



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





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

Tesis

# **Capacidad Portante de los suelos, para construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi, Lamas - San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**Autores:**

Natanael Piña Ramos

<https://orcid.org/0009-0009-0831-9650>

Wilian Omar Alvarez Mendoza

<https://orcid.org/0009-0007-7557-7823>

**Asesor:**

Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas

<https://orcid.org/0000-0002-3646-5550>

Tarapoto, Perú

2023



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

Tesis

# **Capacidad Portante de los suelos, para construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi, Lamas - San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**Autores:**

Natanael Piña Ramos  
Wilian Omar Alvarez Mendoza

**Sustentado y aprobado el 22 de diciembre de 2023 por los jurados**

**Presidente de Jurado**  
Ing. M.sc. Rubén Del Águila Panduro

**Secretario de Jurado**  
Ing. M.sc. Ernesto Eliseo García Ramírez

**Vocal de Jurado**  
Ing. M.sc. Víctor Hugo Sánchez Mercado

**Asesor**  
Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas

Tarapoto, Perú

2023



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN**

**FACULTAD DE  
INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**



*Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo*

*Acta de Sustentación de Trabajo de  
Investigación Para Título de  
Ingeniero Civil N° 786*



**Jurado reconocido con Resolución N° 205-2023-UNSM/FICA-CF-NLU**

**Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura**

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**

A las *12:00 horas* del día *viernes 22 de diciembre 2023*, inició al acto público de sustentación del trabajo de investigación **"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS, PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN EL PONGO DE CAYNARACHI LAMAS - SAN MARTIN"** para optar el título de Ingeniero Civil, presentado por el Bach. **Natanael Piña Ramos** y el Bach. **Wilian Omar Alvarez Mendoza**, con la asesoría del Ing. **M. Sc Carlos Enrique Chung Rojas**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por Dr. Ing. M.Sc. Rubén Del Águila Panduro (presidente del jurado), Ing. M.Sc. Ernesto Eliseo García Ramírez (secretario), Ing. M.Sc. Víctor Hugo Sánchez Mercado (vocal), y acompañados por Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas (asesor).

El presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la **Circular N° 061-2023-UNSM/FICA**.

Seguidamente los autores expusieron el trabajo de investigación y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y eventualmente, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG – CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue *quince* (...*15*...); tal como se deja constar en la siguiente descripción:

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo

De acuerdo con el Artículo 40° del RG – CTI, la nota obtenida es aprobatoria y correspondiente a la calificación de quince (15). Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo de treinta (30) días calendario.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N° 786. De la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 13:00 hora el mismo día de viernes 22 de diciembre de 2023



Ing. M.Sc. Ernesto Eliseo García Ramírez  
Secretario del Jurado



Dr. Ing. M.sc. Rubén Del Aguila Panduro  
Presidente del Jurado



Ing. M.sc. Víctor Hugo Sánchez Mercado  
Vocal del Jurado



Natanael Piña Ramos  
Autor



Wilian Omar Álvarez Mendoza  
Autor



Ing. M.sc. Carlos Enrique Chung Rojas  
Asesor

## Declaratoria de autenticidad

**Natanael Piña Ramos**, identificado con DNI N° 71988718 y **Wilian Omar Alvarez Mendoza**, identificado con DNI N° 73501060, bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: **Capacidad Portante de los suelos, para construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi, Lamas - San Martín.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como parte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 22 de diciembre de 2023.

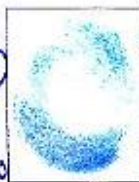
**Natanael Piña Ramos**  
DNI N° 71988718



**Wilian Omar Alvarez Mendoza**  
DNI N° 73501060



**Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas**  
Asesor  
B° V°



## Ficha de identificación

<p><b>Título del proyecto</b></p> <p>Capacidad Portante de los suelos, para construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi, Lamas - San Martín.</p>	<p><b>Área de investigación:</b> Construcciones  <b>Línea de investigación:</b> Estrategias de tecnologías de información Y comunicación (TIC) y sistemas constructivos convencionales Y no convencionales Para el desarrollo sostenible.  <b>Sublínea de investigación:</b> Tecnología de materiales de construcción  <b>Grupo de investigación:</b> Resolución N° 005-2023-UNSM/FICA-D-NLU  <b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p>
<p><b>Autores:</b></p> <p>Natanael Piña Ramos          Wilian Omar Alvarez Mendoza</p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura          Escuela Profesional de Ingeniería Civil  <a href="https://orcid.org/0009-0009-0831-9650">https://orcid.org/0009-0009-0831-9650</a>  <a href="https://orcid.org/0009-0007-7557-7823">https://orcid.org/0009-0007-7557-7823</a></p>
<p><b>Asesor:</b></p> <p>Ing. M.sc. Carlos Enrique Chung Rojas</p>	<p><b>Dependencia local de soporte:</b>          Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura          Escuela Profesional de Ingeniería Civil          Unidad o Laboratorio Ingeniería Civil  <a href="https://orcid.org/0000-0002-3646-5550">https://orcid.org/0000-0002-3646-5550</a></p>

## **Dedicatoria**

A mi mamá, que desde muy pequeño me enseñó que la confianza en Dios, la disciplina y el esfuerzo nos permiten lograr grandes cosas. Muy especialmente a Orison Piña Chujutalli, mi papá, que desde que era niño, buscó la manera de darme lo mejor; trabajó duro, pasó muchas cosas y, sin importar su cansancio; me mostró con una sonrisa lo mucho que daría por sus hijos, para que no nos falte nada.

**Natanael Piña Ramos**

A Dios, por darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener el ansiado título profesional.

A mis padres, Maria Ercila y Carloman, por el apoyo y el aliento brindado durante la superación de esta etapa.

A todas las personas, amigos, docentes, compañeros, etc. que de alguna manera me acompañaron en alguna parte del proceso de formación profesional.

**Wilian Omar Alvarez Mendoza**



## **Agradecimientos**

A Dios por su amor y bondad infinita, que me permite sonreír por este logro que es el resultado de su ayuda. A ti, papá, porque sé que Dios te usó para que esta meta, esté cumplida, gracias por estar presente siempre, dándome lo mejor para mi vida. Eres un ejemplo de padre, por guiarme por el buen camino y sobre todo a reconocer que hay un Dios y que sin Él nada podemos hacer. A mis docentes universitarios por darme la enseñanza, no solo en el campo profesional, sino a ser humilde y a darlo todo, para obtener una sociedad de bien. A mis amigos, por alentarme a seguir adelante y estar presentes en todos los momentos.

### **Natanael Piña Ramos**

Agradezco a Dios por la salud y la vida que nos brinda, por guiarnos y fortalecernos en los momentos más difíciles de nuestras vidas. Gracias a mis padres: Carloman y Maria Ercila, por su apoyo incondicional durante toda mi carrera académica. Su amor y aliento me han dado la fuerza necesaria para llegar hasta este punto. Agradezco a los docentes de la UNSM-T, y su escuela profesional de Ingeniería Civil, por haber compartido sus sabios conocimientos en el transcurso de la formación profesional, de manera especial, al Ing. Carlos Enrique Chung Rojas asesor de nuestro proyecto de tesis. También agradezco a mis amigos y compañeros de estudio, quienes han compartido conmigo sus conocimientos, experiencias y amistad. Finalmente, a todas las personas que de una forma u otra aportaron en mi formación profesional, aunque no pueda mencionarlas a todas, les doy las gracias de corazón. Este logro es el resultado de un esfuerzo colectivo, y estoy profundamente agradecido por todas las formas de apoyo que he recibido a lo largo de este viaje académico.

**Wilian Omar Alvarez Mendoza**

## Índice general

Ficha de identificación.....	6
Dedicatoria .....	7
Agradecimiento .....	8
Índice general .....	9
Índice de tablas.....	11
Índice de figuras .....	12
RESUMEN .....	13
ABSTRACT .....	14
CAPITULO I INTRODUCCION A LA INVESTIGACION.....	15
1.1 Marco general del problema .....	15
1.2 Formulación del problema de investigación .....	16
1.3 Hipótesis de investigación.....	16
1.4 Objetivos.....	16
1.4.1 Objetivo general.....	16
1.4.2 Objetivos específicos.....	16
CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 Antecedentes de la investigación.....	17
2.2 Fundamentos teóricos .....	19
CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....	28
3.1 Ámbito y condiciones de la investigación .....	28
3.1.1 Ubicación política.....	28
3.1.2 Ubicación geográfica .....	29
3.1.3 Periodo de ejecución .....	29
3.1.4 Autorizaciones y permisos .....	30
3.1.5 Control ambiental y protocolos de bioseguridad.....	30
3.1.6 Aplicación de principios éticos internacionales.....	30
3.2 Sistema de variables.....	31
3.2.1 Variables principales .....	31
3.2.2 Variables secundarias.....	33
3.3 Procedimientos de la investigación .....	37
3.3.1 Objetivo específico 1: Determinar la cantidad y la ubicación de las calicatas, para su exploración y extracción de muestras de suelo del Distrito de Caynarachi.....	37
3.3.2 Objetivo específico 2: Determinar las características físicas del suelo del Distrito de Caynarachi. ....	39

3.3.3 Objetivo específico 3: Determinar la clasificación de los suelos del Distrito de Caynarachi.....	47
3.3.4 Objetivo específico 4: Realizar el perfil estratigráfico de los suelos del Distrito de Caynarachi.....	47
3.3.5 Objetivo específico 5: Determinar los diferentes valores de capacidad portante del suelo del Distrito de Caynarachi. ....	48
3.3.6 Objetivo específico 6: Elaborar la Zonificación de la capacidad portante de los suelos del Distrito de Caynarachi.....	58
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	61
4.1 Resultados del objetivo específico 1: Determinar la cantidad y la ubicación de las calicatas, para su exploración y extracción de muestras de suelo del Distrito de Caynarachi.....	61
4.2 Resultados del objetivo específico 2: Determinar las características físicas del suelo del Distrito de Caynarachi. ....	63
4.3 Resultados del objetivo específico 3: Determinar la clasificación de los suelos del Distrito de Caynarachi.....	64
4.4 Resultados del objetivo específico 4: Realizar el perfil estratigráfico de los suelos del Distrito de Caynarachi.....	65
4.5 Resultados del objetivo específico 5: Determinar los diferentes valores de capacidad portante del suelo del Distrito de Caynarachi. ....	66
4.6 Resultados del objetivo específico 6: Elaborar la Zonificación de la capacidad portante de los suelos del Distrito de Caynarachi. ....	67
CONCLUSIONES.....	69
RECOMENDACIONES.....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	71
ANEXOS.....	76

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de los tamices .....	24
<b>Tabla 2.</b> Prefijos y sufijos de suelos granulares.....	25
<b>Tabla 3.</b> Prefijos y sufijos de suelos finos.....	25
<b>Tabla 4.</b> Ubicación geográfica.....	29
<b>Tabla 5.</b> Temperatura máxima promedio mensual periodo (2002-2022) .....	33
<b>Tabla 6.</b> Temperatura mínima promedio mensual periodo (2002-2022) .....	34
<b>Tabla 7.</b> Precipitación promedio mensual, periodo (2002 – 2022) .....	35
<b>Tabla 8.</b> Humedad relativa promedio mensual, periodo (2002 - 2022).....	36
<b>Tabla 9.</b> Referencia de calicatas.....	37
<b>Tabla 10.</b> Dimensiones de las calicatas .....	38
<b>Tabla 11.</b> Resultados de contenido de humedad.....	40
<b>Tabla 12.</b> Resultados de límites de Atterberg .....	42
<b>Tabla 13.</b> Resultados de análisis granulométrico por tamizado .....	44
<b>Tabla 14.</b> Resultados del ensayo de gravedad específica .....	45
<b>Tabla 15.</b> Resultados de ensayo de compresión triaxial.....	47
<b>Tabla 16.</b> Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi .....	49
<b>Tabla 17.</b> Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	60
<b>Tabla 18.</b> Ubicación de calicatas y profundidad de muestreo .....	61
<b>Tabla 19.</b> Resumen de resultados de propiedades físicas.....	63
<b>Tabla 20.</b> Resultados de clasificación del suelo .....	64
<b>Tabla 21.</b> Resultados de capacidad portante .....	66
<b>Tabla 22.</b> Matriz de consistencia.....	76

