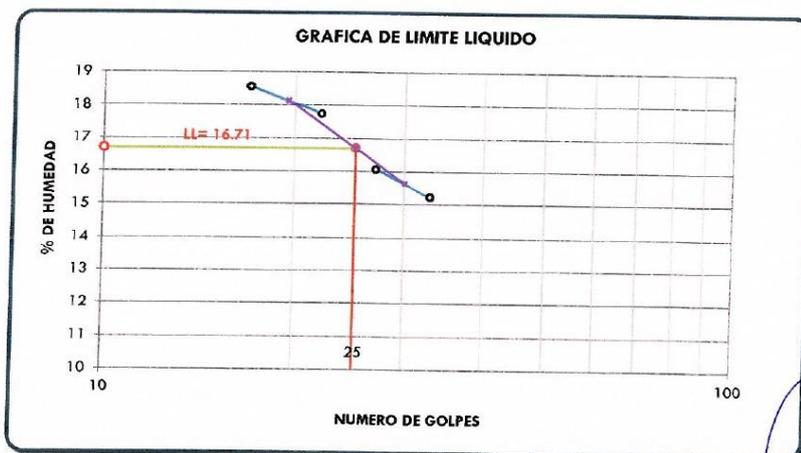
**LIMITE LIQUIDO**

# Tara		A-38	T-16	A-19	A-04
Peso de la Tara	gr.	23.96	21.17	24.44	18.12
T. + Suelo Húmedo	gr.	45.67	41.90	39.77	40.60
T. + Suelo Seco	gr.	42.80	39.03	37.46	37.08
Peso del Agua	gr.	2.87	2.87	2.31	3.52
Suelo Seco	gr.	18.84	17.86	13.02	18.96
<b>% de Humedad</b>		<b>15.23</b>	<b>16.07</b>	<b>17.74</b>	<b>18.57</b>
<b>Nro. De Golpes</b>		<b>33</b>	<b>27</b>	<b>22</b>	<b>17</b>

**LIMITE PLASTICO**

# Tara		T-02	E-12	A-14
Peso de la Tara	gr.	21.01	20.82	17.83
T. + Suelo Húmedo	gr.	23.12	23.12	19.23
T. + Suelo Seco	gr.	22.95	22.94	19.16
Peso del Agua	gr.	0.17	0.18	0.07
Suelo Seco	gr.	1.94	2.12	1.33
<b>% de Humedad</b>		<b>8.8</b>	<b>8.5</b>	<b>5.3</b>

**LIMITE LIQUIDO**                      LL = 16.71 %  
**LIMITE PLASTICO**                    LP = 7.51 %  
**INDICE DE PLASTICIDAD**            LP = 9.20 %



OBSERVACIONES: Los ensayos fueron realizados por el tesista

**LAIA CONSULT E I R L**  
 Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
 Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
 Cel. 993648446 E-mail: laiaconsult12@gmail.com

**LAIA CONSULT E I R L**  
 RUC 20602559000  
 Eulalia Silva Fur  
 TITULAR - GERENTE  
 DNI 70321126

  
 Ing. Mariano R. Garcia Loayza  
 CIP. 26223



INGENIERÍA, GEOTECNIA  
Y CONSTRUCCIÓN  
RUC: 20602559000

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
(ASTM D 2216)**

PROYECTO	:	"CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
SOLICITADO	:	TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
UBICACIÓN	:	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
FECHA	:	14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>		
UBICACIÓN	:	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
CALICATA	:	C-04
ESTRATO	:	E-02
NIVEL F.	:	--
PROFUNDIDAD	:	-0.20 m a -1.3

Nro De Tara	A-61	A-62	A-68
Peso de Tara	21.90	20.60	21.60
Peso de Tara + M. Humeda	67.40	68.10	71.10
Peso de Tara + M. Seca	60.13	60.33	62.98
Peso de Agua	7.27	7.77	8.12
Peso Muestra Seca	38.23	39.73	41.38
Contenido de humedad W%	19.02	19.56	19.62
Promedio cont. Humedad W%	19.40 %		

OBSERVACIONES: Los ensayos fueron realizados por el tesista

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
RUC: 20602559000  
*Eulalia Silva Par*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321128

  
Ing. Mariano X. Garcia Longaza  
CIP/26223

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com



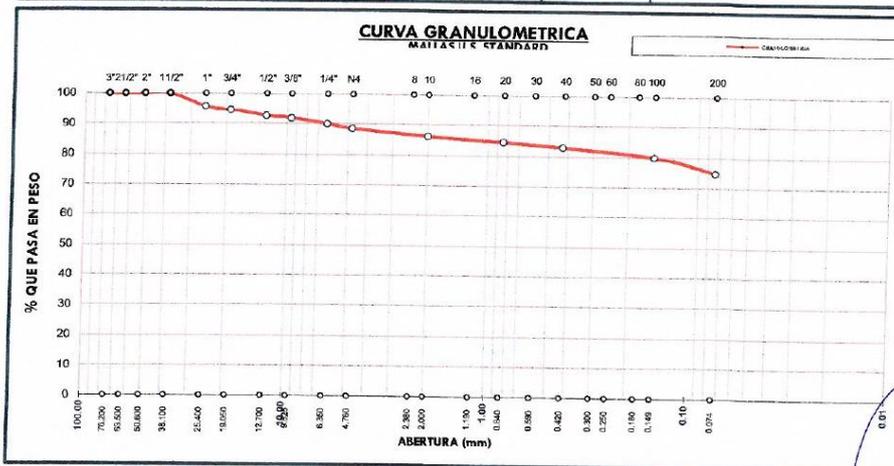
**INGENIERÍA, GEOTECNIA  
Y CONSTRUCCIÓN**

**RUC: 20602559000**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D421)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C-04
<b>ESTRATO</b>	: E-02
<b>NIVEL F.</b>	: --
<b>PROFUNDIDAD</b>	: -0.20 m a -1.3

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 1081.8 gr <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> Limite Liquido : 29.40% Limite Plastico : 18.61% Indice Plastico : 10.79%  <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> AASHTO : <b>A-6 ( 8 )</b> SUCS : <b>CL</b>  % de Grava : 11.45 % % de Arena : 13.87 % % Pasa Nº 200 : 74.69 %  <b>Observaciones :</b>
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100				100.00		
1"	25.400	45.61	4.22	4.22	95.78		
3/4"	19.050	13.30	1.23	5.45	94.55		
1/2"	12.700	20.59	1.90	7.35	92.65		
3/8"	9.525	8.17	0.76	8.10	91.90		
1/4"	6.350	19.55	1.81	9.91	90.09		
Nº 4	4.760	16.60	1.53	11.45	88.55		
Nº 6	3.360						
Nº 8	2.380	20.25	1.87	13.32	86.68		
Nº 10	2.000	4.51	0.42	13.73	86.27		
Nº16	1.190						
Nº 20	0.840	18.47	1.71	15.44	84.56		
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.426	17.43	1.61	17.05	82.95		
Nº 50	0.297						
Nº 80	0.177	26.58	2.46	19.51	80.49		
Nº 100	0.149	6.69	0.62	20.13	79.87		
Nº 200	0.074	56.09	5.18	25.31	74.69		
-200		807.96	74.69	100.00	0.00		



**OBSERVACIONES:** Los ensayos fueron realizados por el tesista

**LAIA CONSULT E.I.R.L.**  
 Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
 Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
 Cel. 993648446 E-mail: laiaconsult12@gmail.com

**LAIA CONSULT E.I.R.L.**  
 RUC: 20602559000  
 Eulalia Silva Sur  
 TITULAR - GERENTE  
 DNI 70321129

Inge. Mariano B. Garcia Loayza  
 CIP: 26223



**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C-04
<b>ESTRATO</b>	: E-02
<b>NIVEL F.</b>	: --
<b>PROFUNDIDAD</b>	: -0.20 m a -1.3

**LIMITE LIQUIDO**

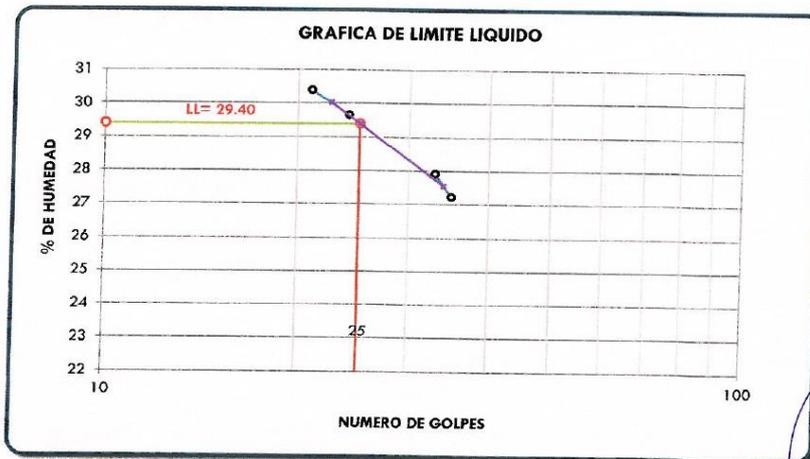
# Tara	A-51	A-62	T-13	A-15
Peso de la Tara gr.	20.69	20.59	21.29	18.27
T. + Suelo Húmedo gr.	35.41	36.49	34.58	31.61
T. + Suelo Seco gr.	32.26	33.02	31.54	28.50
Peso del Agua gr.	3.15	3.47	3.04	3.11
Suelo Seco gr.	11.57	12.43	10.25	10.23
<b>% de Humedad</b>	<b>27.23</b>	<b>27.92</b>	<b>29.66</b>	<b>30.40</b>
Nro. De Golpes	35	33	24	21

**LIMITE PLASTICO**

# Tara	A-10	E-04	E-29
Peso de la Tara gr.	18.05	24.75	24.51
T. + Suelo Húmedo gr.	21.67	27.83	27.58
T. + Suelo Seco gr.	21.12	27.34	27.09
Peso del Agua gr.	0.55	0.49	0.49
Suelo Seco gr.	3.07	2.59	2.58
<b>% de Humedad</b>	<b>17.9</b>	<b>18.9</b>	<b>19.0</b>

**LIMITE LIQUIDO** L.L. = 29.40 %  
**LIMITE PLASTICO** L.P. = 18.61 %  
**INDICE DE PLASTICIDAD** L.P. = 10.79 %

**GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO**



**OBSERVACIONES:** Los ensayos fueron realizados por el tesista LAIA CONSULTING S.R.L. RUC: 20602559000

**LAIA CONSULTING**  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsult12@gmail.com

*Eulalia Silva Fur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI 70321126

*Ing. Mariano R. Garcia Loayza*  
CIP. 26223

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
(ASTM D 2216)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C-04
<b>ESTRATO</b>	: E-03
<b>NIVEL F.</b>	: --
<b>PROFUNDIDAD</b>	: -1.30 m a -3.0

Nro De Tara	E-09	E-18	A-28
Peso de Tara	24.80	21.70	21.80
Peso de Tara + M. Humeda	88.00	84.50	82.30
Peso de Tara + M. Seca	76.86	73.99	71.70
Peso de Agua	11.14	10.51	10.60
Peso Muestra Seca	52.06	52.29	49.90
Contenido de humedad W%	21.40	20.10	21.24
Promedio cont. Humedad W%	20.91 %		

OBSERVACIONES: Los ensayos fueron realizados por el tesista

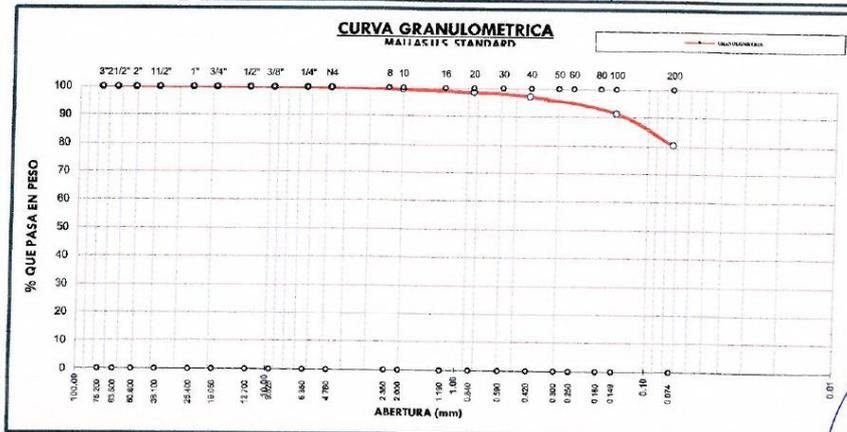
LAIA CONSULT E.I.R.L.  
RUC: 20602559000  
*Bulatia SANCHEZ FUR*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126

  
Ing. Marufo R. Garcia Loayza  
C/P. 26223

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D421)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C-04
<b>ESTRATO</b>	: E-03
<b>NIVEL F.</b>	: --
<b>PROFUNDIDAD</b>	: -1.30 m a -3.0

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 1015.0 gr <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> Limite Liquido : 23.67% Limite Plastico : 14.53% Indice Plastico : 9.14%  <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> AASHTO : <b>A-4 ( B )</b> SUCS : <b>CL</b>  % de Grava : 0.07 % % de Arena : 19.51 % % Pasa Nº 200 : 80.43 %  Observaciones :
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350				100.00		
Nº 4	4.760	0.67	0.07	0.07	99.93		
Nº 6	3.360						
Nº 8	2.380	3.36	0.33	0.40	99.60		
Nº 10	2.000	1.06	0.10	0.50	99.50		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	9.30	0.92	1.42	98.58		
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.426	14.16	1.40	2.81	97.19		
Nº 50	0.297						
Nº 80	0.177	41.59	4.10	6.91	93.09		
Nº 100	0.149	17.61	1.73	8.65	91.35		
Nº 200	0.074	110.93	10.93	19.57	80.43		
-200		816.32	80.43	100.00	0.00		



OBSERVACIONES: Los ensayos fueron realizados por el tesista

**LAIA CONSULT EIRL**  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsult12@gmail.com

**LAIA CONSULT EIRL**  
RUC: 20602559000  
*Balata Silva Fur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126



*Ing. Mariano R. Garcia Louza*  
CIP. 26223

**LIMITES DE CONSISTENCIA  
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

<b>PROYECTO</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"
<b>SOLICITADO</b>	: TESISISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>FECHA</b>	: 14 de junio del 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	: HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA
<b>CALICATA</b>	: C-04
<b>ESTRATO</b>	: E-03
<b>NIVEL F.</b>	: --
<b>PROFUNDIDAD</b>	: -1.30 m a -3.0

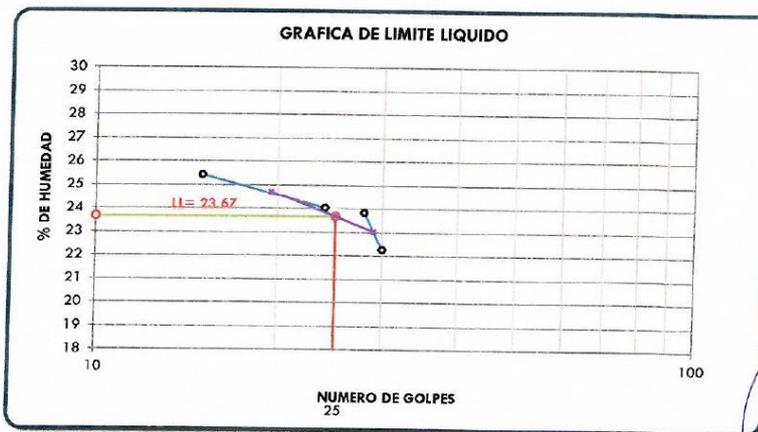
**LIMITE LIQUIDO**

# Tara	T-02	A-19	T-16	A-04
Peso de la Tara gr.	21.00	24.45	21.18	18.11
T. + Suelo Húmedo gr.	36.33	43.00	37.34	34.25
T. + Suelo Seco gr.	33.54	39.43	34.21	30.98
Peso del Agua gr.	2.79	3.57	3.13	3.27
Suelo Seco gr.	12.54	14.98	13.03	12.87
<b>% de Humedad</b>	<b>22.25</b>	<b>23.83</b>	<b>24.02</b>	<b>25.41</b>
<b>Nro. De Golpes</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>15</b>