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Ciclo geológico de los suelos .....	20
<b>Figura 2.</b> Capa superficial del suelo: cada horizonte del suelo tiene propiedades físicas y químicas específicas .....	22
<b>Figura 3.</b> Carta de plasticidad según Casa grande .....	25
<b>Figura 4.</b> Mapa de ubicación nacional, regional, provincial y distrital.....	28
<b>Figura 5.</b> Vista satelital del CC. PP. Pongo de Caynarachi.....	29
<b>Figura 6.</b> Control ambiental.....	30
<b>Figura 7.</b> zonificación Z-01, según características del suelo .....	67
<b>Figura 8.</b> Zonificación Z-02, según su capacidad portante. ....	68

## RESUMEN

### Capacidad Portante de los suelos, para construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi, Lamas - San Martín

La presente investigación desarrollada, busco zonificar los suelos a través y según su capacidad portante del centro poblado del Pongo de Caynarachi del Distrito de Caynarachi, perteneciente a la provincia de Lamas, Región San Martín, y como este influye en la construcción de las viviendas de dicha zona, a sabiendas de que es de gran importancia saber y conocer la capacidad admisible del suelo antes de diseñar la cimentación de una vivienda, lo cual se basa en criterios técnicos y que sean funcionales suelo – estructura, de tal manera que en la construcción de viviendas es de gran utilidad y necesaria debido a que la estructura tiene que ser diseñada para soportar sismos a gran escala y salvaguardar la vida de los habitantes, y además tienen que ser resistentes y no vulnerables ante cualquier eventualidad de la naturaleza, Considerando como objetivo principal la elaboración de la zonificación de los suelos según la capacidad portante de los suelos elaborar la zonificación, y determinar sus propiedades físico-mecánicas según los diversos ensayos de laboratorios y los resultados que estos arrojen de los suelos del Distrito de Caynarachi, perteneciente a la provincia de Lamas y a la Región San Martín. Así mismo la presente investigación es del tipo aplicado y con nivel explicativo y tiene como diseño ser no experimental, se realizó la exploración de 25 calicatas, ubicadas en la zona de estudio, se determinó como resultado de la investigación los valores de capacidad portante los cuales se analizó las calicatas C-08, C-13, C-15, C-16, C-18 y C-25 y se obtuvo los valores de 1.25 kg/cm<sup>2</sup>, 2.07 kg/cm<sup>2</sup>, 0.79 kg/cm<sup>2</sup>, 4.69 kg/cm<sup>2</sup>, 1.32 kg/cm<sup>2</sup> y 0.66 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, y por último con estos valores y características de suelos se determinó las zonas siguientes; ZONA I: 1.25 a 1.32 kg/cm<sup>2</sup>, ZONA II: 2.07 kg/cm<sup>2</sup> a 4.69 kg/cm<sup>2</sup>, ZONA III: 0.66 a 0.79 kg/cm<sup>2</sup>, con esta información se ayudara a focalizar los suelos del distrito y así tener un buen diseño de la cimentación de las viviendas a futuro y este sea seguro y estable ante un sismo.

**Palabras clave:** Suelos, Capacidad Portante, Zonificación, Construcción de Viviendas, Diseñar

## ABSTRACT

### Bearing capacity of soils, for housing construction in Pongo del Caynarachi, Lamas - San Martín

The present investigation developed, seeks to zone the soils through and according to their bearing capacity of the population center of Pongo de Caynarachi of the Caynarachi district, belonging to the province of Lamas, San Martín Region, and how this influences the construction of the houses of said area, knowing that it is of great importance to know and understand the admissible capacity of the soil before designing the foundation of a home, which is based on technical criteria and that they are functional soil - structure, in such a way that in the construction of housing is very useful and necessary because the structure has to be designed to withstand large-scale earthquakes and safeguard the lives of the inhabitants, and they also have to be resistant and not vulnerable to any eventuality of nature, Considering as an objective The main task is to prepare the zoning of the soils according to the bearing capacity of the soils, to develop the zoning, and to determine their physical-mechanical properties according to the various laboratory tests and the results that these show on the soils of the Caynarachi district, belonging to the province of Lamas and the San Martín Region. Likewise, the present research is of the applied type and with an explanatory level and has a non-experimental design. The exploration of 25 pits, located in the study area, was carried out. As a result of the research, the load-bearing capacity values were determined, which the pits C-08, C-13, C-15, C-16, C-18 and C-25 were analyzed and the values of 1.25 kg/cm<sup>2</sup>, 2.07 kg/cm<sup>2</sup>, 0.79 kg/cm<sup>2</sup>, 4.69 kg/cm<sup>2</sup>, 1.32 kg/cm<sup>2</sup> and 0.66 kg/cm<sup>2</sup> respectively, and finally with these values and soil characteristics the following zones were determined; ZONE I: 1.25 to 1.32 kg/cm<sup>2</sup>, ZONE II: 2.07 kg/cm<sup>2</sup> to 4.69 kg/cm<sup>2</sup>, ZONE III: 0.66 to 0.79 kg/cm<sup>2</sup>, with this information it will help to focus the soils of the district and thus have a good design of the foundation of the homes in the future and it is safe and stable in the event of an earthquake.

**Keywords:** Soils, Bearing Capacity, Zoning, Housing Construction, Design.



# CAPITULO I

## INTRODUCCION A LA INVESTIGACION

### 1.1 Marco general del problema

El rápido crecimiento urbano y la falta de planificación han llevado al Distrito de Caynarachi perteneciente a la provincia de Lamas a desarrollarse rápidamente, lo que ha llevado a muchos de sus habitantes a vivir en terrenos inadecuados o que no son habitables, los cuales son susceptibles a los impactos de la naturaleza y/o eventos naturales o antrópicos, lo que con el tiempo podría ocasionaría graves pérdidas humanas y materiales. Por lo tanto, se ven obligados a migrar a lugares donde la naturaleza abunda. Un (EMS), antes de cimentar cualquier estructura es crucial para la prevención de desastres y/o riesgos naturales, y su impacto en la construcción de nuevos proyectos es significativo, ya que sirven como base para todo tipo de estructuras existentes o futuras. Es esencial que todas las ciudades y/o asentamientos humanos realicen un análisis exhaustivo del suelo en el que se encuentran para conocer ciertos valores y parámetros cruciales. Esto se hace para prevenir ciertos riesgos y proporcionar recomendaciones pertinentes sobre la tipología del suelo para la edificación de nuevas estructuras. Esto también garantiza la seguridad tanto para los que construyen como para las personas que residen allí. Es de gran importancia, la tipología y estratigrafía y algunas propiedades y características del suelo donde se piensa cimentar cualquier estructura de una vivienda, ya que según a ellos se diseña el tipo de cimentación, tanto en ancho y largo y también se elige el tipo de sistema estructural. También es esencial conocer los datos de capacidad portante del suelo ya que esto definirá un buen diseño y disminuirá las posibles fallas a largo plazo y resistirá ante eventuales sucesos naturales tales como sismos de gran magnitud, en todo caso si no se llega a realizar los estudios básicos como es el de suelos, se recomienda dimensionar las medidas mínimas de cimentación y profundidad de desplante establecidos en las normas técnicas peruanas. Llevar a cabo un (EMS), con la finalidad de cimentar, para muchos suele ser costoso, la presenta investigación, denominado Capacidad Portante de los Suelos, para la construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi, provincia de Lamas, Región San Martín será beneficioso en términos de gestión para los municipios cercanos a esta localidad, ya que ayudará a reducir el crecimiento desordenado y acelerado de la comunidad. Dichos resultados proporcionarán los datos necesarios para calcular las capacidades portantes. Dichos valores son evaluados para así determinar según esto la zonificación de dichos suelos. Esta herramienta será de gran utilidad para así establecer estándares y así facilitar el diseño de las cimentaciones para así tener una buena tipología estructural que se desea



construir en dicha zona. En la actualidad, la mayoría de las casas construidas en lamas carecen de cimientos adecuados para el tipo de suelo, incluso las que están construidas de manera tradicional, con tierra apisonada o reforzada con cañabrazas, lo que resulta en inseguridad en caso de sismos o terremotos. De esta manera, con los resultados de la capacidad portante de los suelos del Distrito de Caynarachi, permitirá al profesional, ya sea ingeniero y/o arquitecto diseñar la cimentación adecuada.

## **1.2 Formulación del problema de investigación**

¿Cómo influye la capacidad portante de los suelos en la construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi de la provincia de Lamas?

## **1.3 Hipótesis de investigación**

La capacidad portante de los suelos tiene un impacto significativo en la estabilidad de las casas del Pongo del Caynarachi en la provincia de Lamas, Región San Martín

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Realizar la zonificación a través de la capacidad portante y otras propiedades del suelo del CC. PP. del Pongo de Caynarachi del Distrito de Caynarachi en la provincia de Lamas.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar la cantidad y la ubicación de las calicatas, para su exploración y extracción de muestras de suelo del Distrito de Caynarachi.
- Determinar las características físicas del suelo del Distrito de Caynarachi.
- Determinar la clasificación de los suelos del Distrito de Caynarachi.
- Realizar el perfil estratigráfico de los suelos del Distrito de Caynarachi.
- Determinar los diferentes valores de capacidad portante del suelo del Distrito de Caynarachi.
- Elaborar la Zonificación de la capacidad portante de los suelos del Distrito de Caynarachi.

## **CAPITULO II MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes de la investigación**

#### **A nivel internacional**

Pujante (2017), manifiesta en su tesis denominada *Estudio de soluciones para la cimentación de un edificio de viviendas de uso residencial en Quito (Ecuador)*, presentada a la Universitat Politècnica De València, sustentada en la ciudad de Valencia, el objetivo era evaluar los características físicas y mecánicas en la propiedad donde se planea construir un edificio de seis niveles en la región de Quitumbe perteneciente al país del Ecuador, en el área de Quicentro Sur, el cual utilizo la normativa ecuatoriana de construcción, según la zona de aplicación y obtuvo como resultados: los suelos estudiados se clasificaron los suelos como (ML) – limos de baja plasticidad, (CL-ML) – baja plasticidad, también se obtuvo un 32.4 % de arenas y 67.6 % de finos, también se obtuvo el índice plástico el cual fue entre 4.3 % y 5.0%, y propuso alternativas de tipos de cimentación según el suelo en estudio (p. 25).

Vargas y Dueñez (2018), manifiesta en su tesis denominada *Comparación de parámetros de resistencia determinados por ensayos de laboratorio y campo en suelos de la formación sabana del occidente de Bogotá*, presentada ante la Universidad Católica de Colombia, el principal objetivo de estudio fue hacer la comparación de los diferentes resultados de resistencia al corte drenado y no drenado en situ con los resultados arrojados en el laboratorio para así determinar, que tan precisa es las correlación de dichas resistencias al corte no drenados en situ. Esto se debería a que con estas correlaciones con frecuencia no son aplicadas en la geomorfología de Colombia, lo cual afecta en su porcentaje de confiabilidad. Para determinar la confiabilidad de los ensayos realizados en el sitio de estudio para medir la resistencia al corte no drenado y para esto se estudiaron depósitos de arcillas orgánicas blandas (p. 99).

#### **A nivel nacional**

Ugarte (2022), en su tesis denominada *Capacidad portante admisible del suelo para determinación dimensional de cimentaciones superficiales en la habilitación urbana Santa María, Puno 2022*, presentada y sustentada ante la Universidad Cesar Vallejo – sede Lima, fijó como objetivo el definir las medidas de los cimientos exteriores utilizando la capacidad de carga permitida del suelo, En dicha investigación se uso una técnica lógica inductiva. Se utilizaron calicatas para determinar la población de suelos y

cimentaciones según la norma E050. Los resultados de los ensayos respectivos realizados y cálculos indicaron que el suelo de la urbanización Santa María es de arcilla inorgánica de baja plasticidad (C), y se obtuvo como resultados del laboratorio los siguientes parámetros, contenido de humedad de 25,90 %, un LL= 37,79 %, LP= 14,91 %, un IP= 16,88 % y una capacidad portante de 0,947 kg/cm<sup>2</sup> para una Df de 0,80 m, 1,29 kg/cm<sup>2</sup> para Df de 3,0 m y 1,02 kg/cm<sup>2</sup> para una profundidad de 3,0 m. (p. 111)

Mondragon (2022), en su tesis titulada *Estimación de la capacidad portante de un suelo cohesivo a través del ensayo SPT, elementos finitos y métodos analíticos de Terzaghi y Meyerhof 2022*, presentada ante la Universidad Privada del Norte, sede Cajamarca, buscó definir las características físicas y mecánicas del suelo, realizó el ensayo in situ llamado Ensayo de penetración estándar con sus siglas en inglés (SPT), para lo cual se obtuvieron como 13 el NG, y un corregido de 10, el cual permitió los siguientes valores de  $\phi=5.43^\circ$ , resistencia al corte suelo saturado 0.25kg/cm<sup>2</sup> y por último un peso específico con suelo saturado de 2.03 gr/cm<sup>3</sup>, todos estos datos permitieron que usando el método de Terzaghi y el método de Meyerhof y por el método de elementos finitos, se obtuvieran los siguientes resultados de capacidad portante por el método de Terzaghi 1.79kg/cm<sup>2</sup> y por Meyerhof se obtuvo 2.85kg/cm<sup>2</sup>, y por elementos finitos se obtuvo 1.50kg/cm<sup>2</sup> y por último el ensayo de SPT, se obtuvo un valor de 1.71kg/cm<sup>2</sup> (p. 127).

### **A nivel local**

Vásquez (2022), en su tesis denominada *Estudio de zonificación en base a la determinación de la capacidad portante de los suelos, para cimentaciones superficiales del caserío La Unión Banda de Shilcayo región San Martín 2020*, presentada y sustentada ante la UNSM-T, tuvo como campo de estudio los suelos del CC. PP. de la Unión el cual pertenece al distrito más grande de la provincia de San Martín – La Banda de Shilcayo, definió como objetivo principal la determinación de la zonificación a través de la capacidad portante, es un tipo de investigación aplicada y nivel explicativo y usó la técnica de observación directa, realizando los ensayos de laboratorio necesarios para así obtener la capacidad portante (p. 87).

Sánchez (2019), en su tesis titulada *Zonificación de la Capacidad Portante del Suelo para construcción de Edificaciones en la Localidad de San Francisco del Río Mayo, Distrito de Cuñumbuque, Provincia de Lamas, Departamento de San Martín, presentada y sustentada ante la UNSM-T*, tuvo como campo de estudio los suelos del centro poblado San Francisco del río Mayo, ubicado margen derecha del mismo, perteneciente a la jurisdicción del distrito de Cuñumbuque, esta investigación buscó aportar a dicha

comunidad con la zonificación de sus capacidades portantes, según las características de dichos suelos y así contribuir para que la comuna diseñe una correcta cimentación y así evitar riesgos y que sea vulnerables ante los sismos (p.97).

## **2.2 Fundamentos teóricos**

### **Concepto de suelos en ingeniería**

Según Juárez & Rico (2005), definen como el material de ingeniería más heterogéneo e impredecible, se utilizan coeficientes de seguridad de al menos 3 con relación a la resistencia. La clasificación de las cimentaciones se basa en la variedad de suelos y estructuras presentes. Los cimientos son esenciales para la construcción ya que estos elementos distribuyen uniformemente la carga hacia el terreno natural o suelo, dicho de otra manera el suelo y la materia que lo componen puedan soportarlas sin deformarse. La interacción entre el suelo - estructura (cimentación), determinará las propiedades físicas de esta (p. 34).

### **Suelo**

Juárez y Rico (2005), definen como cualquier tipo de material que se encuentra en su estado natural en el planeta, que está expuesto a la intemperie y que contiene en su superficie una pequeña capa de materia orgánica (p. 34).

Según Arora (2004), dice que en ingeniería de suelos, el "suelo" se refiere a un material no consolidado compuesto por partículas sólidas que se forman como resultado de la disgregación de rocas. La distancia entre dos partículas puede almacenar agua o aire o también pueden ser la combinación de ambos (Arora, 2004, pág.1).

Juárez y Rico (2005) , dice que es común pensar que los suelos son una mezcla o combinación de materia orgánica e inorgánicas que no están vinculadas a una organización. Pero la verdad es que se trata de un conjunto de partículas con organización y características vectoriales definidas. Sus características cambian generalmente mucho más rápido en el eje vertical que en el eje horizontal. El perfil del suelo explica su amplia aplicación. Varios profesionales utilizan el término "suelo" (p. 34).

Crespo (2004), define el término "suelo" ha recibido una variedad de definiciones, ya sea que sean del geólogo, el agrónomo o el ingeniero civil. Algunos ingenieros civiles dicen que los suelos son el conjunto de partículas que contienen minerales que se forman como resultado de la disgregación química o desintegración mecánica de rocas previas. (Crespo, 2004, pág. 18).

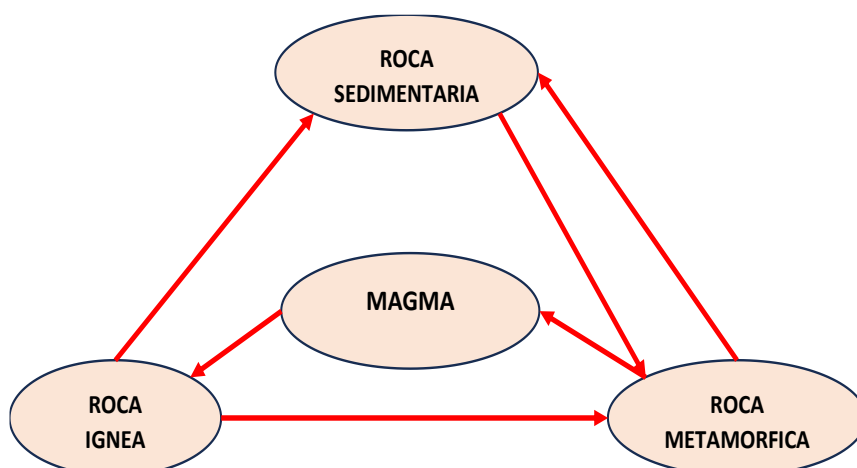
## Origen de los suelos

Según Arora (2004), manifiesta que, la meteorización de las rocas es el producto de tanto como la descomposición mecánica o química da como resultado la formación de suelos. Cuando la superficie de una roca permanece expuesta a la atmósfera durante un período prolongado, se desintegra o se descompone en pequeñas partículas, lo que da como resultado la formación de los suelos. El suelo puede ser considerado como un material incidental que surge del ciclo geológico continuo (Arora, 2004, pág.4).

## Agentes generadores de suelos

Juarez y Rico (2005), el viento y el agua son los principales medios por los cuales estas componentes atacan la corteza terrestre. No obstante, en el análisis final, se pueden categorizar como dos mecanismos de ataque : desintegración mecánica y descomposición química. La desintegración mecánica es cuando las rocas se desintegran por factores físicos, como cambios regulares de temperatura, el agua congelada que afecta las grietas o juntas de las rocas y los organismos y las plantas. Debido an estos eventos, las rocas pueden transformarse en arena, limos o en ocasiones en arcillas. La descomposición química es el proceso mediante el cual los agentes como el agua y el aire arremeten con la roca alterando su composición minera o química. Principalmente el agente mas conocido es el agua y sus formas de ataque más conocidos son la oxidación, la hidrólisis y la carbonatación (p.34).

Los agentes químicos que originan el suelo son la carbonatación, la hidratación y la oxidación (Crespo, 2004, pág. 20).



**Figura 1.**

*Ciclo geológico de los suelos*

Fuente: <https://www.significados.com/ciclo-de-las-rocas/>, adaptada por los autores (2023).

## **Mecánica de suelos**

Según Verruijt (2006), dice que los suelos tienen una basta serie de propiedades unicas que los diferencias de los distintos materiales que existen en la naturaleza, la mecanica de suelos, es una rama que se ha convertido en independiente de la ingenieria. Hablando estructuralmente las edificaciones necesitan tener una base solida, para que estas soporten las cargas que transmite la estructura al suelo, el desarrollo de esta rama ha sido impulsado por diferentes profesionales en el siglo XX, y en la actualidad se sigue usando las teorias (Verruijt, 2006, pág.8).

## **Excavaciones a cielo abierto (Calicatas)**

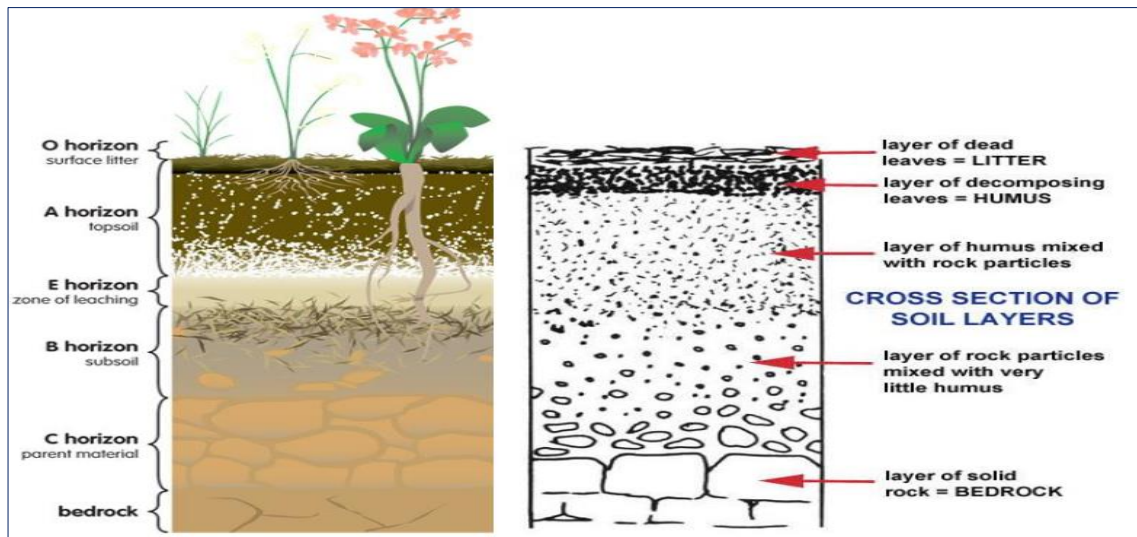
Según la NTE E0.50, son exploraciones de diferentes formas que nos permiten la visualización directa del ámbito de trabajo, la recolección de muestras inalteradas y la ejecución de ensayos in situ sin necesidad de confinamiento. Se llevarán a cabo calicatas y trincheras (p.9).La norma técnica aplicable en nuestro país, para realizar la excavación de las calicatas es la NTP 339.162:2001.

## **Muestras**

según Tocas (2016), manifiesta que las muestras se preservarán y enviarán de acuerdo a la normativa vigente o también según la norma americana ASTM D-4220, que clasifica en grupos a los suelos A, B, C o D. Las muestras de suelos antes de llevar y transportar al laboratorio se deben almacenarse de manera correcta en frascos herméticos y que estos no sean corrosibles, el cual debe mantener la humedad natural de suelo o también debe mantenerse una temperatura promedio de 3 a 30°C, y debe mantenerse en un lugar fuera de la exposición de la luz del sol. Las muestras que presentes alteraciones en su manipulación deben contenerse en recipientes que eviten o se limiten la humedad presente en el interior del estrato (p.6).

## **Perfil de suelo**

En un perfil de suelo natural, suele haber tres estratos u horizontes distintos; en suelos muy viejos o en los que los procesos de meteorización han sido inusualmente intensos, este número puede aumentar a cinco o más. Estos horizontes se denominan horizonte A, horizonte B y horizonte C de arriba abajo. El horizonte A contiene una gran cantidad de humus y restos vegetales orgánicos. El material coloidal ultrafino y las sales minerales solubles se eliminan de este horizonte a través de la percolación de agua. Es de color oscuro y de grosor entre unos pocos centímetros y medio metro ( MOHAMMED, 2014, pág.17).



**Figura 2.**

*Capa superficial del suelo: cada horizonte del suelo tiene propiedades físicas y químicas específicas*

Fuente: (Mohammed, Soil & Soil Mechanics Textbook, 2014)

### Contenido de humedad

Según Badillo y Rico (2005), es la proporción entre los pesos del agua en un suelo y la parte sólida del suelo, se conoce como su contenido de agua o humedad. (p. 54). Se calcula en la fórmula siguiente:

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (2.1)$$

### Peso específico

Según Badillo y Rico (2005), manifiesta que el peso específico es la correlación en el peso específico de una determinada sustancia y el peso específico del agua a una temperatura ideal de 4°C, destilada y a presión atmosférica. (p. 53)

### Límites de consistencia

Según Casagrande (1942), dice que los límites de consistencia, es una característica crucial para suelos muy finos, como limo y arcilla. Determina si el suelo se puede manipular fácilmente con equipo de movimiento de suelo manual. La cantidad de agua presente en el suelo con frecuencia juega un papel importante en la consistencia. El contenido de agua expresa esto. Se refiere al peso del agua por unidad de peso de un sólido.

Los estados de consistencia de Atterberg son 3 y sus derivaciones: líquido, sólido y plástico que es la combinación de los anteriores mencionados. Las fronteras

convencionales entre cualquier estado o fase de un suelo, los límites de consistencia son de acuerdo al contenido de agua que esté presente, y el límite de plasticidad son las fronteras que definen el espacio plástico.