**LIMITE PLASTICO**

# Tara	A-65	E-01	A-21
Peso de la Tara gr.	21.05	23.04	21.33
T. + Suelo Húmedo gr.	25.15	27.80	26.61
T. + Suelo Seco gr.	24.62	27.19	25.96
Peso del Agua gr.	0.53	0.61	0.65
Suelo Seco gr.	3.57	4.15	4.63
<b>% de Humedad</b>	<b>14.8</b>	<b>14.7</b>	<b>14.0</b>

**LIMITE LIQUIDO** L.L. = 23.67 %  
**LIMITE PLASTICO** L.P. = 14.53 %  
**INDICE DE PLASTICIDAD** L.P. = 9.14 %



**OBSERVACIONES:** Los ensayos fueron realizados por el tesisista

**LAIA CONSULT EIRL**  
 Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
 Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
 Cel. 993648446 E-mail: laiaconsult12@gmail.com

**LAIA CONSULT EIRL**  
 RUC: 20602559000  
 Eulalia Silva Ruiz  
 TITULAR - GERENTE  
 DNI: 70521126



Ing. Mariana R. Garcia Longza  
 CIP. 20223

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UU)  
(MUESTRA ENSAYADA DE SECCIÓN CIRCULAR)  
(ASTM - D3080-98)**

**PROYECTO :** "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"

**UBICACIÓN :** HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE  
**SOLICITADO :** TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni

**FECHA :** 14 de junio del 2022

**CALICATA:** C-04  
**ESTRATO:** E-03  
**PROFUNDIDAD:** -1.50 m a -3.00m  
**NIVEL FREATICO:** -

Datos	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h) (cm)	2.14		2.14		2.14	
Diámetro (D)(cm)	6.15		6.15		6.15	
Peso Anillo (gr)	44.20		44.20		44.20	
Volumen (cm3)	63.57		63.57		63.57	
Peso de la Muestra Humeda(Gr)	161.00		161.10		161.40	
PesoEspecifico de masa (gr/cm3)	1.84		1.84		1.84	
Humedad (w) (%)	22.81%		23.44%		20.94%	
Densidad Seco(γs) gr/cm3	1.50		1.49		1.52	
Esfuerzo Normal (kg/cm2)	0.52		1.03		2.06	

Ec. de Corr. de la Fuerza  $\gg F(Kg. -f) = -0.000088(Dial) + 0.5596040(Dial) - 0.6351444$

Deformac Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Deformac Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Deformac Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	4.95	2.416	0.081	0.10	5.52	2.735	0.092	0.10	6.96	3.539	0.119
0.20	6.66	3.372	0.114	0.20	7.76	3.986	0.134	0.20	11.84	6.262	0.211
0.30	7.94	4.086	0.138	0.30	9.76	5.102	0.172	0.30	15.44	8.268	0.278
0.40	8.83	4.583	0.154	0.40	11.36	5.994	0.202	0.40	19.04	10.272	0.346
0.60	10.33	5.420	0.182	0.60	14.32	7.644	0.257	0.60	23.12	12.540	0.422
0.80	11.46	6.050	0.204	0.80	16.40	8.802	0.296	0.80	26.88	14.427	0.492
1.00	12.47	6.613	0.223	1.00	17.76	9.559	0.322	1.00	30.16	16.446	0.554
1.25	13.30	7.076	0.238	1.25	19.36	10.450	0.352	1.25	33.28	18.175	0.612
1.50	13.77	7.338	0.247	1.50	20.08	10.850	0.365	1.50	35.52	19.415	0.654
1.75	14.15	7.549	0.254	1.75	20.72	11.206	0.377	1.75	37.20	20.344	0.685
2.00	14.42	7.700	0.259	2.00	20.96	11.339	0.382	2.00	38.64	21.140	0.712
2.25	14.50	7.744	0.261	2.25	21.36	11.562	0.389	2.25	39.76	21.759	0.732
2.50	14.55	7.772	0.262	2.50	21.52	11.650	0.392	2.50	39.84	21.804	0.734
2.75	14.57	7.783	0.262	2.75	21.76	11.784	0.397	2.75	39.28	21.494	0.724
3.00	14.57	7.783	0.262	3.00	21.92	11.873	0.400	3.00	38.88	21.273	0.716
3.50	14.57	7.783	0.262	3.50	22.40	12.140	0.409	3.50	37.52	20.521	0.691
4.00	14.73	7.872	0.265	4.00	22.56	12.228	0.412	4.00	36.56	19.990	0.673
4.50	14.79	7.906	0.266	4.50	22.80	12.362	0.416	4.50	36.56	19.990	0.673
5.00	14.79	7.906	0.266	5.00	22.80	12.362	0.416	5.00	36.56	19.990	0.673

OBSERVACIONES:

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
RUC: 20602559000

*Eulalid Silva Zur*  
Eulalid Silva Zur  
TITULAR - GERENTE  
DNI 70321126



Ing. Mariana R. Garcia Coayza  
CIP. 26223

**LAIA CONSUL EIRL**  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UU)  
(MUESTRA ENSAYADA DE SECCION CIRCULAR)**

**PROYECTO :** "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"

**UBICACIÓN :** HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA

**SOLICITADO :** TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni

**FECHA :** 14 de junio del 2022

**CALICATA :** C-04

**ESTRATO :** E-03

**PROFUNDIDAD :** -1.50 m a -3.00m

**NIVEL FREATICO :** -

Muestra Nro.	E-03
Caliceto Nro.	C-04
Veloc. de Ensayo (mm/min)	0.5

Estado del Suelo	Natural	Inalterada	X
		Remoldeada	
CLASIFICACION DE SUELOS			
SUCS	CL		



OBSERVACIONES:

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
RUC: 20602559000  
*Eulalia Silva Fur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126



*Ing. Mariela P. Garcia Loayza*  
CIF: 26223

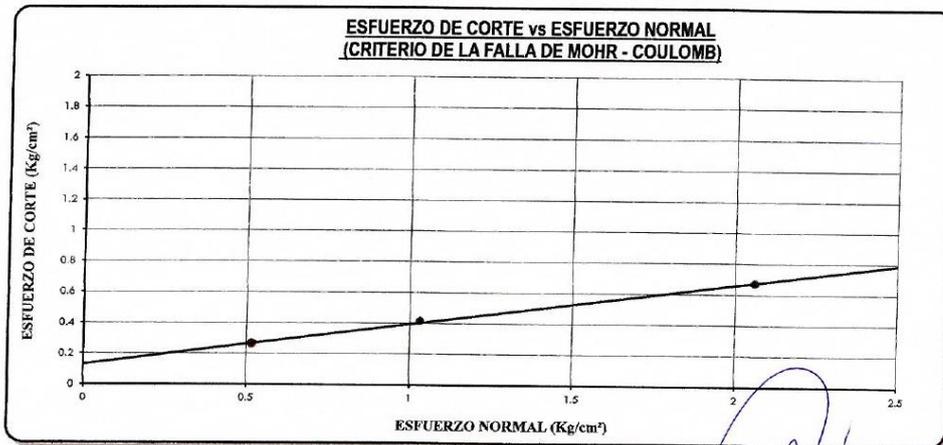
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UU)  
(MUESTRA ENSAYADA DE SECCION CIRCULAR)  
(ASTM - D3080-98)**

**PROYECTO :** "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"

**UBICACIÓN :** HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA   **CALICATA** : C-04  
**SOLICITADO :** TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni   **ESTRATO** : E-03  
**FECHA** : 14 de junio del 2022   **PROFUNDIDAD** : -1.50 m a -3.00m  
**NIVEL FREATICO** : -

Muestra Nro.	E-03
Calicata Nro.	C-04
Veloc. de Ensayo (mm/min)	0.5

CRITERIO RESIDUAL	Estado del Suelo	Natural	Inalterada	X
			Remoldeada	
	COHESION :	0.131 kg/cm <sup>2</sup>		
	ANGULO DE FRICCION:	14.73°		
	CLASIFICACION DE SUELOS			
	SUCS	CL		



OBSERVACIONES:

LAIA CONSUL E I R L  
RUC. 20602559000  
*Eulalia Silva Fur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI. 70321126



Ing. Mariano R. Garcia Loayza  
CIP. 20223



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UU)  
(MUESTRA ENSAYADA DE SECCION CIRCULAR)  
(ASTM - D3080-98)**

PROYECTO :	"CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACION DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACION URBANA SANTA MARIA, PUNO 2022"		
UBICACION :	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA	CALICATA:	C-01
SOLICITADO :	TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni	ESTRATO:	E-03
FECHA :	14 de junio del 2022	PROFUNDIDAD:	-1.50 m a -3.00m
		NIVEL FREATICO:	

Datos	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h) (cm)	2.14		2.14		2.14	
Diámetro (D)(cm)	6.15		6.15		6.15	
Peso Anillo (gr)	44.20		44.20		44.20	
Volumen (cm3)	63.57		63.57		63.57	
Peso de la Muestra Humada(Gr)	107.45		143.73		112.05	
PesoEspecifico de masa (gr/cm3)	0.99		1.57		1.07	
Humedad (w) (%)	40.51%		32.57%		34.61%	
Densidad Seco(ys) gr/cm3	0.71		1.18		0.79	
Esfuerzo Normal (kg/cm2)	0.52		1.03		2.06	

Ec. de Corr. de la Fuerza  $\gg F(Kg - f) = -0.000088(Dial) + 0.5596040(Dial) - 0.351444$

Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	1.80	0.656	0.022	0.10	2.10	0.823	0.028	0.10	2.2	0.879	0.030
0.20	1.90	0.711	0.024	0.20	2.80	1.215	0.041	0.20	3.00	1.327	0.045
0.30	1.90	0.711	0.024	0.30	3.20	1.438	0.048	0.30	3.9	1.830	0.062
0.40	2.00	0.767	0.026	0.40	3.40	1.550	0.052	0.40	4.00	1.886	0.063
0.60	2.40	0.991	0.033	0.60	3.60	1.662	0.056	0.60	5.00	2.444	0.082
0.80	3.70	1.718	0.058	0.80	4.40	2.109	0.071	0.80	5.9	2.947	0.099
1.00	3.80	1.774	0.060	1.00	5.00	2.444	0.082	1.00	6.9	3.506	0.118
1.25	3.80	1.774	0.060	1.25	6.60	3.338	0.112	1.25	8.1	4.176	0.141
1.50	3.90	1.830	0.062	1.50	7.40	3.785	0.127	1.50	9.2	4.789	0.161
1.75	4.20	1.997	0.067	1.75	7.90	4.064	0.137	1.75	10.2	5.347	0.180
2.00	4.60	2.221	0.075	2.00	8.70	4.510	0.152	2.00	11.50	6.072	0.204
2.25	4.70	2.277	0.077	2.25	9.50	4.957	0.167	2.25	12.8	6.797	0.229
2.50	4.80	2.333	0.079	2.50	10.30	5.403	0.182	2.50	14.0	7.466	0.251
2.75	5.20	2.556	0.086	2.75	10.70	5.626	0.189	2.75	15.7	8.413	0.283
3.00	5.60	2.780	0.094	3.00	11.40	6.017	0.203	3.00	16.00	8.580	0.289
3.50	5.90	2.947	0.099	3.50	11.60	6.128	0.206	3.50	17.80	9.582	0.323
4.00	6.60	3.338	0.112	4.00	12.30	6.518	0.219	4.00	18.80	10.138	0.341
4.50	6.80	3.450	0.116	4.50	12.50	6.630	0.223	4.50	19.60	10.583	0.356
5.00	7.40	3.785	0.127	5.00	13.20	7.020	0.236	5.00	20.30	10.972	0.369

OBSERVACIONES:

LAIA CONSULT E I R. L.  
RUC: 20602559000  
*[Signature]*  
Eulalia Llanos Pizar  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126



*[Signature]*  
Ing. Mariano B. Garcia Loayza  
CIP: 26223

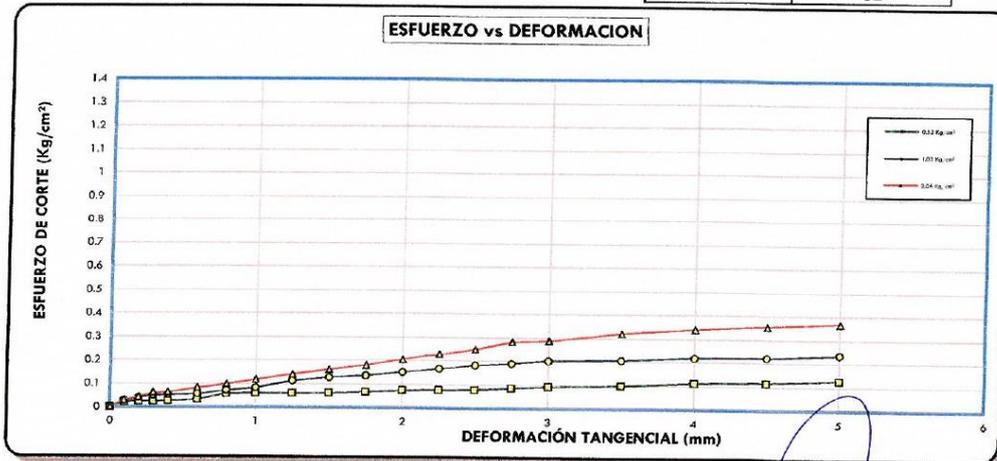
LAIA CONSULT E I R. L.  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UU)  
(MUESTRA ENSAYADA DE SECCION CIRCULAR)**

**PROYECTO :** "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"  
**UBICACIÓN :** HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA  
**SOLICITADO :** TESISISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni  
**FECHA :** 14 de junio del 2022  
**CALICATA :** C-01  
**ESTRATO :** E-03  
**PROFUNDIDAD :** -1.50 m a -3.00m  
**NIVEL FREÁTICO :** -

Muestra Nro.	E-03
Calicote Nro.	C-01
Veloc. de Ensayo (mm/min)	0.5

Estado del Suelo	Natural	Inalterada	X
		Remoldeada	
CLASIFICACION DE SUELOS			
SUCS		CL	



OBSERVACIONES:

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
RUC: 20602559000  
*Eulalia Silva Fur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126

Ing. Mariano B. Garcia Loayza  
CIP/ 26223



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UU)  
(MUESTRA ENSAYADA DE SECCION CIRCULAR)  
(ASTM - D3080-98)**

PROYECTO :	"CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACION DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACION URBANA SANTA MARIA, PUNO 2022"		
UBICACION :	HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA	CALICATA:	C-02
SOLICITADO :	TESISTA: Ugarte Quispe Christian Giovanni	ESTRATO:	E-04
FECHA :	14 junio de 2022	PROFUNDIDAD:	-1.00 a 3.00 m
		NIVEL FREATICO:	-

Datos	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h) (cm)	2.14		2.14		2.14	
Diámetro (D)(cm)	6.15		6.15		6.15	
Peso Anillo (gr)	44.20		44.20		44.20	
Volumen (cm3)	63.57		63.57		63.57	
Peso de la Muestra Humeda(Gr)	104.83		102.42		100.26	
PesoEspecifico de masa (gr/cm3)	0.95		0.92		0.88	
Humedad (w) (%)	49.22%		51.39%		49.19%	
Densidad Seca(γs) gr/cm3	0.64		0.60		0.59	
Esfuerzo Normal (kg/cm2)	0.52		1.03		2.06	

Ec. de Corr. de la Fuerza  $\gg F(Kg.-f) = -0.000088(Dial) + 0.5596040(Dial) - 0.351444$

Deformac Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Deformac Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Deformac Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	1.00	0.208	0.007	0.10	2.3	0.935	0.031	0.10	4.5	2.165	0.073
0.20	1.10	0.264	0.009	0.20	3.5	1.606	0.054	0.20	6.3	3.171	0.107
0.30	1.5	0.488	0.016	0.30	4.00	1.886	0.063	0.30	7.00	3.561	0.120
0.40	1.8	0.656	0.022	0.40	4.8	2.333	0.079	0.40	10.00	5.236	0.176
0.60	2.8	1.215	0.041	0.60	6.3	3.171	0.107	0.60	13.5	7.187	0.242
0.80	4.02	1.897	0.064	0.80	8.1	4.176	0.141	0.80	17.1	9.192	0.309
1.00	7.1	3.617	0.122	1.00	10.1	5.292	0.178	1.00	21.2	11.473	0.386
1.25	8.5	4.399	0.148	1.25	12.0	6.351	0.214	1.25	23.20	12.584	0.424
1.50	10.00	5.236	0.176	1.50	13.9	7.410	0.249	1.50	26.30	14.305	0.482
1.75	11.2	5.905	0.199	1.75	15.0	8.023	0.270	1.75	30.10	16.413	0.553
2.00	12.6	6.686	0.225	2.00	16.4	8.802	0.296	2.00	33.40	18.241	0.614
2.25	13.8	7.354	0.248	2.25	18.0	9.693	0.326	2.25	36.90	20.178	0.679
2.50	14.9	7.967	0.268	2.50	19.0	10.249	0.345	2.50	40.00	21.892	0.737
2.75	15.9	8.524	0.287	2.75	19.9	10.750	0.362	2.75	42.40	23.218	0.782
3.00	16.9	9.081	0.306	3.00	20.9	11.306	0.381	3.00	45.10	24.708	0.832
3.50	18.5	9.971	0.336	3.50	22.8	12.362	0.416	3.50	48.10	26.362	0.887
4.00	19.8	10.694	0.360	4.00	24.3	13.195	0.444	4.00	48.60	26.637	0.897
4.50	20.7	11.195	0.377	4.50	26.0	14.139	0.476	4.50	48.90	26.803	0.902
5.00	21.4	11.584	0.390	5.00	27.1	14.749	0.497	5.00	48.90	26.803	0.902

OBSERVACIONES:

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
RUC: 20602559000

*Evelina Silva Tur*  
TITULAR GERENTE  
DNI 70321126



Ing. Mariela R. Guerra Loayza  
C/P. 26223

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UU)  
(MUESTRA ENSAYADA DE SECCION CIRCULAR)**

**PROYECTO :** "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"

**UBICACIÓN :** HABILITACION URBANA SANTA MARÍA - DISTRITO DE PUTINA

**CALICATA :** C-02

**SOLICITADO :** TESISISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni

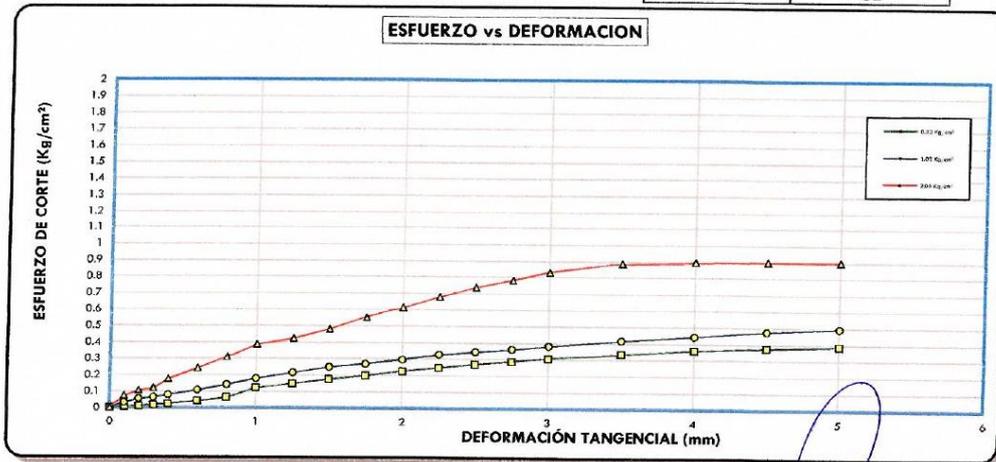
**ESTRATO :** E-04

**FECHA :** 14 junio de 2022

**PROFUNDIDAD :** -1.00 a 3.00 m  
**NIVEL FREATICO :** -

Muestra Nro.	E-04
Calicota Nro.	C-02
Veloc. de Ensayo (mm/min)	0.5

Estado del Suelo	Natural	Inalterada	X
		Remoldeada	
CLASIFICACION DE SUELOS			
SUCS		CL	



OBSERVACIONES:

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
RUC: 20602559000  
*Eulalia Silva Paz*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126



*Mariano R. Garcia Loayza*  
CIP: 26223

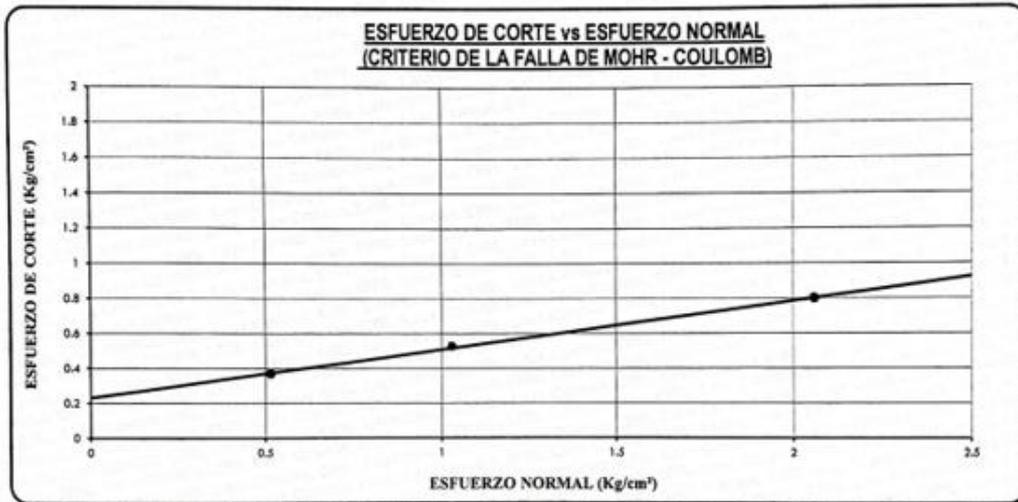
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UU)  
(MUESTRA ENSAYADA DE SECCION CIRCULAR)  
(ASTM - D3080-98)**

**PROYECTO :** "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"

**UBICACIÓN :** HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA **CALICATA :** C-02  
**SOLICITADO :** TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni **ESTRATO :** E-04  
**FECHA :** 14 junio de 2022 **PROFUNDIDAD :** -1.00 a 3.00 m  
**NIVEL FREATICO :** -

Muestra Nro.	E-01
Calicata Nro.	C-3
Veloc. de Ensayo (mm/min)	0.5

Estado del Suelo	Natural	Inalterada	X
		Remoldeada	
CRITERIO RESIDUAL	COHESION :		0.230 kg/cm <sup>2</sup>
	ANGULO DE FRICCION:		15.50°
CLASIFICACION DE SUELOS			
SUCS		CL	



OBSERVACIONES: Muestra extraída por el laboratorio.  
 Datos del muestreo realizados por el laboratorio.

  
 Lilian K. Mamani Aquino  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 DNI. 70236775

  
 Ing. Mariano R. Garcia Loayza  
 CIP. 11113

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UU)  
(MUESTRA ENSAYADA DE SECCION CIRCULAR)  
(ASTM - D3080-98)**

**PROYECTO :** "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"

**UBICACIÓN :** HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA      **CALCATA:** C-03

**SOLICITADO :** TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni      **ESTRATO:** E-03

**FECHA :** 14 de junio del 2022      **PROFUNDIDAD:** -1.35 m a -3.00m

**NIVEL FREATICO:** -

Datos	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h) (cm)	2.14		2.14		2.14	
Diámetro (D)(cm)	6.15		6.15		6.15	
Peso Anillo (gr)	44.20		44.20		44.20	
Volumen (cm <sup>3</sup> )	63.57		63.57		63.57	
Peso de la Muestra Humeda(G)	161.00		161.10		161.40	
PesoEspecífico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	1.84		1.84		1.84	
Humedad (w) (%)	22.81%		23.44%		20.94%	
Densidad Seca(ys) gr/cm <sup>3</sup>	1.50		1.49		1.52	
Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.52		1.03		2.06	

Ec. de Corr. de la Fuerza »F(Kg.-f) = -0.000088(Dial) + 0.5596040(Dial) - 0.6351444

Deformac Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Constante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Constante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Constante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	4.00	1.896	0.063	0.10	4.56	2.199	0.074	0.10	5.52	2.735	0.092
0.20	5.60	2.780	0.094	0.20	6.80	3.450	0.116	0.20	10.40	5.459	0.184
0.30	6.96	3.539	0.119	0.30	8.80	4.566	0.154	0.30	14.00	7.466	0.251
0.40	7.84	4.030	0.136	0.40	10.40	5.459	0.184	0.40	17.60	9.470	0.319
0.60	9.36	4.879	0.164	0.60	13.36	7.109	0.239	0.60	21.68	11.739	0.395
0.80	10.40	5.459	0.184	0.80	15.44	8.268	0.278	0.80	25.44	13.828	0.465
1.00	11.44	6.039	0.203	1.00	16.80	9.025	0.304	1.00	28.72	15.648	0.527
1.25	12.32	6.530	0.220	1.25	18.40	9.915	0.334	1.25	31.84	17.377	0.585
1.50	12.80	6.797	0.229	1.50	19.12	10.316	0.347	1.50	34.08	18.618	0.627
1.75	13.20	7.020	0.236	1.75	19.76	10.672	0.359	1.75	35.76	19.547	0.658
2.00	13.44	7.154	0.241	2.00	20.00	10.805	0.364	2.00	37.20	20.344	0.685
2.25	13.52	7.196	0.242	2.25	20.40	11.028	0.371	2.25	38.32	20.963	0.706
2.50	13.60	7.243	0.244	2.50	20.56	11.117	0.374	2.50	38.40	21.008	0.707
2.75	13.60	7.243	0.244	2.75	20.80	11.250	0.379	2.75	37.84	20.698	0.697
3.00	13.60	7.243	0.244	3.00	20.96	11.339	0.382	3.00	37.44	20.477	0.689
3.50	13.60	7.243	0.244	3.50	21.44	11.606	0.391	3.50	36.08	19.725	0.664
4.00	13.76	7.332	0.247	4.00	21.60	11.695	0.394	4.00	35.12	19.193	0.646
4.50	13.84	7.377	0.248	4.50	21.84	11.828	0.398	4.50	35.12	19.193	0.646
5.00	13.84	7.377	0.248	5.00	21.84	11.828	0.398	5.00	35.12	19.193	0.646

OBSERVACIONES:

LAIA CONSUL E I R L  
RUC: 20602559000  
*Eulalia Silva Pur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321726



Inge. Mariano P. Garcia Loayza  
CIP. 26223

LAIA CONSUL EIRL  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UU)  
(MUESTRA ENSAYADA DE SECCION CIRCULAR)**

PROYECTO : "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"

UBICACIÓN : HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA

CALICATA : C-03

SOLICITADO : TESISISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni

ESTRATO : E-03

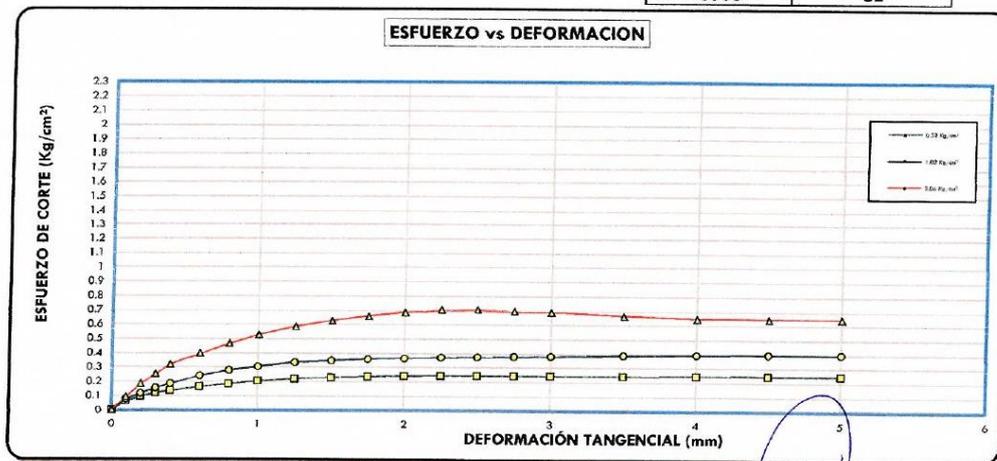
PROFUNDIDAD : 1.35 m a -3.00m

FECHA : 14 de junio del 2022

NIVEL FREATICO : -

Muestra Nro.	E-03
Calicata Nro.	C-03
Veloc. de Ensayo (mm/min)	0.5

Estado del Suelo	Natural	Inalterada	X
		Remoideada	
CLASIFICACION DE SUELOS			
SUCS		CL	



OBSERVACIONES:

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
RUC: 20602559000  
*Eulalia Silva Fur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126

*Ag. Mariano B. Garcia Loayza*  
CIP: 26223

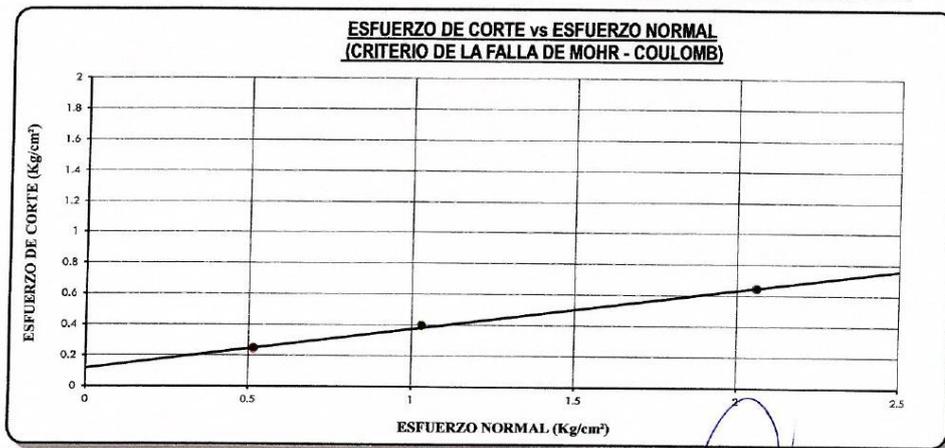
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UU)  
(MUESTRA ENSAYADA DE SECCION CIRCULAR)  
(ASTM - D3080-98)**

**PROYECTO :** "CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA DETERMINACIÓN DIMENSIONAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA HABILITACIÓN URBANA SANTA MARÍA, PUNO 2022"

**UBICACIÓN :** HABILITACION URBANA SANTA MARIA - DISTRITO DE PUTINA **CALICATA :** C-03  
**SOLICITADO :** TESISTA: Ugarte Quispe Cristhian Giovanni **ESTRATO :** E-03  
**FECHA :** 14 de junio del 2022 **PROFUNDIDAD :** -1.35 m a -3.00m  
**NIVEL FREATICO :** -

Muestra Nro.	E-03
Calicata Nro.	C-03
Veloc. de Ensayo (mm/min)	0.5

CRITERIO RESIDUAL	Estado del Suelo	Natural	Inalterada	X
			Remoldeada	
	COHESION :	0.116 kg/cm <sup>2</sup>		
	ANGULO DE FRICCION:	14.44°		
	CLASIFICACION DE SUELOS			
	SUCS	CL		



OBSERVACIONES:

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
RUC: 20602559000  
*Eulalia Silva Sur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126

 Ing. *Martino A. Garcia Loayza*  
CIP. 26223

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
Ingeniería, Geotecnia y Construcción  
Urb. Manto 2000 Mz E Lote 8-B Puno - Puno - Puno  
Cel. 993648446 E-mail: laiaconsul12@gmail.com

# Anexo N° 10. Certificado de calibración



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Número Expediente **LT-146-2021**  
 20303  
 Página 1 de 5

**Solicitante** LAIA CONSUL EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA  
**Dirección** MZA. E LOTE. 8A URB. MANTO DOS MIL (A 2 CDRAS DE LAS TORRES-DE SAN CARLOS) PUNO - PUNO - PUNO

### Laboratorio de temperatura

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

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

<b>Equipo</b>	<b>HORNO</b>
Marca / Fabricante	<b>PYS EQUIPOS</b>
Modelo	<b>STHX-1A</b>
Serie / Identificación	<b>11828 NO INDICA</b>
Procedencia	<b>NO INDICA</b>
<b>Instrumento de medición</b>	<b>TERMÓMETRO CON INDICACIÓN DIGITAL</b>
Marca / Fabricante	<b>AUTCOMP</b>
Modelo	<b>NO INDICA</b>
Alcance / Resolución	<b>300 °C 0,1 °C</b>
Identificación	<b>NO INDICA</b>
<b>Selector</b>	<b>DIGITAL</b>
Marca / Fabricante	<b>AUTCOMP</b>
Modelo	<b>NO INDICA</b>
Alcance / Resolución	<b>300 °C 0,1 °C</b>
Ubicación del instrumento	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>

**Lugar de calibración** URB. MANTO 2000, MZA. E LOTE 8A - PUNO- PUNO- PUNO.

**Fecha de calibración** 2021-12-22

**Sello** **Fecha de emisión** **Jefe del laboratorio de calibración**

2021-12-28



**CEM INDUSTRIAL**

*Jesús Quinto C.*  
**JESÚS QUINTO C.**  
 JEFE DE LABORATORIO

LAIA CONSUL E I R. L.  
 RUC 20602939000  
*Eulalia Silva Paz*  
 TITULAR - GERENTE  
 DNI 70321126

Centro Especializado en Metrología Industrial  
 Mz A, Lote 18, Urb. El Pacífico II Etapa, S.M.P. - Lima  
 • Telf. 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Número **LT-146-2021**  
Expediente 20303  
Página 2 de 5

## Método de calibración

Se determina la temperatura de distintos puntos internos del Medio Isotermo siguiendo el "Procedimiento para la calibración o caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" INDECOP-I-SNM PC-018

## Condiciones Ambientales

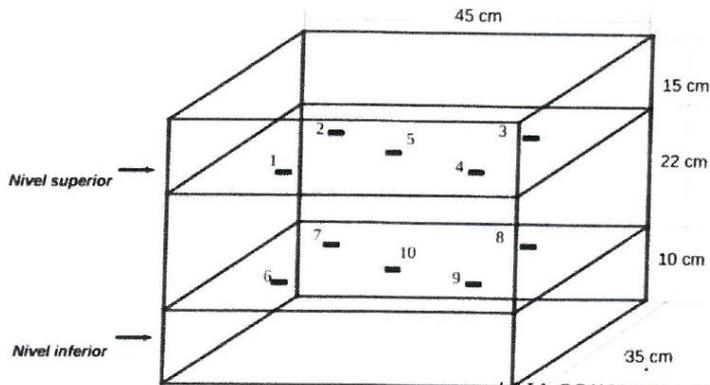
	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	14,1 °C	14,5 °C
HUMEDAD RELATIVA	54 %	51 %

## Patrones usados

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Termómetro digital	LT-304-2021
INACAL	Termómetro digital	LT-305-2021
METROIL	Termohigrómetro	T-3787-2021

## Puntos de calibración

Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.  
Los termopares del 1 al 5 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla superior.  
Los termopares del 6 al 10 están ubicados a 2 cm por debajo de la parrilla inferior.  
Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 15 cm de las paredes 9 cm del frente y fondo del horno respectivamente.  
Los escalones indican las posiciones de las parrillas.