Braja (2012), nos explica que un suelo arcilloso puede fluir como un semilíquido cuando se tiene una considerable cantidad de agua. El suelo se comportará como plástico o también semisólido o sólido y esto ya dependería del porcentaje de agua que este contenga. El límite líquido (LL) es el porcentaje en el que el suelo pasa de ser líquido a ser plástico. El límite plástico (LP) y el límite de contracción (LC), son los términos utilizados para describir cómo los porcentajes de agua en el suelo cambian del estado plástico a estado semisólido o semisólido al estado sólido o viceversa. Este es conocido como el límite de Atterberg.

### **Límite líquido**

Cuando la cantidad de humedad en el suelo supera el límite líquido, se llama liquidez.

En cuanto se tiene una capa gruesa de agua en la superficie de partículas de arcilla, esto a consecuencia de que se tiene una cantidad considerable de moléculas de agua, el magnetismo que hay entre ellas disminuye en este estado.

### **Límite plástico**

La plasticidad es un rasgo de los suelos finos, cuando el porcentaje de contenido de humedad de los suelos esta entre los límites líquido y plástico, y esto se debe a que el contenido de humedad, contiene la suficiente cantidad de agua, para que la fuerza de atracción que existe entre las partículas de ambos minerales sea mayor, el suelo puede moldearse y deformarse como si fuera plastilina en este estado.

$$\text{límite plástico} = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso del suelo secado al horno}} \times 100 \quad (2.2)$$

### **Índice de plasticidad**

Este índice suele ser nada más que la diferencia del límite líquido y el límite plástico mencionados anteriormente,  $IP=LL-LP$ .

### **Análisis granulométrico por tamizado**

Este tipo de ensayo busca determinar la distribución de los tamaños de cada una de las partículas de una muestra de suelo.

Para este ensayo se utilizan tamices numerados y normalizados y puestos en orden decreciente para determinar su distribución de los tamaños. La malla N.º 200 tiene una



abertura por la que partículas que no superan los 0.074 mm o 74 micrones, es considerada la última y la primera es la malla N.º 4 el cual tiene una abertura de 4.75 mm y es la primera que convencionalmente se coloca las mallas para su posterior tamizado como se podrá visualizar en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Clasificación de los tamices*

<b>Nº de Malla</b>	<b>Abertura (mm)</b>
4.0	4.75
6.0	3.35
8.0	2.36
10.0	2.00
16.0	1.18
20.0	0.85
30.0	0.60
40.0	0.425
50.0	0.30
60.0	0.25
80.0	0.18
100.0	0.15
140.0	0.106
170.0	0.088
200.0	0.075

Fuente: Braja (2012)

Para su análisis se registra el porcentaje retenido parcial, luego se podrá calcular el porcentaje que pasa por cada malla y posterior a ello se utilizan los valores para graficar en la curva granulométrica entre el % que pasa y diámetro (Crespo, 2004, pág. 225).

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{peso retenido en la malla}}{\text{peso total}} \times 100 \quad (2.3)$$

$$\% \text{pasa} = 100 - \% \text{ retenido acumulado} \quad (2.4)$$

### **Clasificación de los suelos**

La clasificación de los suelos se empezó a determinar debido a la necesidad y gran variedad de los diferentes suelos que se encuentran en nuestra corteza terrestre y para el cual se tiene 2 sistemas de clasificación, conocidos y los más usados por la gran mayoría de profesiones dedicados a la ingeniería.

**Sistema Unificado de clasificación de Suelos (SUCS)**

Se basa en la determinación en laboratorio del índice de plasticidad, el límite líquido y la distribución según el tamaño de las partículas que pasan por las diversas mallas. Según la distribución de las partículas de suelo se puede considerar en suelos granulares cuando pasan la Malla N° 3 o en finos, cuando más del 50 % del material pasa la malla N° 200 de lo contrario se considera granular. La gráfica de plasticidad, creada por Casagrande (1932) a través de investigaciones en laboratorio, es la base de este sistema de clasificación.

**Tabla 2**

*Prefijos y sufijos de suelos granulares*

Prefijo		Sufijo	
G	Gravas	Observación: $\leq$ del W 50 % se retiene en la M malla N° 4	Bien Graduado Limoso
S	Arenas	Observación: cuando P más del 50 % pasa por C la malla N° 4	Mal graduado Arcilloso

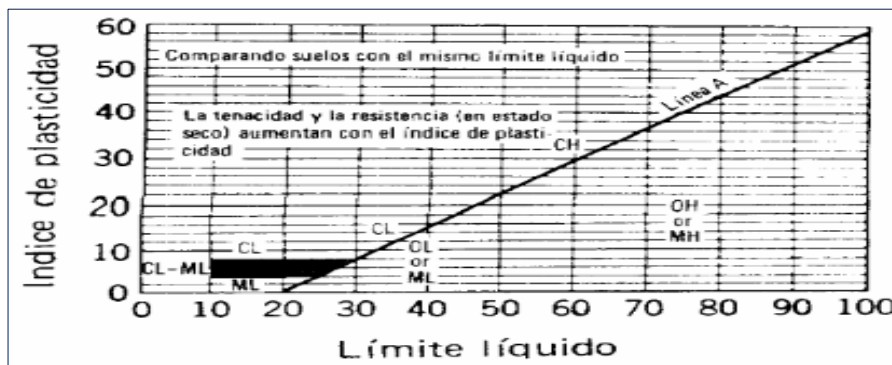
Fuente: Braja (2012)

**Tabla 3**

*Prefijos y sufijos de suelos finos*

Prefijo	Sufijo	
M	Limos	L
C	Arcillas	H
		Baja plasticidad WL < 50%
		Alta plasticidad WL > 50%
O	Orgánicas	

Fuente: Braja (2012)



**Figura 3.**

Carta de plasticidad según Casa grande

Fuente: Casagrande (1932)

## Clasificación según la norma AASHTO

Esta norma se le atribuye al departamento de carretera y caminos de los Estados Unidos, creada en 1929 y adoptado por el AASHTO. Su clasificación se basa en la clasificación de suelos para bases, subbases y afirmados para rellenos y terraplenes a nivel de subrasante.

Esta norma se basa en los grupos de suelos que son 7 y subdividas podrían llegar a ser 12, y también clasifica a los suelos como gruesos granulares o suelos finos granulares.

## Capacidad de carga

Meyerhof (1976), manifiesta en su teoría que las cimentaciones pueden tener una carga inclinada, así como los esfuerzos cortantes que se desarrollan en el suelo arriba del nivel de la profundidad de desplante.

La fórmula que calcula la capacidad de carga, la cual toma en cuenta todos los factores es:

$$q_u = c'N_cF_{cs}F_{cd} + qN_qF_{qs}F_{qd} + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d} \quad (2.5)$$

Donde:  $c'$  = Cohesion;  $q$  = esfuerzo efectivo ;  $F_{cs}$ ,  $F_{qs}$ ,  $F_{\gamma s}$  = factores de forma;  $F_{cd}$ ,  $F_{qd}$ ,  $F_{\gamma d}$  = factores de profundidad;  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  = factores de capacidad de carga.

Y también se tiene los métodos de Vesic que lo desarrollo y propuso en 1977, también tenemos a Coyle Y Castello, ellos presentaron su método en el año 1981, el cual analizaron 24 pruebas de carga, y entre muchos más.

## Capacidad portante del suelo

Este valor es de vital importancia al momento de empezar con el predimensionamiento de zapatas ya que sin este valor no se podría diseñar ningún elemento de cimentaciones superficiales.

Rodríguez (2018), dice que, para diseñar la cimentación adecuada para la edificación, es fundamental conocer la resistencia del suelo. Terzaghi (1946), menciona en su teoría que, para determinar la capacidad portante del suelo en estudio, se debe realizar el ensayo de corte directo, el cual es muy popular. Además, se lleva a cabo el Ensayo de Penetración Estándar. Los Resultados de Capacidad Portante pueden varias un poco como ejemplo puede ser de 0.5 kg/cm a 2 kg/cm<sup>2</sup>, estos valores determinan el tipo de cimentación a usar y según las cargas, y la cantidad de pisos de una edificación, ya que cada piso es significativo ya que adiciona una carga a la estructura (p.8).

### **Cimentaciones superficiales**

Según Ortega (2016), manifiesta que este tipo de cimentación es el más común y utilizado en el mundo de la Construcción de Edificios, el cual se diseña las zapatas aisladas o cimentaciones corridas para transmitir cargas de muros portante o también las zapatas combinadas o conectadas o plateas de cimentación (p.15).

### **Cimentaciones por zapatas**

El tipo de zapata más usado para el diseño de cimentación es la zapata aislada ya que la gran mayoría de edificaciones no superan los 3 pisos en promedio y si superaran esta cantidad de pisos pues ya se tendría que diseñar otro tipo de cimentación ya sea superficial o profunda según sea el caso.

## CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Ámbito y condiciones de la investigación

#### 3.1.1 Ubicación política

La ubicación donde se desarrolló la investigación y de donde se extrajo las muestras para ser ensayadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimento de la UNSM-T, es:

- Departamento de San Martín
- Provincia de Lamas
- Distrito de Caynarachi
- Centro Poblado El Pongo De Caynarachi



**Figura 4.**

Mapa de ubicación nacional, regional, provincial y distrital

Fuente: elaboración propia (2023)

### 3.1.2 Ubicación geográfica

El área de investigación se ubica geográficamente en el Distrito de Caynarachi, el cual pertenece a la provincia de Lamas y esta ubicada a 350 m.s.n.m., y sus límites por el norte con la provincia de Alto Amazonas, con el sur con la provincia de San Martín, con el este con el distrito de Barranquita y con el oeste con el distrito de San Roque de Cumbaza. Se encuentra entre los paralelos  $6^{\circ}19'47.7''$  de latitud Sur y  $76^{\circ}17'03.8''$  de latitud Oeste.

**Tabla 4**

*Ubicación geográfica*

Descripción	
Región	San Martín
Provincia	Lamas
Distrito	Caynarachi
Altitud:	350.00 m.s.n.m.

Fuente: propia del estudio, (2023)



**Figura 5.**

*Vista satelital del CC. PP. Pongo de Caynarachi*

Fuente: Google Maps, adaptada por los autores, (2023)

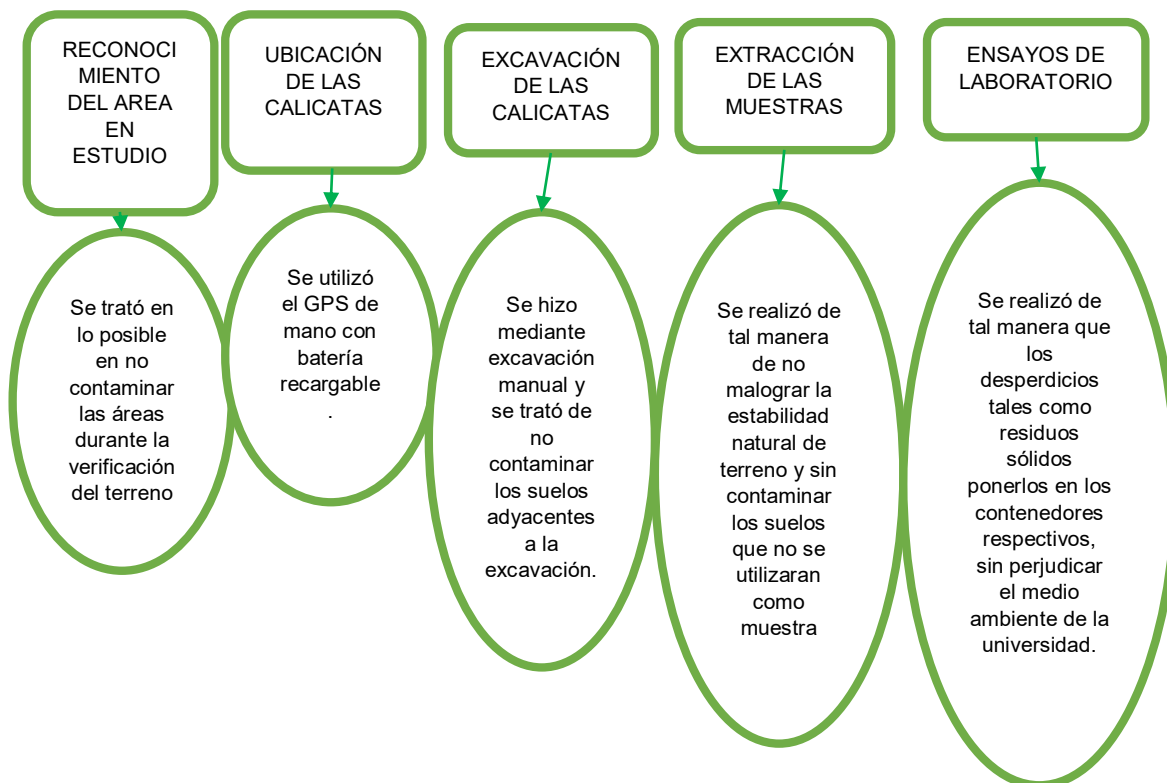
### 3.1.3 Periodo de ejecución

Para el término del desarrollo del presente trabajo de investigación hasta la presentación del informe final y la respectiva sustentación del mismo se consideró 8 meses.