LATA CONSULTA S. R. L.  
RUC: 20602559000  
*Eulalia Silva Fur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126



Centro Especializado en Metrología Industrial  
Mz. A, Lote 18, Urb. El Pacífico II Etapa, S.M.P. - Lima  
• Tel: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Número Expediente **LT-146-2021**  
 20303  
 Página 3 de 5

## Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C:

Periodo = 2 minutos

Tiempo (min)	T ind. (°C) (Termómetro o estufa)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom (°C)	Difer. de Temp. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8	Sensor 9	Sensor 10		
0	110	109,1	112,3	108,2	105,7	107,2	115,2	113,9	110,2	111,5	114,1	110,7	9,5
2	110	109,2	112,3	108,2	106,0	107,6	115,1	114,0	110,6	111,8	113,5	110,8	9,1
4	110	109,7	112,9	108,8	106,7	108,0	116,4	114,3	111,0	112,1	114,1	111,4	9,7
6	110	109,8	113,3	108,9	106,8	108,3	115,8	114,5	111,3	112,4	113,7	111,5	9,0
8	110	109,7	113,5	108,6	106,3	108,2	115,8	114,7	111,2	112,4	113,7	111,4	9,5
10	110	109,5	113,2	108,7	106,5	108,3	115,4	113,5	111,1	112,1	113,8	111,2	8,9
12	110	109,5	113,2	108,7	106,7	108,2	115,2	114,3	111,0	112,3	113,4	111,3	8,5
14	110	110,1	113,7	109,1	107,1	108,6	116,1	115,6	111,3	112,7	114,9	111,9	9,0
16	110	110,6	113,9	109,5	107,2	109,0	116,4	115,5	112,0	112,9	114,9	112,2	9,2
18	110	110,3	114,4	109,7	107,4	109,1	116,5	115,9	112,0	113,1	115,3	112,4	9,1
20	110	110,6	114,1	109,1	107,1	109,0	115,8	115,1	111,8	112,8	114,6	112,0	8,7
22	110	110,2	114,0	109,2	107,2	108,9	115,9	115,4	111,5	112,7	113,8	111,9	8,7
24	110	110,1	114,0	109,1	107,5	108,8	116,2	115,7	111,5	112,6	114,2	112,0	8,7
26	110	110,5	114,4	109,4	107,5	109,1	116,7	115,4	111,8	113,0	115,4	112,3	9,2
28	110	110,9	114,7	109,8	107,9	109,6	117,6	115,8	112,4	113,5	115,9	112,8	9,7
30	110	110,9	114,9	109,9	107,9	109,6	116,6	116,3	112,6	113,5	115,1	112,7	8,7
32	110	110,8	114,9	109,5	107,6	109,3	116,1	115,4	112,0	113,2	114,1	112,3	8,5
34	110	110,6	114,3	109,5	107,8	109,2	115,6	115,5	111,8	112,8	114,2	112,1	7,8
36	110	110,4	114,5	109,3	107,7	109,2	116,6	115,8	112,0	113,0	115,1	112,4	8,9
38	110	110,7	114,9	109,6	107,9	109,6	117,1	116,3	112,6	113,4	115,9	112,8	9,2
40	110	111,0	115,0	110,2	108,0	109,8	117,5	115,7	112,7	113,8	115,4	112,9	9,5
42	110	111,2	115,1	109,9	108,2	109,9	117,2	117,2	112,8	113,7	115,3	113,1	9,0
44	110	111,0	115,1	109,7	107,8	109,7	116,7	115,7	112,4	113,4	114,6	112,6	8,9
46	110	110,7	114,5	109,7	107,7	109,5	116,1	115,0	112,1	113,0	114,3	112,3	8,4
48	110	110,6	114,1	109,1	107,1	109,0	115,8	115,1	111,8	112,8	114,6	112,0	8,7
50	110	110,9	114,7	109,8	107,9	109,6	117,6	115,8	112,4	113,5	115,9	112,8	9,7
52	110	111,0	115,0	110,2	108,0	109,8	117,5	115,7	112,7	113,8	115,4	112,9	9,5
54	110	111,2	115,1	109,9	108,2	109,9	117,2	117,2	112,8	113,7	115,3	113,1	9,0
56	110	111,0	115,0	110,2	108,0	109,8	117,5	115,7	112,7	113,8	115,4	112,9	9,5
58	110	110,9	114,9	109,9	107,9	109,6	116,6	116,3	112,6	113,5	115,1	112,7	8,7
60	110	110,8	114,9	109,5	107,6	109,3	116,1	115,4	112,0	113,2	114,1	112,3	8,5
<b>F. PRON</b>	<b>110,0</b>	<b>110,4</b>	<b>114,2</b>	<b>109,4</b>	<b>107,4</b>	<b>109,1</b>	<b>116,4</b>	<b>115,4</b>	<b>111,9</b>	<b>113,0</b>	<b>114,7</b>	<b>112,2</b>	<b>9,0</b>
<b>T. MAX</b>	<b>110,0</b>	<b>111,2</b>	<b>115,1</b>	<b>110,2</b>	<b>108,2</b>	<b>109,9</b>	<b>117,6</b>	<b>117,2</b>	<b>112,8</b>	<b>113,8</b>	<b>115,9</b>		
<b>T. MIN</b>	<b>110,0</b>	<b>109,1</b>	<b>112,3</b>	<b>108,2</b>	<b>105,7</b>	<b>107,2</b>	<b>115,1</b>	<b>113,5</b>	<b>110,2</b>	<b>111,5</b>	<b>113,4</b>		
<b>DTT</b>	<b>110,0</b>	<b>2,1</b>	<b>2,8</b>	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>	<b>2,7</b>	<b>2,5</b>	<b>3,7</b>	<b>2,6</b>	<b>2,3</b>	<b>2,5</b>		

LATA CONSULTA S.R.L.  
 RUC: 20604559000  
 Eulalia Silva Fur  
 TITULAR - GERENTE  
 DNI: 70321126



Centro Especializado en Metrología Industrial  
 Mz. A. Lote 18. Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima  
 • Telf: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777  
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

**Resultados de Medición**

PARÁMETROS	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima temperatura medida	117,6	0,3
Mínima temperatura medida	105,7	0,3
Desviación de temperatura en el tiempo	3,7	0,1
Desviación de temperatura en el espacio	9,0	0,3
Estabilidad medida ( $\pm$ )	1,85	0,04
Uniformidad medida	9,7	0,3

T. PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T. prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T. MAX: Temperatura máxima.

T. MIN: Temperatura mínima.

DTT: Desviación de Temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedio de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La estabilidad es considerada igual a  $\pm \frac{1}{2}$  máx. DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma cumple con los límites especificados de temperatura.

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- Los resultados obtenidos corresponde al promedio de 31 lecturas por punto de medición, luego del tiempo de estabilización
- La calibración se efectuó después de un precalentamiento de noventa minutos y treinta minutos de estabilización del medio isoterma.

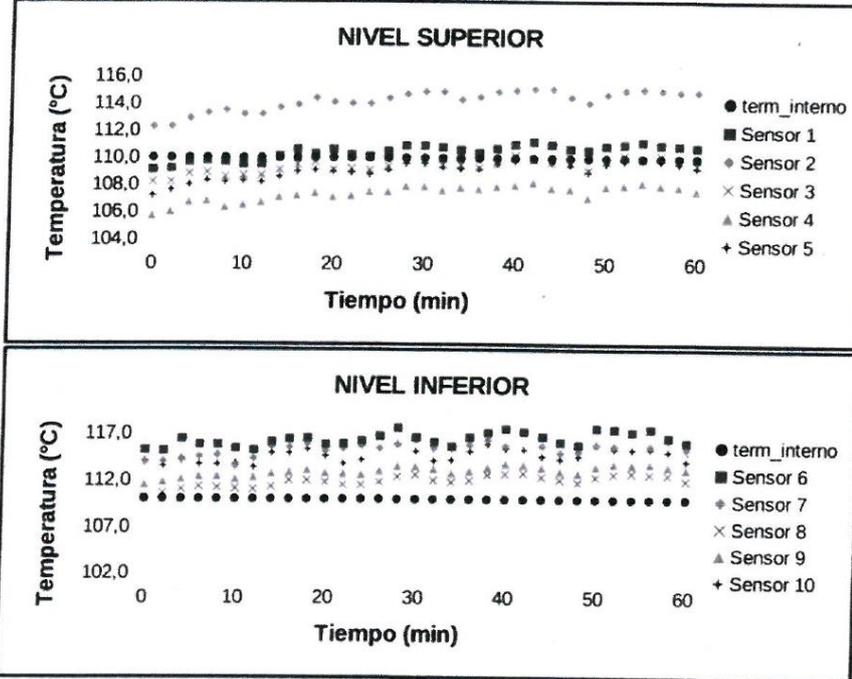
LAIA CONSULTA I.R.L.  
RUC: 20602359000  
*Eulalia Silva Fur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126



Centro Especializado en Metrología Industrial  
Mz A, Lote 18, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima  
• Telf. 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

Temperatura de trabajo: 110 °C



Fotografía mostrando la ubicación de los sensores de temperatura en el medio isoterma.



Fin del documento.

LATA CONSULTORES S.R.L.  
RUC: 20602569000  
*Eulalia Silva Fur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126

Centro Especializado en Metrología Industrial  
Mz. A, Lote 18, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima  
• Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-197-2021

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

**Expediente** 20270  
**Solicitante** LAIA CONSUL EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA  
**Dirección** MZA. E LOTE. 8A URB. MANTO DOS MIL (A 2 CDRAS DE LAS TORRES DE SAN CARLOS) PUNO - PUNO - PUNO  
**Instrumento de Medición** BALANZA NO AUTOMÁTICA  
**Marca (o Fabricante)** OHAUS  
**Modelo** SE6001F  
**Número de Serie** 8346710549  
**Procedencia** CHINA  
**Tipo** ELECTRÓNICA  
**Identificación** NO INDICA  
**Alcance de Indicación** 0 gr a 6000 gr  
**División de escala (d) o resolución** 0,1 gr  
**Div. verifc. de escala (e)** 1 gr  
**Capacidad Mínima** 2 gr  
**Clase de exactitud** III  
**Ubic. Del Instrumento** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES  
**Lugar de Calibración** URB. MANTO 2000, MZA. E LOTE 8A - PUNO- PUNO- PUNO.

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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

**Fecha de Calibración** 2021-09-18

### Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edición Tercera- enero 2009.

### Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

### Patrones utilizados:

LM-184-2020; LM-C-115-2021; M-0184-2021; M-0185-2021; T-3308-2020

**Sello**

**Fecha de emisión**

**Jefe del laboratorio de calibración**



2021-09-20

**CEM INDUSTRIAL**

*Jesús Quinto C.*  
**JESUS QUINTO C.**  
JEFE DE LABORATORIO

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
RUG: 20802569000

*Paula Patricia Silva Pur*  
TITULAR - GERENTE  
DNI 70321126

Centro Especializado en Metrología Industrial  
Mz. A, Lote 18, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima  
• Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

### Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	17,2 °C	Final	17,0 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Medición Nº	Carga L1 = 3000 g			Carga L2 = 6000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3000,0	0,09	0,41	5999,9	0,02	0,38
2	2999,9	0,02	0,38	5999,9	0,03	0,37
3	2999,9	0,02	0,38	5999,8	0,02	0,28
4	2999,9	0,02	0,38	5999,9	0,06	0,34
5	2999,9	0,07	0,33	5999,9	0,05	0,35
6	2999,9	0,07	0,33	5999,9	0,07	0,33
7	2999,9	0,05	0,35	5999,8	0,02	0,28
8	2999,9	0,04	0,36	5999,8	0,03	0,27
9	2999,9	0,05	0,35	5999,8	0,02	0,28
10	2999,8	0,02	0,28	5999,9	0,03	0,37

Carga (gr)	E <sub>max</sub> - E <sub>min</sub> (gr)	e.m.p (gr)
3000	0,130	3
6000	0,110	3

2	5
1	
3	4

Posición de las Cargas

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temperatura	Inicial	17,0 °C	Final	17,0 °C
-------------	---------	---------	-------	---------



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>					e.m.p ± gr
	Carga min. (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		0,9	0,02	0,38		1999,8	0,07	0,23	-0,15	2
2		1,0	0,09	0,41		1999,6	0,05	0,05	-0,36	2
3	1	0,9	0,02	0,38	2000	1999,7	0,02	0,18	-0,20	2
4		0,9	0,03	0,37		1999,8	0,02	0,28	-0,09	2
5		0,9	0,05	0,35		1999,7	0,05	0,15	-0,20	2

LATA CONSULTOR R.L.  
RUC: 2060258200

*Estelita Sotoca-Estrada*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126

Centro Especializado en Metrología Industrial  
Mz. A, Lote 18, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima  
• Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	17,0 °C	Final	16,9 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ± gr
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
Eo 1	0,9	0,03	0,37						
2	1,9	0,06	0,34	-0,03	1,9	0,10	0,30	-0,07	1
50	49,9	0,08	0,32	-0,05	49,8	0,08	0,22	-0,15	1
200	199,8	0,02	0,28	-0,09	199,8	0,07	0,23	-0,14	1
500	499,8	0,07	0,23	-0,14	499,8	0,06	0,24	-0,13	1
1000	999,8	0,08	0,22	-0,15	999,7	0,02	0,18	-0,19	2
2000	1999,6	0,05	0,05	-0,32	1999,5	0,04	-0,04	-0,41	2
3000	2999,6	0,06	0,04	-0,33	2999,5	0,02	-0,02	-0,39	3
4000	3999,5	0,02	-0,02	-0,39	3999,4	0,02	-0,12	-0,49	3
5000	4999,5	0,05	-0,05	-0,42	4999,5	0,02	-0,02	-0,39	3
6000	5999,7	0,08	0,12	-0,25	5999,7	0,08	0,12	-0,25	3

**Leyenda:** L: Carga aplicada a la balanza. E: Error encontrado  
 l: Indicación de la balanza. E<sub>0</sub>: Error en cero.  
 ΔL: Carga adicional. E<sub>c</sub>: Error corregido.