### 3.1.4 Autorizaciones y permisos

La autorización para la ejecución de la presente investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, fue dada mediante la resolución N° 005-2023-UNSM/FICA-CF-NLU. Con fecha 17 de enero del 2023.

### 3.1.5 Control ambiental y protocolos de bioseguridad



**Figura 6.**  
Control ambiental

Fuente: propia de los autores (2023).

### 3.1.6 Aplicación de principios éticos internacionales

Se respetó los principios éticos generales internacionales durante el desarrollo de la investigación:

**Respeto por las personas:** Durante el desarrollo de la investigación, se mantuvo la cordialidad y respeto hacia las pobladores de la zona y a las autoridades del distrito, el cual se mantuvo una reunión con el alcalde del distrito, manifestándole cual sería nuestra intervención y cuál era el fin de esta investigación, al término de la reunión las autoridades entendieron cuál era el objetivo de nuestra investigación y se sintieron muy agradecidos por haber elegido el Distrito de Caynarachi como zona de estudio.

**Beneficencia:** Se practico este valor durante el desarrollo de nuestra investigación, ya que al término de la misma se obtendrán los resultados de capacidad portante el cual servirá a los pobladores como base para sus futuras viviendas, el cual significa una ayuda ya que no se gastarían en estudios de mecánica de suelos el cual para muchos es imposible costear.

**Justicia:** Este valor se resalta, ya que dentro de ellos hay un conjunto de valores como lo son el respeto, la equidad, con las personas que nos rodean en nuestro entorno más cercano.

**Honestidad:** La honestidad se define como la cualidad de ser honesto. Como resultado, se refiere a una serie de cualidades personales, como la decencia, el pudor, la dignidad, la sinceridad, la justicia, la rectitud y la honradez en su comportamiento y comportamiento.

Este principio de practica en la investigación, ya que todo el desarrollo y resultados son veraces y no se alteraron por ningún motivo.

Los valores de la verdad y la justicia siempre están al frente de las necesidades o intereses de una persona que actúa con honestidad. En este sentido, es una persona que se comporta de acuerdo con los principios de honestidad, probidad y honradez.

**Profesional:** Durante el desarrollo de nuestra investigación se resaltó todos los principios éticos internacionales antes mencionados, la humanidad el ser amable con las personas, el respeto y algunos valores más hacen que se demuestre la educación y el profesionalismo de cada persona. La investigación es propia de nuestra autoría y no contiene elementos que se consideren plagios o copiados de otras investigaciones, los resultados y contenidos que se presenta es propia, desarrollada por los autores concernientes al tema de investigación y esto se corrobora con el programa anti plagio Turnitin, el cual no debe superar el 25 % de similitud con sus respectivas exclusiones para así considerarse que la investigación es apta y propia.

## **3.2 Sistema de variables**

### **3.2.1 Variables principales**

#### **Variable independiente**

Ensayos de laboratorio de las muestras de suelos.

#### **Variable dependiente**

Valores de capacidad portante de los suelos del Distrito de Caynarachi



### 3.2.1.1 Operacionalización de las variables

#### Operacionalización de las variables

**Objetivo específico 1:** Determinar la cantidad y la ubicación de las calicatas, para su exploración y extracción de muestras de suelo del Distrito de Caynarachi.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Determinar	Cantidad y localización de puntos de muestreo	Observación directa	Unidad
		Coordenadas UTM	Adimensional

**Objetivo específico 2:** Determinar las características físicas del suelo del Distrito de Caynarachi.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Determinar	Propiedades físicas del suelo	Ensayo de contenido de humedad	%
		Ensayo de granulometría	%
		Ensayos de límites de líquido y plástico	%
		Gravedad específica	
		Ensayo triaxial	Kg/cm <sup>2</sup>

**Objetivo específico 3:** Determinar la clasificación de los suelos del Distrito de Caynarachi.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Determinar	Clasificación de los suelos del Distrito de Caynarachi	Resultados de los ensayos de límites de consistencia	Adimensional

**Objetivo específico 4:** Realizar el perfil estratigráfico de los suelos del Distrito de Caynarachi.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Realizar	Perfil estratigráfico de los suelos del Distrito de Caynarachi	Observación directa	Metros

**Objetivo específico 5:** Determinar los diferentes valores de capacidad portante del suelo del Distrito de Caynarachi.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Determinar	Capacidad portante de los suelos del Distrito de Caynarachi	Resultados de ensayo triaxial	Kg/cm <sup>2</sup>

**Objetivo específico 6:** Elaborar la Zonificación de la capacidad portante de los suelos del Distrito de Caynarachi.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Elaborar	Zonificación de la capacidad portante de los suelos del Distrito de Caynarachi	Resultados de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos	Adimensional
		Resultados de capacidad portante	

Fuente: propia del estudio (2023)

### 3.2.2 Variables secundarias

#### 3.2.2.1 Temperatura

Tabla 5

Temperatura máxima promedio mensual periodo (2002-2022)

TEMPERATURA MAXIMA													
<b>Tesis:</b>	Capacidad Portante de los suelos, para construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi, Lamas - San Martín.												
<b>Localización:</b>	Distrito de Caynarachi, Provincia de Lamas, Dpto. y Región San Martín												
<b>Estación:</b>	"Pongo De Caynarachi"												
<b>Tesistas</b>	Bach. Natanael Piña Ramos Bach. Wilian Omar Alvarez Mendoza												
<b>Latitud:</b>	6° 19' 49.7"												
<b>Longitud:</b>	76° 16' 54.3"												
<b>Altitud:</b>	350 m.s.n.m												
<b>Tipo:</b>	Convencional - Meteorológica												
<b>Código:</b>	100104												
<b>TEMPERATURA MAXIMA PROMEDIO MENSUAL (C°)</b>	<b>Año</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
	<b>2002</b>	31.8	31.0	30.4	30.5	30.6	31.0	30.2	31.7	32.6	32.1	31.3	30.9
	<b>2003</b>	31.6	31.3	31.3	31.4	30.7	30.6	30.7	31.1	31.4	32.8	31.8	31.0
	<b>2004</b>	32.4	31.9	31.5	31.8	30.1	29.9	30.4	31.1	31.5	32.5	32.1	31.2
	<b>2005</b>	31.8	31.4	31.2	30.7	31.6	31.4	31.2	32.4	32.1	31.7	31.5	30.9
	<b>2006</b>	31.2	30.8	31.1	30.8	31.1	31.8	31.9	32.4	33.0	32.7	31.6	31.4
	<b>2007</b>	32.1	32.4	30.9	31.2	30.8	31.2	31.8	32.6	32.1	32.2	31.5	31.4
	<b>2008</b>	30.8	30.9	30.3	30.6	30.7	30.0	31.6	33.0	32.1	31.8	31.7	32.2
	<b>2009</b>	31.0	30.7	30.7	30.7	31.3	30.9	31.6	32.5	32.7	33.1	32.7	32.2
	<b>2010</b>	32.0	32.8	32.0	32.2	31.2	31.2	30.1	32.9	33.4	32.8	31.7	32.3
	<b>2011</b>	31.8	30.9	29.9	31.2	31.1	30.8	31.5	32.5	32.4	31.8	31.4	30.6
	<b>2012</b>	31.7	30.1	30.6	30.4	31.1	30.4	31.4	32.8	32.8	32.3	32.3	31.3
	<b>2013</b>	31.3	30.7	31.8	33.0	31.4	31.2	31.1	31.2	32.8	32.3	31.2	31.9
	<b>2014</b>	31.4	30.5	30.5	31.0	31.4	31.4	31.1	32.4	33.4	32.3	31.6	30.9
	<b>2015</b>	30.1	31.4	31.0	31.0	30.8	31.3	31.6	33.2	34.5	33.2	32.9	32.3
	<b>2016</b>	33.6	31.9	31.8	32.1	31.2	31.0	31.3	33.5	33.0	32.9	32.7	32.1
	<b>2017</b>	30.4	31.0	30.7	31.7	31.8	31.3	31.9	33.6	32.8	32.8	32.4	32.8
	<b>2018</b>	31.4	31.6	31.8	30.5	31.5	31.1	31.6	31.9	33.8	32.3	32.4	31.2
	<b>2019</b>	31.2	31.6	31.3	32.2	31.5	32.0	31.9	32.6	33.8	32.0	32.9	32.4
	<b>2020</b>	31.8	32.9	32.3	31.6	31.8	32.8	31.5	32.7	32.3	33.1	32.6	31.5
	<b>2021</b>	32.4	31.9	31.4	31.4	31.8	30.5	31.4	33.0	33.4	33.6	32.4	32.7
	<b>2022</b>	33.1	31.6	30.7	31.2	31.9	31.4	32.0	32.1	33.0	32.5	32.1	32.4
	<b>Promedio</b>	<b>31.7</b>	<b>31.4</b>	<b>31.1</b>	<b>31.3</b>	<b>31.2</b>	<b>31.1</b>	<b>31.3</b>	<b>32.4</b>	<b>32.8</b>	<b>32.5</b>	<b>32.0</b>	<b>31.7</b>
	<b>Máximo</b>	<b>33.6</b>	<b>32.9</b>	<b>32.3</b>	<b>33.0</b>	<b>31.9</b>	<b>32.8</b>	<b>32.0</b>	<b>33.6</b>	<b>34.5</b>	<b>33.6</b>	<b>32.9</b>	<b>32.8</b>
	<b>Mínimo</b>	<b>30.1</b>	<b>30.1</b>	<b>29.9</b>	<b>30.4</b>	<b>30.1</b>	<b>29.9</b>	<b>30.1</b>	<b>31.1</b>	<b>31.4</b>	<b>31.7</b>	<b>31.2</b>	<b>30.6</b>

Fuente: (SENAMHI, 2023), datos hidrometeorológicos, (adaptado por los autores, 2023)

Tabla 6

Temperatura mínima promedio mensual periodo (2002-2022)