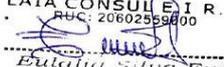
**Incertidumbre expandida de medición**  $u = 2 \times \sqrt{0,00364 + 0,00000000009552} R^2$

**Lectura corregida**  $R_{CORREGIDA} = R + 0,0000721608 R$

**Observaciones**

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicación "CALIBRADO".
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.


**Fin del documento.**

LAIA CONSULTORES S.R.L.  
 RUC: 20602559400  
  
 Eulalia Silva Fur  
 TITULAR REPRESENTANTE  
 DNI 70321170



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-196-2021

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

<b>Expediente</b>	20270	
<b>Solicitante</b>	LAIA CONSUL EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
<b>Dirección</b>	MZA. E LOTE. 8A URB. MANTO DOS MIL (A 2 CDRAS DE LAS TORRES DE SAN CARLOS) PUNO - PUNO - PUNO	
<b>Instrumento de Medición</b>	<b>BALANZA NO AUTOMÁTICA</b>	
<b>Marca (o Fabricante)</b>	JOANLAB	
<b>Modelo</b>	B	
<b>Número de Serie</b>	20210312318	
<b>Procedencia</b>	CHINA	
<b>Tipo</b>	ELECTRÓNICA	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	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).
<b>Alcance de Indicación</b>	0 gr a 3000 gr	
<b>División de escala (d) o resolución</b>	0,01 gr	
<b>Div. verifc. de escala ( e)</b>	0,1 gr	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
<b>Capacidad Mínima</b>	0,2 gr	
<b>Clase de exactitud</b>	III	
<b>Ubic. Del Instrumento</b>	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
<b>Lugar de Calibración</b>	URB. MANTO 2000, MZA. E LOTE 8A – PUNO- PUNO- PUNO.	
<b>Fecha de Calibración</b>	2021-09-18	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

### Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edición Tercera- enero 2009.

### Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

### Patrones utilizados:

LM-184-2020; LM-C-115-2021; M-0184-2021; T-3308-2020

Sello	Fecha de emisión	Jefe del laboratorio de calibración
	2021-09-20	 <b>CEM INDUSTRIAL</b> LAIA CONSUL E.I.R.L. RUC: 20602549000 <b>JESUS QUINTO C.</b> JEFE DE LABORATORIO Eulalia Silva Fur TITULAR - GERENTE DNI 70321126

Centro Especializado en Metrología Industrial  
Mz. A. Lote 1B. Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima  
• Telf. 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777  
• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-093-2021

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 8

**Expediente** 20270

**Solicitante** LAIA CONSUL EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

**Dirección** MZA. E LOTE. 8A URB. MANTO DOS MIL (A 2 CDRAS DE LAS TORRES DE SAN CARLOS) PUNO - PUNO - PUNO

**Instrumento de Medición** Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos  
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

**Equipo Calibrado** CORTE DIRECTO

**Alcance de Indicación** 1,2 KN

**Marca (o Fabricante)** HEBEI GAOTIEJIAN TEST INSTRUMENT CO, LTD

**Modelo** ZJ-1A

**Número de Serie** NO INDICA

**Identificación** HAS01A190387

**Procedencia** CHINA

**Indicador de Lectura** DIAL ANALÓGICO

**Marca (o Fabricante)** STARRETT

**Modelo** 3025-481

**Número de Serie** 336982

**Identificación** NO INDICA

**Procedencia** NO INDICA

**Alcance de Indicación** 10 mm

**Resolución** 0,01 mm

**Transductor de Fuerza** ANILLO

**Alcance de Indicación** 1,2 KN

**Marca (o Fabricante)** HEBEI GAOTIEJIAN

**Modelo** NO INDICA

**Número de Serie** A1512

**Identificación** NO INDICA

**Procedencia** CHINA

**Fecha de Calibración** 2021-09-18

**Ubic. Del Equipo** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

**Lugar de Calibración** URB. MANTO 2000, MZA. E LOTE 8A - PUNO- PUNO- PUNO.

**Sello**

**Fecha de emisión**

**Jefe del laboratorio de calibración**



2021-09-20

**CEM INDUSTRIAL**

*Jesús Quinto C.*  
**JESUS QUINTO C.**  
 JEFE DE LABORATORIO

LAIA CONSUL E I R L  
 RUC: 20002539000

*Estelita Silva Fur*  
 TITULAR - GERENTE  
 DNI: 70321126

Centro Especializado en Metrología Industrial  
 Mz. A, Lote 18, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima  
 • Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

**Método de Calibración**

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

**Trazabilidad**

Se utilizaron patrones calibrados con trazabilidad al SI, calibrado por la Universidad Católica del Perú y con Certificado N° INF-LE N° 013-21 (B)

**Resultados de medición**

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	Unidades	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	20	11,0	10,8	10,9	10,9	-0,9	1,8	13,3
20	40	22,0	21,8	22,0	21,9	-1,5	0,9	6,6
30	60	32,7	32,6	32,8	32,7	-0,9	0,6	4,4
40	80	43,6	43,8	43,7	43,7	-1,1	0,5	3,3
50	100	54,8	54,8	54,8	54,8	-1,4	0,0	2,6
60	120	65,4	66,4	65,5	65,8	-1,4	1,5	2,4
70	140	76,0	76,9	76,0	76,3	-0,9	1,2	2,1
80	160	86,4	87,6	86,6	86,9	-0,5	1,4	1,9
90	180	97,5	97,9	97,1	97,5	-0,3	0,8	1,6
100	200	108,1	108,0	108,1	108,1	0,0	0,1	1,4
Lectura máquina en cero		0	0	0	----	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 17,2 °C; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

**Evaluación de los resultados**

De los resultados obtenidos durante la calibración se ha obtenido la siguiente ecuación cuadrática:

$$Y = A * X^2 + B * X + C$$

Donde:

Y = Indicación del equipo en kgf;

X = Lectura directa del Equipo, valores del dial.

Los coeficientes obtenidos son:

**A = -0,000088**

**B = 0,5596040**

**C = -0,351444**

**Observaciones**

· Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

· La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en diferentes unidades de medición.



LAIA CONSULTORIA I.R.L.  
RUC: 20602559000

*[Firma]*  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126

Centro Especializado en Metrología Industrial  
Mz. A. Lote 18. Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima  
• Telf.: 6717346 • CEL. 958009776 / 958009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LF-093-2021**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 3 de 8

Unidades	CARGA EN lbs.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11,54	12,77	14,00	15,23	16,46	17,69	18,92	20,14	21,37	22,60
20	23,82	25,05	26,27	27,50	28,72	29,95	31,17	32,39	33,62	34,84
30	36,06	37,28	38,51	39,73	40,95	42,17	43,39	44,61	45,83	47,05
40	48,26	49,48	50,70	51,92	53,13	54,35	55,57	56,78	58,00	59,21
50	60,43	61,64	62,85	64,07	65,28	66,49	67,71	68,92	70,13	71,34
60	72,55	73,76	74,97	76,18	77,39	78,60	79,81	81,01	82,22	83,43
70	84,63	85,84	87,05	88,25	89,46	90,66	91,87	93,07	94,28	95,48
80	96,68	97,88	99,09	100,29	101,49	102,69	103,89	105,09	106,29	107,49
90	108,69	109,89	111,09	112,28	113,48	114,68	115,87	117,07	118,27	119,46
100	120,66	121,85	123,05	124,24	125,43	126,63	127,82	129,01	130,20	131,40
110	132,59	133,78	134,97	136,16	137,35	138,54	139,73	140,92	142,10	143,29
120	144,48	145,67	146,85	148,04	149,22	150,41	151,59	152,78	153,96	155,15
130	156,33	157,51	158,70	159,88	161,06	162,24	163,42	164,60	165,78	166,96
140	168,14	169,32	170,50	171,68	172,86	174,04	175,21	176,39	177,57	178,74
150	179,92	181,09	182,27	183,44	184,62	185,79	186,96	188,14	189,31	190,48
160	191,65	192,83	194,00	195,17	196,34	197,51	198,68	199,85	201,02	202,18
170	203,35	204,52	205,69	206,85	208,02	209,19	210,35	211,52	212,68	213,85
180	215,01	216,17	217,34	218,50	219,66	220,82	221,99	223,15	224,31	225,47
190	226,63	227,79	228,95	230,11	231,27	232,42	233,58	234,74	235,90	237,05
200	238,21	239,37	240,52	241,68	242,83	243,99	245,14	246,29	247,45	248,60
210	249,75	250,90	252,06	253,21	254,36	255,51	256,66	257,81	258,96	260,11
220	261,25	262,40	263,55	264,70	265,85	266,99	268,14	269,28	270,43	271,57
230	272,71	273,86	275,01	276,15	277,29	278,44	279,58	280,72	281,86	283,00
240	284,14	285,28	286,42	287,56	288,70	289,84	290,98	292,12	293,26	294,39
250	295,53	296,67	297,80	298,94	300,07	301,21	302,34	303,48	304,61	305,75
260	306,87	308,01	309,14	310,28	311,41	312,54	313,67	314,80	315,93	317,06
270	318,18	319,32	320,44	321,57	322,70	323,83	324,95	326,08	327,21	328,33
280	329,45	330,58	331,71	332,83	333,96	335,08	336,20	337,32	338,45	339,57
290	340,68	341,81	342,93	344,05	345,17	346,29	347,41	348,53	349,65	350,76
300	351,88	353,00	354,12	355,23	356,35	357,46	358,58	359,69	360,81	361,92
310	363,03	364,15	365,26	366,37	367,49	368,60	369,71	370,82	371,93	373,04
320	374,14	375,26	376,37	377,48	378,59	379,69	380,80	381,91	383,01	384,12
330	385,22	386,33	387,44	388,54	389,65	390,75	391,85	392,96	394,06	395,16
340	396,26	397,37	398,47	399,57	400,67	401,77	402,87	403,97	405,07	406,16
350	407,26	408,36	409,46	410,56	411,65	412,75	413,84	414,94	416,03	417,13
360	418,22	419,32	420,41	421,50	422,60	423,69	424,78	425,87	426,96	428,05
370	429,14	430,23	431,32	432,41	433,50	434,59	435,68	436,77	437,85	438,94
380	440,02	441,11	442,20	443,28	444,37	445,45	446,54	447,62	448,70	449,79
390	450,86	451,95	453,03	454,11	455,20	456,28	457,36	458,44	459,52	460,60
400	461,67	462,75	463,83	464,91	465,98	467,06	468,14	469,21	470,29	471,36
410	472,43	473,51	474,59	475,66	476,74	477,81	478,88	479,95	481,02	482,10
420	483,16	484,24	485,31	486,38	487,45	488,52	489,58	490,65	491,72	492,79
430	493,85	494,92	495,99	497,05	498,12	499,18	500,25	501,31	502,38	503,44
440	504,50	505,57	506,63	507,69	508,75	509,81	510,88	511,94	513,00	514,06
450	515,11	516,17	517,23	518,29	519,35	520,41	521,46	522,52	523,58	524,63
460	525,68	526,74	527,80	528,85	529,90	530,96	532,01	533,06	534,12	535,17
470	536,21	537,27	538,32	539,37	540,42	541,47	542,52	543,57	544,62	545,67
480	546,70	547,76	548,81	549,85	550,90	551,95	552,99	554,04	555,08	556,13
490	557,16	558,21	559,26	560,30	561,34	562,38	563,42	564,46	565,51	566,55
500	567,58	568,63	569,66	570,70	571,74	572,78	573,82	574,86	575,89	576,93

Centro Especializado en Metrología Industrial  
 Mz A, Lote 18, Urb El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima  
 • Tel: 6717346 • CEL 958009776 / 958009777  
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LF-093-2021**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 4 de 8

Unidades	CARGA EN lbs.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
510	577,95	578,99	580,02	581,06	582,09	583,13	584,16	585,19	586,23	587,26
520	588,29	589,32	590,35	591,39	592,42	593,45	594,48	595,51	596,53	597,56
530	598,59	599,62	600,65	601,67	602,70	603,73	604,75	605,78	606,80	607,83
540	608,85	609,88	610,90	611,92	612,95	613,97	614,99	616,01	617,03	618,05
550	619,08	620,10	621,12	622,13	623,15	624,17	625,19	626,21	627,23	628,24
560	629,26	630,28	631,29	632,31	633,32	634,34	635,35	636,36	637,38	638,39
570	639,40	640,42	641,43	642,44	643,45	644,46	645,47	646,48	647,49	648,50
580	649,51	650,52	651,53	652,53	653,54	654,55	655,55	656,56	657,57	658,57
590	659,58	660,58	661,59	662,59	663,59	664,60	665,60	666,60	667,60	668,60
600	669,61	670,61	671,61	672,61	673,61	674,60	675,60	676,60	677,60	678,60
610	679,59	680,59	681,59	682,58	683,58	684,58	685,57	686,56	687,56	688,55
620	689,55	690,54	691,53	692,52	693,52	694,51	695,50	696,49	697,48	698,47
630	699,46	700,45	701,44	702,42	703,41	704,40	705,39	706,37	707,36	708,35
640	709,33	710,32	711,30	712,29	713,27	714,25	715,24	716,22	717,20	718,18
650	719,17	720,15	721,13	722,11	723,09	724,07	725,05	726,03	727,00	727,98
660	728,96	729,94	730,92	731,89	732,87	733,84	734,82	735,79	736,77	737,74
670	738,72	739,69	740,66	741,64	742,61	743,58	744,55	745,52	746,49	747,47
680	748,44	749,41	750,37	751,34	752,31	753,28	754,25	755,21	756,18	757,15
690	758,11	759,08	760,05	761,01	761,98	762,94	763,90	764,87	765,83	766,79
700	767,75	768,72	769,68	770,64	771,60	772,56	773,52	774,48	775,44	776,40
710	777,36	778,31	779,27	780,23	781,19	782,14	783,10	784,05	785,01	785,96
720	786,92	787,87	788,83	789,78	790,73	791,69	792,64	793,59	794,54	795,49
730	796,44	797,39	798,34	799,29	800,24	801,19	802,14	803,09	804,03	804,98
740	805,93	806,87	807,82	808,77	809,71	810,66	811,60	812,54	813,49	814,43
750	815,37	816,32	817,26	818,20	819,14	820,08	821,02	821,96	822,90	823,84
760	824,78	825,72	826,66	827,60	828,53	829,47	830,41	831,34	832,28	833,22
770	834,15	835,09	836,02	836,95	837,89	838,82	839,75	840,69	841,62	842,55
780	843,48	844,41	845,34	846,27	847,20	848,13	849,06	849,99	850,92	851,84
790	852,77	853,70	854,63	855,55	856,48	857,40	858,33	859,25	860,18	861,10
800	862,02	862,95	863,87	864,79	865,71	866,64	867,56	868,48	869,40	870,32
810	871,24	872,16	873,08	873,99	874,91	875,83	876,75	877,66	878,58	879,50
820	880,41	881,33	882,24	883,16	884,07	884,99	885,90	886,81	887,72	888,64
830	889,55	890,46	891,37	892,28	893,19	894,10	895,01	895,92	896,83	897,74
840	898,65	899,55	900,46	901,37	902,27	903,18	904,09	904,99	905,90	906,80
850	907,70	908,61	909,51	910,41	911,32	912,22	913,12	914,02	914,92	915,82
860	916,72	917,62	918,52	919,42	920,32	921,22	922,12	923,01	923,91	924,81
870	925,70	926,60	927,50	928,39	929,29	930,18	931,07	931,97	932,86	933,75
880	934,65	935,54	936,43	937,32	938,21	939,10	939,99	940,88	941,77	942,66
890	943,55	944,44	945,33	946,21	947,10	947,99	948,87	949,76	950,64	951,53
900	952,41	953,30	954,18	955,07	955,95	956,83	957,71	958,60	959,48	960,36
910	961,24	962,12	963,00	963,88	964,76	965,64	966,52	967,39	968,27	969,15
920	970,03	970,90	971,78	972,65	973,53	974,41	975,28	976,15	977,03	977,90
930	978,77	979,65	980,52	981,39	982,26	983,13	984,00	984,87	985,74	986,61
940	987,48	988,35	989,22	990,09	990,96	991,82	992,69	993,56	994,42	995,29
950	996,15	997,02	997,88	998,75	999,61	1000,47	1001,34	1002,20	1003,06	1003,92
960	1004,79	1005,65	1006,51	1007,37	1008,23	1009,09	1009,95	1010,80	1011,66	1012,52
970	1013,38	1014,24	1015,09	1015,95	1016,80	1017,66	1018,51	1019,37	1020,22	1021,08
980	1021,93	1022,79	1023,64	1024,49	1025,34	1026,19	1027,05	1027,90	1028,75	1029,60
990	1030,45	1031,30	1032,15	1032,99	1033,84	1034,69	1035,54	1036,38	1037,23	1038,08
1000	1038,92	1039,77	1040,61	1041,46	1042,30	1043,15	1043,99	1044,83	1045,68	1046,52