TEMPERATURA MINIMA													
<b>Tesis:</b>	Capacidad Portante de los suelos, para construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi, Lamas - San Martín.												
<b>Localización:</b>	Distrito de Caynarachi, Provincia de Lamas, Dpto. y Región San Martín							<b>Latitud:</b>	6° 19' 49.7"				
<b>Estación:</b>	"Pongo De Caynarachi"							<b>Longitud:</b>	76° 16' 54.3"				
<b>Tesistas</b>	Bach. Natanael Piña Ramos Bach. Wilian Omar Alvarez Mendoza							<b>Altitud:</b>	350 m.s.n.m				
								<b>Tipo:</b>	Convencional - Meteorológica				
<b>TEMPERATURA MINIMA PROMEDIO MENSUAL (C°)</b>								<b>Código:</b>	100104				
<b>Año</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	
<b>2002</b>	22.0	22.5	22.2	22.3	22.0	21.1	21.2	21.0	21.1	22.1	21.7	22.0	
<b>2003</b>	22.7	22.7	22.3	22.2	21.6	21.8	20.5	20.6	20.7	22.2	22.1	22.3	
<b>2004</b>	22.7	22.0	22.4	22.3	21.5	20.6	20.9	20.4	20.9	22.2	22.4	22.3	
<b>2005</b>	22.6	22.7	22.8	22.4	22.4	21.9	20.3	20.8	21.1	22.0	22.2	22.4	
<b>2006</b>	22.4	22.4	22.2	22.2	20.9	21.4	20.9	21.0	21.5	22.8	22.6	22.5	
<b>2007</b>	22.7	22.6	22.0	22.2	21.4	21.4	20.8	21.3	21.7	22.1	22.4	22.5	
<b>2008</b>	22.6	22.2	22.1	22.1	21.4	21.2	21.2	21.7	21.5	22.0	22.8	22.4	
<b>2009</b>	22.2	22.3	22.4	22.4	22.1	21.2	21.5	21.3	21.5	21.8	22.6	22.2	
<b>2010</b>	21.9	22.8	22.8	22.8	21.5	22.1	20.7	21.0	21.8	21.9	21.3	22.0	
<b>2011</b>	22.1	21.7	22.0	21.7	21.8	21.6	21.2	20.7	21.8	22.4	22.1	22.3	
<b>2012</b>	22.1	21.5	21.6	21.9	21.6	20.9	20.4	21.1	20.7	21.9	22.6	22.5	
<b>2013</b>	22.5	22.4	22.6	22.1	22.5	22.1	21.1	21.0	21.6	22.2	22.2	22.3	
<b>2014</b>	22.2	22.4	22.5	21.9	22.5	21.8	21.2	20.9	21.6	21.7	22.5	22.3	
<b>2015</b>	22.0	22.9	22.2	22.3	22.2	21.3	21.6	21.9	22.4	22.8	23.3	22.6	
<b>2016</b>	23.5	23.3	23.5	23.2	22.7	21.6	21.5	21.6	21.9	22.4	23.0	22.7	
<b>2017</b>	22.5	22.6	22.7	22.7	22.7	22.4	21.0	22.1	22.3	22.6	23.1	22.8	
<b>2018</b>	22.2	22.5	22.9	22.2	22.4	21.3	21.3	21.1	21.8	22.8	23.2	22.7	
<b>2019</b>	22.6	23.1	23.0	22.6	22.6	22.1	21.2	20.8	22.4	22.5	23.1	22.9	
<b>2020</b>	23.2	23.4	23.3	22.9	22.4	22.6	22.1	21.8	22.4	22.6	22.7	22.6	
<b>2021</b>	23.0	23.0	22.6	22.6	22.3	22.1	21.0	21.9	22.3	23.1	22.6	23.0	
<b>2022</b>	23.0	22.5	22.2	22.5	22.4	21.2	22.5	21.3	21.9	22.6	22.3	22.6	
<b>Promedio</b>	<b>22.5</b>	<b>22.5</b>	<b>22.5</b>	<b>22.4</b>	<b>22.0</b>	<b>21.6</b>	<b>21.1</b>	<b>21.2</b>	<b>21.7</b>	<b>22.3</b>	<b>22.5</b>	<b>22.5</b>	
<b>Máximo</b>	<b>23.5</b>	<b>23.4</b>	<b>23.5</b>	<b>23.2</b>	<b>22.7</b>	<b>22.6</b>	<b>22.5</b>	<b>22.1</b>	<b>22.4</b>	<b>23.1</b>	<b>23.3</b>	<b>23.0</b>	
<b>Mínimo</b>	<b>21.9</b>	<b>21.5</b>	<b>21.6</b>	<b>21.7</b>	<b>20.9</b>	<b>20.6</b>	<b>20.3</b>	<b>20.4</b>	<b>20.7</b>	<b>21.7</b>	<b>21.3</b>	<b>22.0</b>	

Fuente: (SENAMHI, 2023), datos hidrometeorológicos, (adaptado por los autores, 2023)

### 3.2.2.2 . Precipitación

Tabla 7

Precipitación promedio mensual, periodo (2002 – 2022)

PRECIPITACION														
<b>Tesis:</b>	Capacidad Portante de los suelos, para construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi, Lamas - San Martín.													
<b>Localización:</b>	Distrito de Caynarachi, Provincia de Lamas, Dpto. y Región San Martín													
<b>Estación:</b>	"Pongo De Caynarachi"													
<b>Tesistas</b>	Bach. Natanael Piña Ramos													
	Bach. Wilian Omar Alvarez Mendoza													
	<b>Latitud:</b>	6° 19' 49.7"												
	<b>Longitud:</b>	76° 16' 54.3"												
	<b>Altitud:</b>	350 m.s.n.m												
	<b>Tipo:</b>	Convencional - Meteorológica											<b>Código :</b>	100104
PRECIPITACION PROMEDIO MENSUAL (mm)														
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Lamina Anual (mm)	
2002	156.3	507.1	397.1	366.0	283.5	63.8	291.8	160.9	234.1	391.9	305.1	346.0	3503.6	
2003	198.9	274.9	309.8	390.8	470.8	367.6	138.1	88.3	325.4	343.9	333.2	455.0	3696.7	
2004	204.3	273.8	496.4	308.8	328.4	205.1	175.5	232.9	195.8	325.1	459.5	384.9	3590.5	
2005	303.3	385.0	526.9	430.2	247.7	216.2	65.5	106.5	91.4	393.7	409.5	391.7	3567.6	
2006	456.6	276.5	445.9	327.4	122.3	252.6	105.8	163.1	171.4	328.9	349.7	509.3	3509.5	
2007	265.7	211.0	417.2	330.3	279.7	124.8	171.8	127.4	260.3	457.7	391.5	344.7	3382.1	
2008	262.7	310.3	497.3	374.0	212.4	238.3	127.1	87.4	290.3	421.1	257.5	324.7	3403.1	
2009	488.3	349.3	444.6	374.2	383.5	218.2	231.0	87.0	293.5	319.7	249.0	264.7	3703.0	
2010	165.6	435.3	360.1	394.9	138.5	372.1	162.3	34.9	121.3	325.7	231.1	412.9	3154.7	
2011	274.7	374.5	657.9	244.5	282.6	287.0	212.3	158.1	195.4	226.9	440.4	592.6	3946.9	
2012	540.4	350.0	361.7	508.0	522.7	139.1	131.6	31.5	165.3	229.7	295.1	399.5	3674.6	
2013	359.5	484.8	464.6	248.6	404.1	246.4	290.5	243.9	190.5	346.3	449.3	178.6	3907.1	
2014	492.8	341.9	532.6	292.6	294.0	199.5	170.6	211.0	187.2	446.1	571.1	373.6	4113.0	
2015	498.8	509.9	518.5	385.3	433.5	158.7	289.2	139.7	112.1	254.5	403.2	410.2	4113.6	
2016	349.5	365.2	455.1	252.7	400.1	129.9	212.0	74.2	204.3	259.5	257.4	325.6	3285.5	
2017	402.3	445.6	244.1	454.1	443.0	236.1	77.4	98.6	142.8	134.2	515.1	253.0	3446.3	
2018	359.5	313.4	297.4	538.1	236.4	132.9	108.6	178.2	215.2	301.5	415.4	377.7	3474.3	
2019	544.7	334.7	340.7	210.5	210.3	110.8	215.0	65.9	136.9	250.1	338.4	315.0	3073.0	
2020	283.9	247.6	279.2	S/D	S/D	S/D	S/D	80.0	263.7	200.2	266.0	420.3	2040.9	
2021	278.6	229.8	245.2	167.0	113.0	276.6	147.5	80.1	128.7	232.4	414.0	433.0	2745.9	
2022	321.6	467.0	590.3	203.0	142.3	102.6	161.5	142.8	148.9	286.4	216.9	194.7	2978.0	
<b>Promedio</b>	<b>343.2</b>	<b>356.6</b>	<b>423.0</b>	<b>340.1</b>	<b>297.4</b>	<b>203.9</b>	<b>174.3</b>	<b>123.4</b>	<b>194.0</b>	<b>308.4</b>	<b>360.4</b>	<b>367.0</b>	<b>3443.3</b>	
<b>Máximo</b>	<b>544.7</b>	<b>509.9</b>	<b>657.9</b>	<b>538.1</b>	<b>522.7</b>	<b>372.1</b>	<b>291.8</b>	<b>243.9</b>	<b>325.4</b>	<b>457.7</b>	<b>571.1</b>	<b>592.6</b>		
<b>Mínimo</b>	<b>156.3</b>	<b>211.0</b>	<b>244.1</b>	<b>167.0</b>	<b>113.0</b>	<b>63.8</b>	<b>65.5</b>	<b>31.5</b>	<b>91.4</b>	<b>134.2</b>	<b>216.9</b>	<b>178.6</b>		

Fuente: (SENAMHI, 2023) & (Roldan y Chávez, 2021), datos hidrometeorológicos, (adaptado por los autores, 2023)

### 3.2.2.3 Humedad relativa

**Tabla 8**

*Humedad relativa promedio mensual, periodo (2002 - 2022)*

<b>Humedad relativa</b>													
<b>Tesis:</b>	Capacidad Portante de los suelos, para construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi, Lamas - San Martín.												
<b>Localización:</b>	Distrito de Caynarachi, Provincia de Lamas, Dpto. y Región San Martín							<b>Latitud:</b>	6° 19' 49.7"				
<b>Estación:</b>	"Pongo De Caynarachi"							<b>Longitud:</b>	76° 16' 54.3"				
<b>Tesistas</b>	Bach. Natanael Piña Ramos							<b>Altitud:</b>	350 m.s.n.m				
	Bach. Wilian Omar Alvarez Mendoza							<b>Tipo:</b>	Convencional - Meteorológica				
								<b>Código:</b>	100104				
<b>HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO MENSUAL (%)</b>	<b>Año</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
	<b>2002</b>	86	87	88	88	87	85	86	84	82	83	85	86
	<b>2003</b>	85	85	85	85	87	86	85	85	85	84	84	87
	<b>2004</b>	85	86	87	86	88	90	89	87	88	88	88	88
	<b>2005</b>	86	88	87	88	86	86	84	82	84	87	87	88
	<b>2006</b>	88	88	87	87	85	87	85	85	83	85	88	88
	<b>2007</b>	86	86	88	89	87	86	86	84	83	86	87	88
	<b>2008</b>	88	89	89	88	88	87	87	85	87	87	88	86
	<b>2009</b>	89	90	90	90	88	86	86	85	85	85	85	85
	<b>2010</b>	87	87	87	86	86	87	88	84	83	84	86	85
	<b>2011</b>	85	87	87	86	86	87	85	85	85	86	86	87
	<b>2012</b>	85	88	88	86	85	87	85	83	82	85	84	86
	<b>2013</b>	85	87	85	83	88	86	86	86	85	87	88	88
	<b>2014</b>	88	89	89	89	89	87	85	84	84	89	87	87
	<b>2015</b>	89	87	88	88	88	88	86	85	84	85	86	87
	<b>2016</b>	85	87	88	87	87	85	86	84	84	85	86	87
	<b>2017</b>	89	90	89	87	86	86	82	81	84	85	86	87
	<b>2018</b>	88	87	87	89	88	87	85	84	83	87	87	87
	<b>2019</b>	88	88	88	87	89	87	87	84	84	87	87	87
	<b>2020</b>	87	87	88	87	88	85	88	86	89	85	88	88
	<b>2021</b>	87	87	86	88	87	87	85	85	84	84	86	86
	<b>2022</b>	85	88	89	89	88	85	87	84	83	85	84	86
	<b>Promedio</b>	<b>86.7</b>	<b>87.5</b>	<b>87.6</b>	<b>87.3</b>	<b>87.2</b>	<b>86.5</b>	<b>85.9</b>	<b>84.4</b>	<b>84.3</b>	<b>85.7</b>	<b>86.3</b>	<b>86.9</b>
	<b>Máximo</b>	<b>89.0</b>	<b>90.0</b>	<b>90.0</b>	<b>90.0</b>	<b>89.0</b>	<b>90.0</b>	<b>89.0</b>	<b>87.0</b>	<b>89.0</b>	<b>89.0</b>	<b>88.0</b>	<b>88.0</b>
	<b>Mínimo</b>	<b>85.0</b>	<b>85.0</b>	<b>85.0</b>	<b>83.0</b>	<b>85.0</b>	<b>85.0</b>	<b>82.0</b>	<b>81.0</b>	<b>82.0</b>	<b>83.0</b>	<b>84.0</b>	<b>85.0</b>

Fuente: (SENAMHI, 2023), datos hidrometeorológicos, (adaptado por los autores, 2023)

### 3.3 Procedimientos de la investigación

#### 3.3.1 Objetivo específico 1: Determinar la cantidad y la ubicación de las calicatas, para su exploración y extracción de muestras de suelo del Distrito de Caynarachi.

**Actividad 1:** El reconocimiento en campo, se realizó mediante observación en situ de la zona de estudio, se realizó el recorrido de todas las calles del Distrito de Caynarachi, para así seleccionar los lugares adecuados donde se ubicarán las calicatas para su posterior excavación y extracción de la muestra inalterada.