Centro Especializado en Metrología Industrial  
 Mz. A. Lote 18. Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima  
 • Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777  
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com





# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-093-2021

Laboratorio de Fuerza

Pág. 5 de 8

Unidades	CARGA EN kgf.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	5,24	5,79	6,35	6,91	7,47	8,02	8,58	9,14	9,69	10,25
20	10,81	11,36	11,92	12,47	13,03	13,58	14,14	14,69	15,25	15,80
30	16,36	16,91	17,47	18,02	18,57	19,13	19,68	20,23	20,79	21,34
40	21,89	22,44	23,00	23,55	24,10	24,65	25,20	25,76	26,31	26,86
50	27,41	27,96	28,51	29,06	29,61	30,16	30,71	31,26	31,81	32,36
60	32,91	33,46	34,01	34,55	35,10	35,65	36,20	36,75	37,30	37,84
70	38,39	38,94	39,48	40,03	40,58	41,12	41,67	42,22	42,76	43,31
80	43,85	44,40	44,95	45,49	46,04	46,58	47,12	47,67	48,21	48,76
90	49,30	49,84	50,39	50,93	51,47	52,02	52,56	53,10	53,65	54,19
100	54,73	55,27	55,81	56,36	56,90	57,44	57,98	58,52	59,06	59,60
110	60,14	60,68	61,22	61,76	62,30	62,84	63,38	63,92	64,46	65,00
120	65,53	66,07	66,61	67,15	67,69	68,23	68,76	69,30	69,84	70,37
130	70,91	71,45	71,98	72,52	73,06	73,59	74,13	74,66	75,20	75,73
140	76,27	76,80	77,34	77,87	78,41	78,94	79,48	80,01	80,54	81,08
150	81,61	82,14	82,68	83,21	83,74	84,27	84,81	85,34	85,87	86,40
160	86,93	87,47	88,00	88,53	89,06	89,59	90,12	90,65	91,18	91,71
170	92,24	92,77	93,30	93,83	94,36	94,89	95,41	95,94	96,47	97,00
180	97,53	98,06	98,58	99,11	99,64	100,17	100,69	101,22	101,75	102,27
190	102,80	103,32	103,85	104,38	104,90	105,43	105,95	106,48	107,00	107,53
200	108,05	108,58	109,10	109,62	110,15	110,67	111,19	111,72	112,24	112,76
210	113,28	113,81	114,33	114,85	115,38	115,90	116,42	116,94	117,46	117,98
220	118,50	119,03	119,55	120,07	120,59	121,11	121,63	122,15	122,67	123,19
230	123,70	124,22	124,74	125,26	125,78	126,30	126,82	127,33	127,85	128,37
240	128,88	129,40	129,92	130,44	130,96	131,47	131,99	132,50	133,02	133,54
250	134,05	134,57	135,08	135,60	136,11	136,63	137,14	137,66	138,17	138,69
260	139,20	139,71	140,23	140,74	141,25	141,77	142,28	142,79	143,30	143,82
270	144,33	144,84	145,35	145,86	146,38	146,89	147,40	147,91	148,42	148,93
280	149,44	149,95	150,46	150,97	151,48	151,99	152,50	153,01	153,52	154,03
290	154,53	155,04	155,55	156,06	156,57	157,08	157,58	158,09	158,60	159,11
300	159,61	160,12	160,63	161,13	161,64	162,14	162,65	163,16	163,66	164,17
310	164,67	165,18	165,68	166,19	166,69	167,20	167,70	168,20	168,71	169,21
320	169,71	170,22	170,72	171,22	171,73	172,23	172,73	173,23	173,73	174,24
330	174,73	175,24	175,74	176,24	176,74	177,24	177,74	178,24	178,74	179,24
340	179,74	180,24	180,74	181,24	181,74	182,24	182,74	183,24	183,74	184,24
350	184,73	185,23	185,73	186,23	186,72	187,22	187,72	188,22	188,71	189,21
360	189,70	190,20	190,70	191,19	191,69	192,18	192,68	193,17	193,67	194,16
370	194,65	195,15	195,65	196,14	196,63	197,13	197,62	198,12	198,61	199,10
380	199,59	200,09	200,58	201,07	201,56	202,06	202,55	203,04	203,53	204,02
390	204,51	205,00	205,49	205,99	206,48	206,97	207,46	207,95	208,44	208,92
400	209,41	209,90	210,39	210,88	211,37	211,86	212,35	212,83	213,32	213,81
410	214,29	214,78	215,27	215,76	216,25	216,73	217,22	217,71	218,19	218,68
420	219,16	219,65	220,13	220,62	221,10	221,59	222,07	222,56	223,04	223,53
430	224,01	224,49	224,98	225,46	225,95	226,43	226,91	227,39	227,88	228,36
440	228,84	229,32	229,81	230,29	230,77	231,25	231,73	232,21	232,69	233,17
450	233,65	234,13	234,62	235,10	235,57	236,05	236,53	237,01	237,49	237,97
460	238,45	238,93	239,41	239,89	240,36	240,84	241,32	241,80	242,27	242,75
470	243,22	243,70	244,18	244,66	245,13	245,61	246,09	246,56	247,04	247,51
480	247,98	248,46	248,94	249,41	249,89	250,36	250,84	251,31	251,78	252,26
490	252,73	253,20	253,68	254,15	254,62	255,09	255,57	256,04	256,51	256,98
500	257,45	257,93	258,40	258,87	259,34	259,81	260,28	260,75	261,22	261,69

Centro Especializado en Metrología Industrial  
 Mz. A. Lote 18. Urb. El Pacifico II Etapa. S.M.P. - Lima  
 • Tel: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777  
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LF-093-2021**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 6 de 8

Unidades	CARGA EN kgf.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
510	262,16	262,63	263,10	263,57	264,04	264,50	264,97	265,44	265,91	266,38
520	266,85	267,32	267,78	268,25	268,72	269,19	269,65	270,12	270,59	271,05
530	271,52	271,99	272,45	272,92	273,38	273,85	274,31	274,78	275,24	275,71
540	276,17	276,64	277,10	277,57	278,03	278,49	278,96	279,42	279,88	280,35
550	280,81	281,27	281,74	282,20	282,66	283,12	283,58	284,05	284,51	284,97
560	285,43	285,89	286,35	286,81	287,27	287,73	288,19	288,65	289,11	289,57
570	290,03	290,49	290,95	291,41	291,87	292,33	292,78	293,24	293,70	294,16
580	294,62	295,07	295,53	295,99	296,44	296,90	297,36	297,81	298,27	298,73
590	299,18	299,64	300,09	300,55	301,00	301,46	301,91	302,37	302,82	303,28
600	303,73	304,18	304,64	305,09	305,55	306,00	306,45	306,90	307,36	307,81
610	308,26	308,71	309,17	309,62	310,07	310,52	310,97	311,42	311,87	312,33
620	312,78	313,23	313,68	314,13	314,58	315,03	315,48	315,92	316,37	316,82
630	317,27	317,72	318,17	318,62	319,07	319,51	319,96	320,41	320,86	321,30
640	321,75	322,20	322,64	323,09	323,54	323,98	324,43	324,87	325,32	325,77
650	326,21	326,66	327,10	327,55	327,99	328,43	328,88	329,32	329,77	330,21
660	330,65	331,10	331,54	331,98	332,43	332,87	333,31	333,75	334,20	334,64
670	335,08	335,52	335,96	336,40	336,85	337,29	337,73	338,17	338,61	339,05
680	339,49	339,93	340,37	340,81	341,25	341,69	342,12	342,56	343,00	343,44
690	343,88	344,32	344,75	345,19	345,63	346,07	346,50	346,94	347,38	347,81
700	348,25	348,69	349,12	349,56	350,00	350,43	350,87	351,30	351,74	352,17
710	352,61	353,04	353,48	353,91	354,34	354,78	355,21	355,64	356,08	356,51
720	356,94	357,38	357,81	358,24	358,67	359,11	359,54	359,97	360,40	360,83
730	361,26	361,70	362,13	362,56	362,99	363,42	363,85	364,28	364,71	365,14
740	365,57	366,00	366,43	366,85	367,28	367,71	368,14	368,57	369,00	369,42
750	369,85	370,28	370,71	371,13	371,56	371,99	372,41	372,84	373,27	373,69
760	374,12	374,54	374,97	375,40	375,82	376,25	376,67	377,10	377,52	377,94
770	378,37	378,79	379,22	379,64	380,06	380,49	380,91	381,33	381,76	382,18
780	382,60	383,02	383,44	383,87	384,29	384,71	385,13	385,55	385,97	386,39
790	386,81	387,24	387,66	388,08	388,50	388,92	389,34	389,75	390,17	390,59
800	391,01	391,43	391,85	392,27	392,69	393,10	393,52	393,94	394,36	394,77
810	395,19	395,61	396,02	396,44	396,86	397,27	397,69	398,11	398,52	398,94
820	399,35	399,77	400,18	400,60	401,01	401,43	401,84	402,26	402,67	403,08
830	403,50	403,91	404,32	404,74	405,15	405,56	405,97	406,39	406,80	407,21
840	407,62	408,03	408,45	408,86	409,27	409,68	410,09	410,50	410,91	411,32
850	411,73	412,14	412,55	412,96	413,37	413,78	414,19	414,60	415,01	415,41
860	415,82	416,23	416,64	417,05	417,45	417,86	418,27	418,68	419,09	419,49
870	419,90	420,30	420,71	421,12	421,52	421,93	422,33	422,74	423,14	423,55
880	423,95	424,36	424,76	425,17	425,57	425,97	426,38	426,78	427,19	427,59
890	427,99	428,39	428,80	429,20	429,60	430,00	430,41	430,81	431,21	431,61
900	432,01	432,41	432,81	433,21	433,62	434,02	434,42	434,82	435,22	435,62
910	436,02	436,41	436,81	437,21	437,61	438,01	438,41	438,81	439,21	439,60
920	440,00	440,40	440,80	441,19	441,59	441,99	442,38	442,78	443,18	443,57
930	443,97	444,36	444,76	445,16	445,55	445,95	446,34	446,74	447,13	447,53
940	447,92	448,31	448,71	449,10	449,49	449,89	450,28	450,67	451,07	451,46
950	451,85	452,24	452,64	453,03	453,42	453,81	454,20	454,59	454,99	455,38
960	455,77	456,16	456,55	456,94	457,33	457,72	458,11	458,50	458,89	459,28
970	459,67	460,05	460,44	460,83	461,22	461,61	462,00	462,38	462,77	463,16
980	463,55	463,93	464,32	464,71	465,09	465,48	465,86	466,25	466,64	467,02
990	467,41	467,79	468,18	468,56	468,95	469,33	469,72	470,10	470,48	470,87
1000	471,25	471,64	472,02	472,40	472,79	473,17	473,55	473,93	474,32	474,70

Centro Especializado en Metrología Industrial  
 Mz A. Lote 18. Urb. El Pacifico II Etapa. S.M.P. - Pucallpa, Ucayali - Perú  
 • Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777  
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com





# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-093-2021

Laboratorio de Fuerza

Pág. 7 de 8

Unidades	CARGA EN kN.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10
20	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15
30	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21
40	0,21	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26
50	0,27	0,27	0,28	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,32
60	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34	0,35	0,35	0,36	0,37	0,37
70	0,38	0,38	0,39	0,39	0,40	0,40	0,41	0,41	0,42	0,42
80	0,43	0,44	0,44	0,45	0,45	0,46	0,46	0,47	0,47	0,48
90	0,48	0,49	0,49	0,50	0,50	0,51	0,52	0,52	0,53	0,53
100	0,54	0,54	0,55	0,55	0,56	0,56	0,57	0,57	0,58	0,58
110	0,59	0,60	0,60	0,61	0,61	0,62	0,62	0,63	0,63	0,64
120	0,64	0,65	0,65	0,66	0,66	0,67	0,67	0,68	0,68	0,69
130	0,70	0,70	0,71	0,71	0,72	0,72	0,73	0,73	0,74	0,74
140	0,75	0,75	0,76	0,76	0,77	0,77	0,78	0,78	0,79	0,80
150	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85
160	0,85	0,86	0,86	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,89	0,90
170	0,90	0,91	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95
180	0,96	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00
190	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05
200	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11
210	1,11	1,12	1,12	1,13	1,13	1,14	1,14	1,15	1,15	1,16
220	1,16	1,17	1,17	1,18	1,18	1,19	1,19	1,20	1,20	1,21
230	1,21	1,22	1,22	1,23	1,23	1,24	1,24	1,25	1,25	1,26
240	1,26	1,27	1,27	1,28	1,28	1,29	1,29	1,30	1,30	1,31
250	1,31	1,32	1,32	1,33	1,33	1,34	1,34	1,35	1,35	1,36
260	1,37	1,37	1,38	1,38	1,39	1,39	1,40	1,40	1,41	1,41
270	1,42	1,42	1,43	1,43	1,44	1,44	1,45	1,45	1,46	1,46
280	1,47	1,47	1,48	1,48	1,49	1,49	1,50	1,50	1,51	1,51
290	1,52	1,52	1,53	1,53	1,54	1,54	1,55	1,55	1,56	1,56
300	1,57	1,57	1,58	1,58	1,59	1,59	1,60	1,60	1,61	1,61
310	1,61	1,62	1,62	1,63	1,63	1,64	1,64	1,65	1,65	1,66
320	1,66	1,67	1,67	1,68	1,68	1,69	1,69	1,70	1,70	1,71
330	1,71	1,72	1,72	1,73	1,73	1,74	1,74	1,75	1,75	1,76
340	1,76	1,77	1,77	1,78	1,78	1,79	1,79	1,80	1,80	1,81
350	1,81	1,82	1,82	1,83	1,83	1,84	1,84	1,85	1,85	1,86
360	1,86	1,87	1,87	1,88	1,88	1,89	1,89	1,90	1,90	1,91
370	1,91	1,91	1,92	1,92	1,93	1,93	1,94	1,94	1,95	1,95
380	1,96	1,96	1,97	1,97	1,98	1,98	1,99	1,99	2,00	2,00
390	2,01	2,01	2,02	2,02	2,02	2,03	2,03	2,04	2,04	2,05
400	2,05	2,06	2,06	2,07	2,07	2,08	2,08	2,09	2,09	2,10
410	2,10	2,11	2,11	2,12	2,12	2,13	2,13	2,14	2,14	2,14
420	2,15	2,15	2,16	2,16	2,17	2,17	2,18	2,18	2,19	2,19
430	2,20	2,20	2,21	2,21	2,22	2,22	2,23	2,23	2,23	2,24
440	2,24	2,25	2,25	2,26	2,26	2,27	2,27	2,28	2,28	2,29
450	2,29	2,30	2,30	2,31	2,31	2,31	2,32	2,32	2,33	2,33
460	2,34	2,34	2,35	2,35	2,36	2,36	2,37	2,37	2,38	2,38
470	2,39	2,39	2,39	2,40	2,40	2,41	2,41	2,42	2,42	2,43
480	2,43	2,44	2,44	2,45	2,45	2,46	2,46	2,46	2,47	2,47
490	2,48	2,48	2,49	2,49	2,50	2,50	2,51	2,51	2,52	2,52
500	2,52	2,53	2,53	2,54	2,54	2,55	2,55	2,56	2,56	2,57



Centro Especializado en Metrología Industrial  
 Mz. A. Lote 18, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima  
 • Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

LAIA CONSUL S.R.L.  
 RUC: 20602658000  
 Eulalia Sotoca Fur  
 TITULAR - GERENTE  
 DNI: 70321126



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-093-2021

Laboratorio de Fuerza

Pág. 8 de 8

Unidades	CARGA EN kN.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
510	2,57	2,58	2,58	2,58	2,59	2,59	2,60	2,60	2,61	2,61
520	2,62	2,62	2,63	2,63	2,64	2,64	2,64	2,65	2,65	2,66
530	2,66	2,67	2,67	2,68	2,68	2,69	2,69	2,69	2,70	2,70
540	2,71	2,71	2,72	2,72	2,73	2,73	2,74	2,74	2,74	2,75
550	2,75	2,76	2,76	2,77	2,77	2,78	2,78	2,79	2,79	2,79
560	2,80	2,80	2,81	2,81	2,82	2,82	2,83	2,83	2,84	2,84
570	2,84	2,85	2,85	2,86	2,86	2,87	2,87	2,88	2,88	2,88
580	2,89	2,89	2,90	2,90	2,91	2,91	2,92	2,92	2,93	2,93
590	2,93	2,94	2,94	2,95	2,95	2,96	2,96	2,97	2,97	2,97
600	2,98	2,98	2,99	2,99	3,00	3,00	3,01	3,01	3,01	3,02
610	3,02	3,03	3,03	3,04	3,04	3,05	3,05	3,05	3,06	3,06
620	3,07	3,07	3,08	3,08	3,08	3,09	3,09	3,10	3,10	3,11
630	3,11	3,12	3,12	3,12	3,13	3,13	3,14	3,14	3,15	3,15
640	3,16	3,16	3,16	3,17	3,17	3,18	3,18	3,19	3,19	3,19
650	3,20	3,20	3,21	3,21	3,22	3,22	3,23	3,23	3,23	3,24
660	3,24	3,25	3,25	3,26	3,26	3,26	3,27	3,27	3,28	3,28
670	3,29	3,29	3,29	3,30	3,30	3,31	3,31	3,32	3,32	3,32
680	3,33	3,33	3,34	3,34	3,35	3,35	3,36	3,36	3,36	3,37
690	3,37	3,38	3,38	3,39	3,39	3,39	3,40	3,40	3,41	3,41
700	3,42	3,42	3,42	3,43	3,43	3,44	3,44	3,45	3,45	3,45
710	3,46	3,46	3,47	3,47	3,47	3,48	3,48	3,49	3,49	3,50
720	3,50	3,50	3,51	3,51	3,52	3,52	3,53	3,53	3,53	3,54
730	3,54	3,55	3,55	3,56	3,56	3,56	3,57	3,57	3,58	3,58
740	3,58	3,59	3,59	3,60	3,60	3,61	3,61	3,61	3,62	3,62
750	3,63	3,63	3,64	3,64	3,64	3,65	3,65	3,66	3,66	3,66
760	3,67	3,67	3,68	3,68	3,69	3,69	3,69	3,70	3,70	3,71
770	3,71	3,71	3,72	3,72	3,73	3,73	3,74	3,74	3,74	3,75
780	3,75	3,76	3,76	3,76	3,77	3,77	3,78	3,78	3,79	3,79
790	3,79	3,80	3,80	3,81	3,81	3,81	3,82	3,82	3,83	3,83
800	3,83	3,84	3,84	3,85	3,85	3,86	3,86	3,86	3,87	3,87
810	3,88	3,88	3,88	3,89	3,89	3,90	3,90	3,90	3,91	3,91
820	3,92	3,92	3,92	3,93	3,93	3,94	3,94	3,94	3,95	3,95
830	3,96	3,96	3,97	3,97	3,97	3,98	3,98	3,99	3,99	3,99
840	4,00	4,00	4,01	4,01	4,01	4,02	4,02	4,03	4,03	4,03
850	4,04	4,04	4,05	4,05	4,05	4,06	4,06	4,07	4,07	4,07
860	4,08	4,08	4,09	4,09	4,09	4,10	4,10	4,11	4,11	4,11
870	4,12	4,12	4,13	4,13	4,13	4,14	4,14	4,15	4,15	4,15
880	4,16	4,16	4,17	4,17	4,17	4,18	4,18	4,19	4,19	4,19
890	4,20	4,20	4,21	4,21	4,21	4,22	4,22	4,22	4,23	4,23
900	4,24	4,24	4,24	4,25	4,25	4,26	4,26	4,26	4,27	4,27
910	4,28	4,28	4,28	4,29	4,29	4,30	4,30	4,30	4,31	4,31
920	4,31	4,32	4,32	4,33	4,33	4,33	4,34	4,34	4,35	4,35
930	4,35	4,36	4,36	4,37	4,37	4,37	4,38	4,38	4,38	4,39
940	4,39	4,40	4,40	4,40	4,41	4,41	4,42	4,42	4,42	4,43
950	4,43	4,43	4,44	4,44	4,45	4,45	4,45	4,46	4,46	4,46
960	4,47	4,47	4,48	4,48	4,48	4,49	4,49	4,50	4,50	4,50
970	4,51	4,51	4,52	4,52	4,52	4,53	4,53	4,53	4,54	4,54
980	4,55	4,55	4,55	4,56	4,56	4,56	4,57	4,57	4,58	4,58
990	4,58	4,59	4,59	4,60	4,60	4,60	4,61	4,61	4,61	4,62
1000	4,62	4,63	4,63	4,64	4,64	4,64	4,65	4,65	4,65	4,66



Centro Especializado en Metrología Industrial  
 Mz. A. Lote 18. Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima  
 • Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

LATA CONSULTA S.R.L.  
 RUC: 20602599000  
*Estelita Silva*  
 TITULAR - GERENTE  
 DNI: 70321126



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LL-184-2021

Laboratorio de Longitud

Pág. 1 de 2

Expediente	20270	
Solicitante	LAIA CONSUL EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
Dirección	MZA. E LOTE. 8A URB. MANTO DOS MIL (A 2 CDRAS DE LAS TORRES DE SAN CARLOS) PUNO - PUNO - PUNO	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).
Instrumento de medición	CAZUELA CASAGRANDE	
Marca (o Fabricante)	FORNEY	
Modelo	LA-3715	
Número de Serie	167	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Procedencia	USA	
Código	NO INDICA	
Ubicación del Equipo	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Lugar de Calibración	URB. MANTO 2000, MZA. E LOTE 8A - PUNO- PUNO- PUNO.	
Fecha de Calibración	2021-09-18	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

### Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa utilizando como referencia la norma ASTM D4318, MTC E-110.

### Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados: L-1086-2021; T-3308-2020.

### Condiciones Ambientales

Temperatura promedio: 17,0 °C ; Humedad relativa prom. 43 HR%

### Observaciones

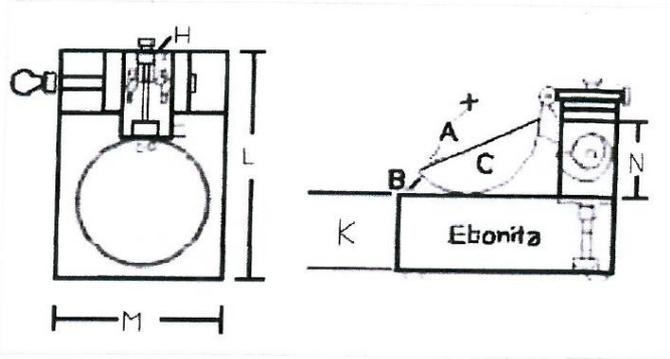
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Las dimensiones del aparato de límite líquido son las especificadas en la MTCE-110.

Sello	Fecha de emisión	Jefe del laboratorio de calibración
	2021-09-20	 JESUS QUINTO C. JEFE DE LABORATORIO

LAIA CONSUL E.I.R.L.  
RUC: 2060255900  
  
Eulalia Silva Fur  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126

Centro Especializado en Metrología Industrial  
Mz. A, Lote 18, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima  
• Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com



Dimensiones MTC E -110 Aparato de Límite Líquido

Descripción	Conjunto de la cazuela			Base			
	Radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho
Dimensiones (mm)	54	2,0	27	47	50	150	125
Tolerancia (mm)	2	0,1	1	1,5	5	5	5

**Resultado de Medición**

Dimensiones medidas en el Aparato de Límite Líquido.

Descripción	Conjunto de la cazuela			Base			
	Radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho
Dimensiones (mm)	54,04	1,96	27,43	46,67	50,52	149,95	124,42
Incertidumbre (mm)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

LATA CONSULTORES I R. L.  
RUC: 20602539000  
Eulalia Silva Fur  
TITULAR - GERENTE  
DNI: 70321126



Fin de documento.

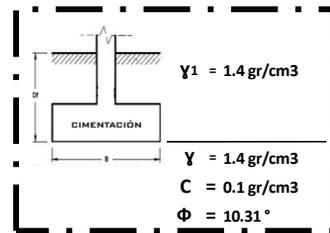
Centro Especializado en Metrología Industrial  
Mz. A, Lote 1B, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima  
• Telf : 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777  
• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

## Anexo N° 11. Hoja de cálculo para capacidad admisible

<b>CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO</b>	
<b>PROYECTO:</b>	"Capacidad portante admisible del suelo para determinación dimensional de cimentaciones superficiales en la habilitación urbana Santa María, Puno 2022"
<b>UBICACIÓN :</b>	Urbanización Santa María - distrito Putina
<b>N° MUESTRA :</b>	C-01,E-03 <span style="float: right;">PROFUNDIDAD : -3.00m</span>

### CIMENTACIÓN

Cohesión .....	C =	0.128	Kg/cm2
Ángulo de fricción .....	Φ =	10.31	°
Cohesión corregido .....	C' =	0.128	Kg/cm2
Ángulo de fricción interna corregida .....	Φ' =	10.31	°
Peso unitario del suelo saturado sobre el nivel de fundación .....	γ1 =	1.41	g/cm3
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación .....	γ2 =	1.41	g/cm3
Profundidad de la cimentación .....	Df =	3.00	m
Factor de seguridad .....	FS =	3.00	
Ángulo en grados que hace la carga con la vertical.....	alfa =	0.00	°



#### CAPACIDAD DE CARGA

(capacidad de carga se calculo NTP E.050)

$$q_u = C N_c S_c i_c + \gamma_1 D_f N_q i_q + 0.5 \gamma_2 B N_\gamma S_\gamma i_\gamma$$

#### Factores de Capacidad de Carga

N <sub>q</sub> =	2.543
N <sub>c</sub> =	8.482
N <sub>γ</sub> =	0.397
N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub> =	0.30
tan (Φ) =	0.03

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

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4 * \phi)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left( \frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$S_\gamma = 1 - 0.2 \left( \frac{B}{L} \right)$$

$$S_c = 1 + 0.2 \left( \frac{B}{L} \right)$$

<i>Cimentación corrida</i>						
<i>B(m)</i>	<i>L(m)</i>	<i>S<sub>c</sub></i>	<i>S<sub>γ</sub></i>	<i>i<sub>c</sub></i>	<i>i<sub>q</sub></i>	<i>i<sub>γ</sub></i>
0.5		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.6		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.7		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.9		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.2		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

<i>Cimentación cuadrada</i>						
<i>B(m)</i>	<i>L(m)</i>	<i>S<sub>c</sub></i>	<i>S<sub>γ</sub></i>	<i>i<sub>c</sub></i>	<i>i<sub>q</sub></i>	<i>i<sub>γ</sub></i>
1	1	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
1.25	1.25	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
1.7	1.7	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
2.1	2.1	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
2.6	2.6	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
3	3	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00

<i>Cimentación rectangular</i>						
<i>B(m)</i>	<i>L(m)</i>	<i>S<sub>c</sub></i>	<i>S<sub>γ</sub></i>	<i>i<sub>c</sub></i>	<i>i<sub>q</sub></i>	<i>i<sub>γ</sub></i>
0.5	1	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
0.6	1.2	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
0.8	1.6	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
1	2	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
1.2	2.4	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
1.4	2.8	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00

**CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN CORRIDA**

B(m) Df(m)	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
0.8	1.387	1.389	1.392	1.398	1.401	1.406
1	1.458	1.461	1.464	1.469	1.472	1.478
1.5	1.638	1.640	1.643	1.649	1.652	1.657
1.8	1.745	1.748	1.751	1.756	1.759	1.765
2.5	1.996	1.999	2.002	2.007	2.010	2.016
3	2.175	2.178	2.181	2.187	2.189	2.195

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN CORRIDA**

B(m) Df(m)	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
0.8	0.462	0.463	0.464	0.466	0.467	0.469
1	0.486	0.487	0.488	0.490	0.491	0.493
1.5	0.546	0.547	0.548	0.550	0.551	0.552
1.8	0.582	0.583	0.584	0.585	0.586	0.588
2.5	0.665	0.666	0.667	0.669	0.670	0.672
3	0.725	0.726	0.727	0.729	0.730	0.732

**CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (kg/cm<sup>2</sup>)- CIMENTACIÓN CUADRADA**

B(m) Df(m)	1.0	1.25	1.7	2.1	2.6	3.0
1	1.684	1.689	1.699	1.708	1.720	1.729
1.25	1.773	1.779	1.789	1.798	1.809	1.818
1.7	1.935	1.940	1.950	1.959	1.971	1.980
1.8	1.971	1.976	1.986	1.995	2.006	2.015
2.6	2.257	2.263	2.273	2.282	2.293	2.302
3	2.401	2.407	2.417	2.426	2.437	2.446

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN CUADRADA**

B(m) Df(m)	1.0	1.25	1.70	2.10	2.60	3.00
1	0.561	0.563	0.566	0.569	0.573	0.576
1.25	0.591	0.593	0.596	0.599	0.603	0.606
1.7	0.645	0.647	0.650	0.653	0.657	0.660
1.8	0.657	0.659	0.662	0.665	0.669	0.672
2.6	0.752	0.754	0.758	0.761	0.764	0.767
3	0.800	0.802	0.806	0.809	0.812	0.815

**CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN RECTANGULAR**

B(m) Df(m)	0.5	0.60	0.8	1.0	1.2	1.4
1	1.565	1.568	1.573	1.578	1.583	1.588
1.25	1.655	1.658	1.663	1.668	1.673	1.678
1.5	1.745	1.747	1.752	1.757	1.762	1.767
1.8	1.852	1.855	1.860	1.865	1.870	1.875
2.5	2.103	2.106	2.111	2.116	2.121	2.126
3	2.283	2.285	2.290	2.295	2.300	2.305

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN RECTANGULAR**

B(m) Df(m)	0.5	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40
1	0.522	0.523	0.524	0.526	0.528	0.529
1.25	0.552	0.553	0.554	0.556	0.558	0.559
1.5	0.582	0.582	0.584	0.586	0.587	0.589
1.8	0.617	0.618	0.620	0.622	0.623	0.625
2.5	0.701	0.702	0.704	0.705	0.707	0.709
3	0.761	0.762	0.763	0.765	0.767	0.768

## CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

**PROYECTO:** "Capacidad portante admisible del suelo para determinación dimensional de cimentaciones superficiales en la habilitación urbana Santa María, Puno 2022"

**UBICACIÓN :** Urbanización Santa María - distrito Putina

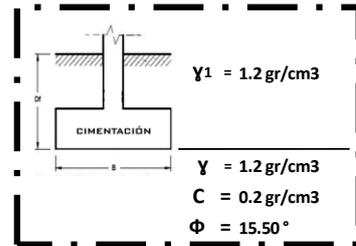
**N° MUESTRA :** C-02,E-03

**PROFUNDIDAD :** -3.00m

### CIMENTACIÓN

Cohesión .....  
 Ángulo de fricción .....  
 Cohesión corregido .....  
 Ángulo de fricción interna corregida .....  
 Peso unitario del suelo saturado sobre el nivel de fundación .....  
 Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación .....  
 Profundidad de la cimentación .....  
 Factor de seguridad .....  
 Ángulo en grados que hace la carga con la vertical.....