**Actividad 2:** Después de haber recorrido la zona en estudio, se seleccionó las intersecciones de las calles como puntos de exploración para las calicatas, se propuso 25 calicatas el cual se presenta en el siguiente cuadro:

**Tabla 9**

*Referencia de calicatas*

Referencia de calicatas	
Nº	Calles
C-1	jr. Ricardo palma frente al cementerio
C-2	jr. Ricardo palma frente al lote 1 de la mz- 47
C-3	jr. Víctor acho intersección con jr. Manuel pardo
C-4	jr. Víctor acho intersección con jr. Ricardo palma
C-5	jr. Sgto. lores intersección con jr. progreso
C-6	jr. Sgto. lores intersección con jr. Manuel prado
C-7	jr. Sgto. lores intersección con jr. Ricardo palma
C-8	jr. lima intersección con jr. malecón
C-9	jr. lima intersección con jr. progreso
C-10	jr. lima intersección con jr. Manuel prado
C-11	jr. lima intersección con jr. Ricardo palma
C-12	jr. lima intersección con jr. Tarapoto
C-13	jr. comercio intersección con jr. Manuel prado
C-14	jr. comercio intersección con jr. progreso
C-15	jr. José Olaya intersección con jr. malecón
C-16	jr. José Olaya intersección con jr. progreso
C-17	jr. José Olaya intersección con jr. Manuel prado
C-18	jr. José Olaya intersección con jr. Ricardo palma
C-19	jr. José Olaya intersección con jr. Tarapoto
C-20	jr. Santiago tejada intersección con jr. progreso
C-21	jr. Santiago tejada intersección con jr. Manuel prado
C-22	jr. Santiago tejada intersección con jr. Ricardo palma
C-23	jr. Santiago tejada intersección con jr. Tarapoto
C-24	jr. Perú intersección con jr. Ricardo palma
C-25	jr. Ricardo palma frente al lote 4 de la mz 55

Fuente: los autores, 2023

**Actividad 3:** Luego de tener los puntos de exploración se procedió a hacer la respectiva excavación de las 25 calicatas, de las dimensiones de 1.00 x 1.50 metros y de 3.00 metros de profundidad conforme a la normatividad vigente el cuándo indica dimensiones de exploración y muestreo el cual es la E.050 o también puede relacionársela a ASTM D420.

**Tabla 10**

*Dimensiones de las calicatas*

Dimensiones de las calicatas				
Nº	Calles	Largo(m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
C-1	jr. Ricardo palma frente al cementerio	1.00	1.50	3.00
C-2	jr. Ricardo palma frente al lote 1 de la mz- 47	1.00	1.50	3.00
C-3	jr. Víctor acho intersección con jr. Manuel pardo	1.00	1.50	3.00
C-4	jr. Víctor acho intersección con jr. Ricardo palma	1.00	1.50	3.00
C-5	jr. Sgto. lores intersección con jr. progreso	1.00	1.50	3.00
C-6	jr. Sgto. lores intersección con jr. Manuel prado	1.00	1.50	3.00
C-7	jr. Sgto. lores intersección con jr. Ricardo palma	1.00	1.50	3.00
C-8	jr. lima intersección con jr. malecón	1.00	1.50	3.00
C-9	jr. lima intersección con jr. progreso	1.00	1.50	3.00
C-10	jr. lima intersección con jr. Manuel prado	1.00	1.50	3.00
C-11	jr. lima intersección con jr. Ricardo palma	1.00	1.50	3.00
C-12	jr. lima intersección con jr. Tarapoto	1.00	1.50	3.00
C-13	jr. comercio intersección con jr. Manuel prado	1.00	1.50	3.00
C-14	jr. comercio intersección con jr. progreso	1.00	1.50	3.00
C-15	jr. José Olaya intersección con jr. malecón	1.00	1.50	3.00
C-16	jr. José Olaya intersección con jr. progreso	1.00	1.50	3.00
C-17	jr. José Olaya intersección con jr. Manuel prado	1.00	1.50	3.00
C-18	jr. José Olaya intersección con jr. Ricardo palma	1.00	1.50	3.00
C-19	jr. José Olaya intersección con jr. Tarapoto	1.00	1.50	3.00
C-20	jr. Santiago tejada intersección con jr. progreso	1.00	1.50	3.00
C-21	jr. Santiago tejada intersección con jr. Manuel prado	1.00	1.50	3.00
C-22	jr. Santiago tejada intersección con jr. Ricardo palma	1.00	1.50	3.00
C-23	jr. Santiago tejada intersección con jr. Tarapoto	1.00	1.50	3.00
C-24	jr. Perú intersección con jr. Ricardo palma	1.00	1.50	3.00
C-25	jr. Ricardo palma frente al lote 4 de la mz 55	1.00	1.50	3.00

Fuente: los autores, 2023

**Actividad 4:** Después de hacer cada una de las excavaciones de las calicatas se procedió a extraer la muestra un aproximado de 30 kg, en recipientes adecuados tales como bolsas térmicas y sacos plastificados y un cubo de madera de 30x30 cm y aislado con parafina o comúnmente conocido como vela, todo esto para que no sufra ninguna alteración y después de ello se procedió al traslado en camioneta a las instalaciones del Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura el cual está ubicada en la Ciudad Universitaria en el distrito de morales.

### **3.3.2 Objetivo específico 2: Determinar las características físicas del suelo del Distrito de Caynarachi.**

**Actividad 1:** Para definir el contenido de humedad natural del suelo el cual se realizó bajo la norma ASTM - D2216, este ensayo fue desarrollado en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – FIC, ubicada en la UNSM – sede Tarapoto, el cual pertenece al distrito de morales, los equipos que se utilizó para determinar las estimaciones de contenido de humedad fueron:

Recipiente o tara de acero inoxidable para humedad, horno eléctrico industrial de temperatura regulable de 110 °C a 5 °C, Balanza electrónica de precisión (3 decimales).

#### **Procedimiento:**

Para determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo se sigue los siguientes pasos

Primero se pesa la muestra de suelo dentro de un recipiente con tapa

Introducir la muestra de suelo húmedo dentro del recipiente con tapa y se determina el peso del recipiente + el suelo húmedo

Posterior a la pesa de la muestra, se quita la tapa se coloca dentro de un recipiente que resista altas temperaturas y luego colocarlo al horno

Luego de 24 horas de haber puesto el recipiente con la muestra de suelo húmeda, se vuelve a pesar ya con el suelo seco, para el pesaje se recomienda utilizar la misma balanza durante todo el procedimiento.



Tabla 11

Resultados de contenido de humedad

Contenido de Humedad			
Nº de Calicatas	Tipo de Muestra	Referencia y Ubicación	HUMEDAD NATURAL %
C-01	II	Jr. Ricardo palma frente al cementerio	14.4
C-02	II	Jr. Ricardo palma frente al lote 1 de la mz- 47	14.9
C-03	II	Jr. Víctor acho intersección con jr. Manuel pardo	11.8
C-04	II	Jr. Víctor acho intersección con jr. Ricardo palma	36.5
C-05	II	Jr. Sgto. lores intersección con jr. progreso	8.7
C-06	II	Jr. Sgto. lores intersección con jr. Manuel prado	10
C-07	II	Jr. Sgto. lores intersección con jr. Ricardo palma	11.1
C-08	II	Jr. lima intersección con jr. malecón	10.9
C-09	I	Jr. lima intersección con jr. progreso	12.9
C-10	II	Jr. lima intersección con jr. Manuel prado	6.5
C-11	II	Jr. lima intersección con jr. Ricardo palma	8.6
C-12	II	Jr. lima intersección con jr. Tarapoto	15.1
C-13	II	Jr. comercio intersección con jr. Manuel prado	19
C-14	II	Jr. comercio intersección con jr. progreso	16.2
C-15	II	Jr. José Olaya intersección con jr. malecón	7.9
C-16	II	Jr. José Olaya intersección con jr. progreso	20.1
C-17	I	Jr. José Olaya intersección con jr. Manuel prado	10.8
C-18	II	Jr. José Olaya intersección con jr. Ricardo palma	19.6
C-19	II	Jr. José Olaya intersección con jr. Tarapoto	17
C-20	II	Jr. Santiago tejada intersección con jr. progreso	9.3
C-21	II	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Manuel prado	11.1
C-22	II	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Ricardo palma	9.1
C-23	I	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Tarapoto	12
C-24	II	Jr. Perú intersección con jr. Ricardo palma	17.8
C-25	II	Jr. Ricardo palma frente al lote 4 de la mz 55	17.3

Fuente: los autores, 2023

**Actividad 2:** Para determinar los límites líquido y plástico se utilizó la normatividad ASTM - D4318, este ensayo fue desarrollado en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – FIC, ubicada en la UNSM – sede Tarapoto, el cual pertenece al Distrito de Morales, los equipos que se utilizó para determinar las estimaciones de límite líquido y plástico fueron:

#### Equipos para la determinación del límite líquido

Aparato o copa de casa grande (Límite líquido), es una cuchara hecha de bronce el cual puede soportar una pequeña masa de 20 gr a 200 gr. Puesta sobre un dispositivo, fijado a una base que puede ser de madera, caucho o plástico rígido.

Acanalador de mango de 1 cm de calibre, el cual sirve para verificar la altura de la caída de la cuchara de casa grande.

Espátula flexible puede ser de 2 cm de ancho y 7 cm de largo.

horno eléctrico industrial de temperatura regulable de 110 °C a 5 °C, Balanza electrónica de precisión (3 decimales).

Placa de vidrio templado de 8 mm de espesor y de 30 cm de largo, agua destilada, recipiente hermético y una probeta de 25 ml de volumen.

### **Equipos para la determinación de límite plástico**

Plato de evaporación este puede ser de porcelana y tiene un diámetro de 12 cm.

Acanalador de mango de 1 cm de calibre, el cual sirve para verificar la altura de la caída de la cuchara de casa grande.

Espátula flexible puede ser de 2 cm de ancho y 7 cm de largo.

horno eléctrico industrial de temperatura regulable de 110 °C a 5 °C, Balanza electrónica de precisión (3 decimales).

Placa de vidrio templado de 8 mm de espesor y de 30 cm de largo o también puede ser de mármol servirá como superficie para amasar la muestra, agua destilada, recipiente hermético y una probeta de 25 ml de volumen.

### **Procedimiento:**

Límite líquido:

En la actualidad se utiliza el equipo creado por A. Casagrande, que es un dispositivo ampliamente utilizado en todo el mundo. Se compone de una copa o cápsula de latón con un extremo articulado que puede subir y bajar mediante el giro de una manivela. La altura de caída de la copa se ajusta para que sea exactamente 1 centímetro y se golpea sobre una base de caucho duro. Además, se debe tener en cuenta la presencia de dos ranuradores: uno tipo Casagrande, que se usa para hacer ranuras en la muestra que se colocará sobre la copa, y otro tipo ASTM, que se usa generalmente para suelos poco plásticos.

Antes de la prueba, el material (suelo) debe pasar la malla N° 40 (0.420 mm). El suelo se amasa y se coloca en la copa, se hace una ranura en el centro. Luego, se gira la manivela y se cuenta el número de golpes que cae la copa sobre la base de caucho hasta que la ranura se cierre en unos 12 mm de longitud. Se analiza el contenido de humedad del suelo alrededor de la ranura.

Se repite la operación tres a cuatro veces añadiendo agua o amasando para que la muestra se deshidrate. No se agrega suelo seco hasta que se hagan dos mediciones de humedad para consistencias correspondientes a menos de 25 golpes y otras dos mediciones para consistencias correspondientes a un número mayor. Los resultados se grafican tomando el número de golpes (NG) en escala logarítmica en abscisas. Después de ordenar el contenido de humedad correspondiente, se obtienen puntos que definen

una línea, que normalmente es una recta. La intersección de esta línea con la vertical correspondiente a 25 golpes da el límite líquido (LL).

Límite plástico:

Se puede determinar el límite de plástico moldeando un trozo de suelo plástico de 20 gramos sobre una placa de vidrio y rodándolo con la mano en cilindros o rollitos de 3 mm a una velocidad de 80 a 90 movimientos por minuto. Los cilindros de suelo se forman y doblan de nuevo, lo que elimina cierta humedad. Esta acción debe repetirse hasta que los cilindros puedan rodarse sin romperse, a un diámetro de alrededor de 3 mm. Después de secarse en un horno y pesar los cilindros de suelo, se determina el contenido de humedad. Este contenido de agua se considera el límite plástico (LP) del suelo ensayado.