C =	0.230	Kg/cm <sup>2</sup>
Φ =	15.50	°
C' =	0.230	Kg/cm <sup>2</sup>
Φ' =	15.50	°
γ1 =	1.20	g/cm <sup>3</sup>
γ2 =	1.20	g/cm <sup>3</sup>
Df =	3.00	m
FS =	3.00	
alfa =	0.00	°



#### CAPACIDAD DE CARGA

(capacidad de carga se calculo NTP E.050)

$$q_u = CN_c S_c i_c + \gamma_1 D_f N_q i_q + 0.5 \gamma_2 B N_\gamma S_\gamma i_\gamma$$

#### Factores de Capacidad de Carga

$$\begin{aligned} N_q &= 4.133 \\ N_c &= 11.297 \\ N_\gamma &= 1.247 \\ N_q/N_c &= 0.37 \\ \tan(\Phi) &= 0.03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_c &= (N_q - 1)(\cot \Phi) \\ N_\gamma &= (N_q - 1) \tan(1.4 * \Phi) \\ N_q &= e^{\pi \tan \Phi} \tan^2 \left( \frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \Phi \right) \\ S_\gamma &= 1 - 0.2 \left( \frac{B}{L} \right) \\ S_c &= 1 + 0.2 \left( \frac{B}{L} \right) \end{aligned}$$

<i>Cimentación corrida</i>						
<i>B(m)</i>	<i>L(m)</i>	<i>S<sub>c</sub></i>	<i>S<sub>γ</sub></i>	<i>i<sub>c</sub></i>	<i>i<sub>q</sub></i>	<i>i<sub>γ</sub></i>
0.5		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.6		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.7		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.9		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.2		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

<i>Cimentación cuadrada</i>						
<i>B(m)</i>	<i>L(m)</i>	<i>S<sub>c</sub></i>	<i>S<sub>γ</sub></i>	<i>i<sub>c</sub></i>	<i>i<sub>q</sub></i>	<i>i<sub>γ</sub></i>
1	1	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
1.25	1.25	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
1.7	1.7	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
2.1	2.1	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
2.6	2.6	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
3	3	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00

<i>Cimentación rectangular</i>						
<i>B(m)</i>	<i>L(m)</i>	<i>S<sub>c</sub></i>	<i>S<sub>γ</sub></i>	<i>i<sub>c</sub></i>	<i>i<sub>q</sub></i>	<i>i<sub>γ</sub></i>
0.5	1	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
0.6	1.2	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
0.8	1.6	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
1	2	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
1.2	2.4	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
1.4	2.8	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00

**CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (kg/cm<sup>2</sup>)- CIMENTACIÓN CORRIDA**

B(m) \ Df(m)	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
0.8	3.033	3.040	3.048	3.063	3.070	3.085
1	3.132	3.139	3.147	3.162	3.169	3.184
1.5	3.380	3.387	3.395	3.410	3.417	3.432
1.8	3.529	3.536	3.544	3.558	3.566	3.581
2.5	3.876	3.883	3.891	3.906	3.913	3.928
3	4.124	4.131	4.139	4.154	4.161	4.176

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE ((kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN CORRIDA**

B(m) \ Df(m)	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
0.8	1.011	1.013	1.016	1.021	1.023	1.028
1	1.044	1.046	1.049	1.054	1.056	1.061
1.5	1.127	1.129	1.132	1.137	1.139	1.144
1.8	1.176	1.179	1.181	1.186	1.189	1.194
2.5	1.292	1.294	1.297	1.302	1.304	1.309
3	1.375	1.377	1.380	1.385	1.387	1.392

**CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN CUADRADA**

B(m) \ Df(m)	1.0	1.25	1.7	2.1	2.6	3.0
1	3.674	3.689	3.716	3.740	3.770	3.794
1.25	3.798	3.813	3.840	3.864	3.894	3.918
1.7	4.021	4.036	4.063	4.087	4.117	4.141
1.8	4.071	4.086	4.113	4.137	4.166	4.190
2.6	4.467	4.482	4.509	4.533	4.563	4.587
3	4.666	4.681	4.708	4.732	4.762	4.786

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN CUADRADA**

B(m) \ Df(m)	1.0	1.25	1.70	2.10	2.60	3.00
1	1.225	1.230	1.239	1.247	1.257	1.265
1.25	1.266	1.271	1.280	1.288	1.298	1.306
1.7	1.340	1.345	1.354	1.362	1.372	1.380
1.8	1.357	1.362	1.371	1.379	1.389	1.397
2.6	1.489	1.494	1.503	1.511	1.521	1.529
3	1.555	1.560	1.569	1.577	1.587	1.595

**CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN RECTANGULAR**

B(m) \ Df(m)	0.5	0.60	0.8	1.0	1.2	1.4
1	3.388	3.395	3.408	3.422	3.435	3.448
1.25	3.512	3.519	3.532	3.546	3.559	3.572
1.5	3.636	3.643	3.656	3.670	3.683	3.696
1.8	3.785	3.791	3.805	3.818	3.832	3.845
2.5	4.132	4.139	4.152	4.165	4.179	4.192
3	4.380	4.387	4.400	4.413	4.427	4.440

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN RECTANGULAR**

B(m) \ Df(m)	0.5	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40
1	1.129	1.132	1.136	1.141	1.145	1.149
1.25	1.171	1.173	1.177	1.182	1.186	1.191
1.5	1.212	1.214	1.219	1.223	1.228	1.232
1.8	1.262	1.264	1.268	1.273	1.277	1.282
2.5	1.377	1.380	1.384	1.388	1.393	1.397
3	1.460	1.462	1.467	1.471	1.476	1.480

## CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

**PROYECTO:** "Capacidad portante admisible del suelo para determinación dimensional de cimentaciones superficiales en la habilitación urbana Santa María, Puno 2022"

**UBICACIÓN :** Urbanización Santa María - distrito Putina

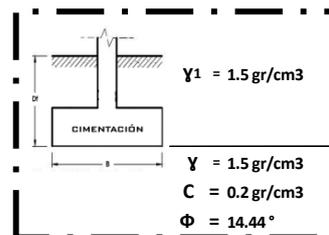
**N° MUESTRA :** C-03,E-03

**PROFUNDIDAD :** -3.00m

## CIMENTACIÓN

Cohesión .....  
 Ángulo de fricción .....  
 Cohesión corregido .....  
 Ángulo de fricción interna corregida .....  
 Peso unitario del suelo saturado sobre el nivel de fundación .....  
 Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación .....  
 Profundidad de la cimentación .....  
 Factor de seguridad .....  
 Ángulo en grados que hace la carga con la vertical.....

C =	0.188	Kg/cm2
Φ =	14.44	°
C' =	0.188	Kg/cm2
Φ' =	14.44	°
γ1 =	1.50	g/cm3
γ2 =	1.50	g/cm3
Df =	3.00	m
FS =	3.00	
alfa =	0.00	°



### CAPACIDAD DE CARGA

(capacidad de carga se calculo NTP E.050)

$$q_u = CN_c S_c i_c + \gamma_1 D_f N_q i_q + 0.5 \gamma_2 B N_\gamma S_\gamma i_\gamma$$

#### Factores de Capacidad de Carga

Nq -	3.738
Nc -	10.631
Ny -	1.008
Nq/Nc -	0.35
tan (Φ) -	0.03

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

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4 * \Phi)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \Phi} \tan^2 \left( \frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \Phi \right)$$

$$S_\gamma = 1 - 0.2 \left( \frac{B}{L} \right)$$

$$S_c = 1 + 0.2 \left( \frac{B}{L} \right)$$

<i>Cimentación corrida</i>						
<i>B(m)</i>	<i>L(m)</i>	<i>S<sub>c</sub></i>	<i>S<sub>γ</sub></i>	<i>i<sub>c</sub></i>	<i>i<sub>q</sub></i>	<i>i<sub>γ</sub></i>
0.5		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.6		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.7		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.9		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.2		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

<i>Cimentación cuadrada</i>						
<i>B(m)</i>	<i>L(m)</i>	<i>S<sub>c</sub></i>	<i>S<sub>γ</sub></i>	<i>i<sub>c</sub></i>	<i>i<sub>q</sub></i>	<i>i<sub>γ</sub></i>
1	1	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
1.25	1.25	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
1.7	1.7	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
2.1	2.1	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
2.6	2.6	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
3	3	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00

<i>Cimentación rectangular</i>						
<i>B(m)</i>	<i>L(m)</i>	<i>S<sub>c</sub></i>	<i>S<sub>γ</sub></i>	<i>i<sub>c</sub></i>	<i>i<sub>q</sub></i>	<i>i<sub>γ</sub></i>
0.5	1	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
0.6	1.2	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
0.8	1.6	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
1	2	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
1.2	2.4	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
1.4	2.8	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00

**CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN CORRIDA**

B(m) Df(m)	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
0.8	2.485	2.493	2.500	2.515	2.523	2.538
1	2.597	2.605	2.612	2.627	2.635	2.650
1.5	2.877	2.885	2.893	2.908	2.915	2.930
1.8	3.046	3.053	3.061	3.076	3.083	3.099
2.5	3.438	3.446	3.453	3.468	3.476	3.491
3	3.718	3.726	3.734	3.749	3.756	3.771

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN CORRIDA**

B(m) Df(m)	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
0.8	0.828	0.831	0.833	0.838	0.841	0.846
1	0.866	0.868	0.871	0.876	0.878	0.883
1.5	0.959	0.962	0.964	0.969	0.972	0.977
1.8	1.015	1.018	1.020	1.025	1.028	1.033
2.5	1.146	1.149	1.151	1.156	1.159	1.164
3	1.239	1.242	1.245	1.250	1.252	1.257

**CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN CUADRADA**

B(m) Df(m)	1.0	1.25	1.7	2.1	2.6	3.0
1	3.020	3.035	3.062	3.086	3.116	3.141
1.25	3.160	3.175	3.202	3.226	3.256	3.281
1.7	3.412	3.427	3.454	3.479	3.509	3.533
1.8	3.468	3.483	3.510	3.535	3.565	3.589
2.6	3.917	3.932	3.959	3.983	4.013	4.038
3	4.141	4.156	4.183	4.207	4.238	4.262

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN CUADRADA**

B(m) Df(m)	1.0	1.25	1.70	2.10	2.60	3.00
1	1.007	1.012	1.021	1.029	1.039	1.047
1.25	1.053	1.058	1.067	1.075	1.085	1.094
1.7	1.137	1.142	1.151	1.160	1.170	1.178
1.8	1.156	1.161	1.170	1.178	1.188	1.196
2.6	1.306	1.311	1.320	1.328	1.338	1.346
3	1.380	1.385	1.394	1.402	1.413	1.421

**CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN RECTANGULAR**

B(m) Df(m)	0.5	0.60	0.8	1.0	1.2	1.4
1	2.793	2.800	2.814	2.827	2.841	2.854
1.25	2.933	2.940	2.954	2.967	2.981	2.995
1.5	3.074	3.080	3.094	3.108	3.121	3.135
1.8	3.242	3.249	3.262	3.276	3.289	3.303
2.5	3.634	3.641	3.655	3.668	3.682	3.695
3	3.914	3.921	3.935	3.949	3.962	3.976

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN RECTANGULAR**

B(m) Df(m)	0.5	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40
1	0.931	0.933	0.938	0.942	0.947	0.951
1.25	0.978	0.980	0.985	0.989	0.994	0.998
1.5	1.025	1.027	1.031	1.036	1.040	1.045
1.8	1.081	1.083	1.087	1.092	1.096	1.101
2.5	1.211	1.214	1.218	1.223	1.227	1.232
3	1.305	1.307	1.312	1.316	1.321	1.325

## CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

**PROYECTO:** "Capacidad portante admisible del suelo para determinación dimensional de cimentaciones superficiales en la habilitación urbana Santa María, Puno 2022"

**UBICACIÓN :** Urbanización Santa María - distrito Putina

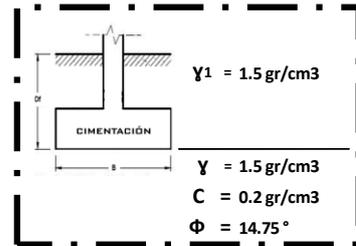
**N° MUESTRA :** C-04,E-03

**PROFUNDIDAD :** -3.00m

## CIMENTACIÓN

Cohesión .....  
 Ángulo de fricción .....  
 Cohesión corregido .....  
 Ángulo de fricción interna corregida .....  
 Peso unitario del suelo saturado sobre el nivel de fundación .....  
 Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación .....  
 Profundidad de la cimentación .....  
 Factor de seguridad .....  
 Ángulo en grados que hace la carga con la vertical.....

C =	0.179	Kg/cm2
Φ =	14.75	°
C' =	0.179	Kg/cm2
Φ' =	14.75	°
γ1 =	1.51	g/cm3
γ2 =	1.51	g/cm3
Df =	3.00	m
FS =	3.00	
alfa =	0.00	°



### CAPACIDAD DE CARGA

(capacidad de carga se calculo NTP E.050)

$$q_u = CN_c S_c i_c + \gamma_1 D_f N_q i_q + 0.5 \gamma_2 B N_\gamma S_\gamma i_\gamma$$

#### Factores de Capacidad de Carga

$$\begin{aligned} N_q &= 3.849 \\ N_c &= 10.821 \\ N_\gamma &= 1.074 \\ N_q/N_c &= 0.36 \\ \tan(\Phi) &= 0.03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_c &= (N_q - 1)(\cot \Phi) \\ N_\gamma &= (N_q - 1) \tan(1.4 * \Phi) \\ N_q &= e^{\pi \tan \Phi} \tan^2 \left( \frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \Phi \right) \\ S_\gamma &= 1 - 0.2 \left( \frac{B}{L} \right) \\ S_c &= 1 + 0.2 \left( \frac{B}{L} \right) \end{aligned}$$

Cimentación corrida						
B(m)	L(m)	S <sub>c</sub>	S <sub>γ</sub>	i <sub>c</sub>	i <sub>q</sub>	i <sub>γ</sub>
0.5		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.6		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.7		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.9		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.2		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Cimentación cuadrada						
B(m)	L(m)	S <sub>c</sub>	S <sub>γ</sub>	i <sub>c</sub>	i <sub>q</sub>	i <sub>γ</sub>
1	1	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
1.25	1.25	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
1.7	1.7	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
2.1	2.1	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
2.6	2.6	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
3	3	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00

Cimentación rectangular						
B(m)	L(m)	S <sub>c</sub>	S <sub>γ</sub>	i <sub>c</sub>	i <sub>q</sub>	i <sub>γ</sub>
0.5	1	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
0.6	1.2	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
0.8	1.6	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
1	2	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
1.2	2.4	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
1.4	2.8	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00

**CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN CORRIDA**

B(m) \ Df(m)	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
0.8	2.442	2.450	2.459	2.475	2.483	2.499
1	2.559	2.567	2.575	2.591	2.599	2.615
1.5	2.849	2.857	2.865	2.882	2.890	2.906
1.8	3.024	3.032	3.040	3.056	3.064	3.080
2.5	3.430	3.438	3.447	3.463	3.471	3.487
3	3.721	3.729	3.737	3.753	3.761	3.778

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN CORRIDA**

B(m) \ Df(m)	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
0.8	0.814	0.817	0.820	0.825	0.828	0.833
1	0.853	0.856	0.858	0.864	0.866	0.872
1.5	0.950	0.952	0.955	0.961	0.963	0.969
1.8	1.008	1.011	1.013	1.019	1.021	1.027
2.5	1.143	1.146	1.149	1.154	1.157	1.162
3	1.240	1.243	1.246	1.251	1.254	1.259

**CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN CUADRADA**

B(m) \ Df(m)	1.0	1.25	1.7	2.1	2.6	3.0
1	2.970	2.986	3.016	3.042	3.074	3.100
1.25	3.116	3.132	3.161	3.187	3.219	3.245
1.7	3.377	3.393	3.422	3.448	3.481	3.507
1.8	3.435	3.451	3.481	3.507	3.539	3.565
2.6	3.900	3.916	3.946	3.971	4.004	4.030
3	4.133	4.149	4.178	4.204	4.236	4.262

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN CUADRADA**

B(m) \ Df(m)	1.0	1.25	1.70	2.10	2.60	3.00
1	0.990	0.995	1.005	1.014	1.025	1.033
1.25	1.039	1.044	1.054	1.062	1.073	1.082
1.7	1.126	1.131	1.141	1.149	1.160	1.169
1.8	1.145	1.150	1.160	1.169	1.180	1.188
2.6	1.300	1.305	1.315	1.324	1.335	1.343
3	1.378	1.383	1.393	1.401	1.412	1.421

**CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN RECTANGULAR**

B(m) \ Df(m)	0.5	0.60	0.8	1.0	1.2	1.4
1	2.748	2.756	2.770	2.785	2.799	2.814
1.25	2.894	2.901	2.915	2.930	2.945	2.959
1.5	3.039	3.046	3.061	3.075	3.090	3.104
1.8	3.213	3.220	3.235	3.250	3.264	3.279
2.5	3.620	3.627	3.642	3.656	3.671	3.686
3	3.911	3.918	3.932	3.947	3.962	3.976

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kg/cm<sup>2</sup>) - CIMENTACIÓN RECTANGULAR**

B(m) \ Df(m)	0.5	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40
1	0.916	0.919	0.923	0.928	0.933	0.938
1.25	0.965	0.967	0.972	0.977	0.982	0.986
1.5	1.013	1.015	1.020	1.025	1.030	1.035
1.8	1.071	1.073	1.078	1.083	1.088	1.093
2.5	1.207	1.209	1.214	1.219	1.224	1.229
3	1.304	1.306	1.311	1.316	1.321	1.325