**Tabla 12**

*Resultados de límites de Atterberg*

Nº de Calicatas	Tipo de Muestra	Referencia y Ubicación	Límites De Atterberg		
			L.L.	L.P.	IP
			%	%	%
<b>C-01</b>	II	Jr. Ricardo palma frente al cementerio	23.00	12.00	11.00
<b>C-02</b>	II	Jr. Ricardo palma frente al lote 1 de la mz- 47	26.00	17.00	9.00
<b>C-03</b>	II	Jr. Víctor acho intersección con jr. Manuel pardo	26.00	17.00	9.00
<b>C-04</b>	II	Jr. Víctor acho intersección con jr. Ricardo palma	40.00	21.00	19.00
<b>C-05</b>	II	Jr. Sgto. lores intersección con jr. progreso	31.00	17.00	14.00
<b>C-06</b>	II	Jr. Sgto. lores intersección con jr. Manuel prado	30.00	17.00	13.00
<b>C-07</b>	II	Jr. Sgto. lores intersección con jr. Ricardo palma	29.00	18.00	11.00
<b>C-08</b>	II	Jr. lima intersección con jr. malecón	22.00	14.00	8.00
<b>C-09</b>	I	Jr. lima intersección con jr. progreso	28.00	16.00	12.00
<b>C-10</b>	II	Jr. lima intersección con jr. Manuel prado	40.00	20.00	20.00
<b>C-11</b>	II	Jr. lima intersección con jr. Ricardo palma	28.00	16.00	12.00
<b>C-12</b>	II	Jr. lima intersección con jr. Tarapoto	44.00	23.00	21.00
<b>C-13</b>	II	Jr. comercio intersección con jr. Manuel prado	45.00	24.00	24.00
<b>C-14</b>	II	Jr. comercio intersección con jr. progreso	42.00	21.00	21.00
<b>C-15</b>	II	Jr. José Olaya intersección con jr. malecón	23.00	15.00	8.00
<b>C-16</b>	II	Jr. José Olaya intersección con jr. progreso	39.00	21.00	18.00
<b>C-17</b>	I	Jr. José Olaya intersección con jr. Manuel prado	29.00	15.00	14.00
<b>C-18</b>	II	Jr. José Olaya intersección con jr. Ricardo palma	39.00	21.00	18.00
<b>C-19</b>	II	Jr. José Olaya intersección con jr. Tarapoto	39.00	22.00	17.00
<b>C-20</b>	II	Jr. Santiago tejada intersección con jr. progreso	28.00	16.00	12.00
<b>C-21</b>	II	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Manuel prado	40.00	21.00	19.00
<b>C-22</b>	II	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Ricardo palma	30.00	19.00	11.00
<b>C-23</b>	I	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Tarapoto	29.00	15.00	14.00
<b>C-24</b>	II	Jr. Perú intersección con jr. Ricardo palma	31.00	18.00	13.00
<b>C-25</b>	II	Jr. Ricardo palma frente al lote 4 de la Mz 55	40.00	20.00	20.00

Fuente: los autores, 2023

**Actividad 3:** Para determinar la granulometría de la muestra se hizo los ensayos de Análisis Granulométrico por tamizado el cual se realiza bajo la norma ASTM - D422, este ensayo fue desarrollado en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – FIC, ubicada en la UNSM – sede Tarapoto, el cual pertenece al Distrito de Morales, los equipos que se utilizó para determinar análisis granulométrico de las muestras fueron:

Juego de tamices normados desde la malla de 1" hasta la N° 200, balanza electrónica de precisión (3 decimales), balanza electrónica de precisión de 25 kg (2 decimales), horno eléctrico industrial de temperatura regulable de 110 °C a 5 °C, con características de circulación de aire, vibrador mecánico para el zarandeó de la muestra en los tamices, bandeja de metal, recipientes ya sea de plástico o metal y una escobilla con pelos de plástico.

**Procedimiento:**

Primero se trata de homogenizar la muestra en su estado natural y esto se debe hacer cuidadosamente sin romper las partículas individuales, luego a esto se divide en 4 partes o como comúnmente se le conoce como cuarteo el cual reduce la muestra.

Luego se seca el material introduciéndole en el horno a un temperatura de 110 °C, cuando la muestra este totalmente seca, se procede a pesar una cantidad mínima , posterior a ello se procede al remojo de la muestra en un recipiente hasta que las partículas más pequeñas se disuelvan y por último se procede al lavado de la muestra con agua potable y para esto se usa la malla N.º 200, hasta que se observe que está limpio, el material que se retiene en la malla se coloca en un recipiente y se procede a introducirlo en el horno por 24 horas, cuando ya se cumple este tiempo se saca la muestra del horno y se procede al enfriamiento y luego se pesa la muestra, para finalizar se coloca la muestra en los tamices normados y se comienza en el vibrado por un lapso de 10 minutos. Después de haber cesado la vibración se procede a registrar las cantidades de muestra retenidas en cada una de las mallas correspondiente y luego de esto se suma el peso del ensayo y se lo compara con el peso inicial de la muestra, este procedimiento permite observar la perdida de muestra durante el tamizado y luego se procede a calcular el % de muestra en cada uno de los tamices.

Tabla 13

Resultados de análisis granulométrico por tamizado

Análisis granulométrico por tamizado					
Nº de Calicatas	Referencia y Ubicación	Granulometría por tamizaje			
		Malla # 4	Malla #10	Malla # 40	Malla #200
C-01	Jr. Ricardo palma frente al cementerio	83.70%	79.56%	68.97%	50.63%
C-02	Jr. Ricardo palma frente al lote 1 de la Mz- 47	88.52%	84.64%	74.33%	51.73%
C-03	Jr. Víctor acho intersección con jr. Manuel pardo	91.03%	87.35%	80.83%	57.80%
C-04	Jr. Víctor acho intersección con jr. Ricardo palma	99.86%	99.74%	99.28%	89.83%
C-05	Jr. Sgto. lores intersección con jr. progreso	88.37%	87.35%	85.22%	80.83%
C-06	Jr. Sgto. lores intersección con jr. Manuel prado	99.93%	99.88%	99.46%	96.18%
C-07	Jr. Sgto. lores intersección con jr. Ricardo palma	88.20%	87.81%	87.04%	84.05%
C-08	Jr. lima intersección con jr. malecón	97.85%	96.62%	90.59%	43.74%
C-09	Jr. lima intersección con jr. progreso	100.00%	100.00%	99.97%	97.42%
C-10	Jr. lima intersección con jr. Manuel prado	98.69%	97.51%	92.71%	86.04%
C-11	Jr. lima intersección con jr. Ricardo palma	96.13%	95.98%	95.08%	89.36%
C-12	Jr. lima intersección con jr. Tarapoto	97.13%	96.33%	94.20%	81.66%
C-13	Jr. comercio intersección con jr. Manuel prado	81.68%	78.32%	72.26%	58.05%
C-14	Jr. comercio intersección con jr. progreso	85.54%	83.24%	79.14%	73.95%
C-15	Jr. José Olaya intersección con jr. malecón	88.31%	82.06%	72.24%	46.45%
C-16	Jr. José Olaya intersección con jr. progreso	100.00%	99.84%	99.14%	74.23%
C-17	Jr. José Olaya intersección con jr. Manuel prado	95.86%	93.39%	86.67%	51.14%
C-18	Jr. José Olaya intersección con jr. Ricardo palma	99.66%	98.94%	96.35%	64.27%
C-19	Jr. José Olaya intersección con jr. Tarapoto	99.52%	98.62%	95.27%	62.99%
C-20	Jr. Santiago tejada intersección con jr. progreso	89.84%	80.93%	68.83%	52.81%
C-21	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Manuel prado	88.28%	80.35%	72.56%	50.69%
C-22	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Ricardo palma	99.04%	97.66%	86.78%	51.09%
C-23	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Tarapoto	84.37%	74.65%	67.08%	62.25%
C-24	Jr. Perú intersección con jr. Ricardo palma	96.15%	93.26%	85.71%	62.32%
C-25	Jr. Ricardo palma frente al lote 4 de la Mz 55	79.92%	72.04%	63.49%	50.97%

Fuente: los autores, 2023

**Actividad 4:** Para determinar la gravedad específica se hizo los ensayos de Gravedad Específica el cual se realiza bajo la norma ASTM D 854-14, este ensayo fue desarrollado en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – FIC, ubicada en la UNSM – sede Tarapoto, el cual pertenece al distrito de morales, los equipos que se utilizó para determinar la gravedad específica de las muestras fueron:

**Picnómetro:** el picnómetro de agua necesitará un matraz aforado, un matraz de yodo o un matraz tapado con una capacidad de al menos 250 ml. El volumen del picnómetro debe ser de 2 a 3 veces mayor que el volumen de la mezcla suelo-agua utilizada en la porción ensordecadora del ensayo.

El volumen está fijado mecánicamente por el matraz cerrado. El matraz de yodo tapado tiene un cuello de bengala que permite colocar el tapón en ángulo durante el equilibrado térmico y evita que se derrame agua por los lados cuando se instala el tapón. La humectación externa del matraz es perjudicial porque altera el equilibrio térmico. Asegúrese de que el tapón esté correctamente etiquetado para corresponder al matraz cuando

**Procedimiento:**

Masa del picnómetro: verifique que la masa del picnómetro esté dentro de 0,06 g de la masa media calibrada utilizando el mismo balance utilizado para calibrarlo. Si no es así, calibre la masa seca del picnómetro de nuevo. Sé use un matraz de cierre. Determine el contenido de agua de una porción de la muestra. Calcule la gama de masas húmedas de la muestra de gravedad específica utilizando este contenido de agua.

Una muestra debe estar dentro de este rango de muestra. No muestrear para obtener una masa precisa, Coloque aproximadamente 100 mililitros de agua en un recipiente de mezcla o aparato equivalente para dispersar el suelo. Combine en el suelo y mezcle. Normalmente, este equipo necesitará un picnómetro de 500 ml para producir el volumen mínimo de lodo. Verter la mezcla en el picnómetro con un embudo. Enjuague el embudo del picnómetro con agua de lavado/rociado. Secar la muestra a 110–65°C en un horno. Para extraer los terrones del suelo, use un mortero. Si el suelo no se dispersa fácilmente después del secado o si su descomposición ha cambiado.

**Tabla 14***Resultados del ensayo de gravedad específica*

Nº de Calicatas	Tipo de Muestra	Referencia y Ubicación	Gravedad Específica
C-01	II	Jr. Ricardo palma frente al cementerio	NP
C-02	II	Jr. Ricardo palma frente al lote 1 de la mz- 47	NP
C-03	II	Jr. Víctor acho intersección con jr. Manuel pardo	NP
C-04	II	Jr. Víctor acho intersección con jr. Ricardo palma	NP
C-05	II	Jr. Sgto. lores intersección con jr. progreso	NP
C-06	II	Jr. Sgto. lores intersección con jr. Manuel prado	NP
C-07	II	Jr. Sgto. lores intersección con jr. Ricardo palma	NP
C-08	II	Jr. lima intersección con jr. malecón	<b>2.57</b>
C-09	I	Jr. lima intersección con jr. progreso	NP
C-10	II	Jr. lima intersección con jr. Manuel prado	NP
C-11	II	Jr. lima intersección con jr. Ricardo palma	NP
C-12	II	Jr. lima intersección con jr. Tarapoto	NP
C-13	II	Jr. comercio intersección con jr. Manuel prado	<b>2.67</b>
C-14	II	Jr. comercio intersección con jr. progreso	<b>NP</b>
C-15	II	Jr. José Olaya intersección con jr. malecón	<b>2.58</b>
C-16	II	Jr. José Olaya intersección con jr. progreso	<b>2.67</b>
C-17	I	Jr. José Olaya intersección con jr. Manuel prado	-
C-18	II	Jr. José Olaya intersección con jr. Ricardo palma	<b>2.66</b>
C-19	II	Jr. José Olaya intersección con jr. Tarapoto	-
C-20	II	Jr. Santiago tejada intersección con jr. progreso	-
C-21	II	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Manuel prado	-
C-22	II	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Ricardo palma	-
C-23	I	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Tarapoto	-
C-24	II	Jr. Perú intersección con jr. Ricardo palma	-
C-25	II	Jr. Ricardo palma frente al lote 4 de la mz 55	<b>2.66</b>

Fuente: los autores, 2023

**Actividad 5:** Para determinar algunos parámetros que se necesitaran para el cálculo de la capacidad portante del suelo se realizó el ensayo de Triaxial, bajo la normatividad que lo indica el cual es ASTM - D4767 o con la NTP 339.166:2001, este ensayo fue desarrollado en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – FIC, ubicada en la UNSM – sede Tarapoto, el cual pertenece al distrito de morales , los equipos que se utilizó para determinar del ensayo de compresión triaxial (consolidado no drenado), de las muestras fueron :

Equipo de carga axial, este sirve para aplicar la carga de compresión a la muestra o espécimen.

Equipo de medición de la carga axial, este servirá para medir las cargas aplicadas a la muestra o espécimen.

Equipo de mantenimiento y medición de presión en la celda, este aparato sirve para el mantenimiento y medición de la presión en la celda, el cual servirá para controlar y aplicar la carga.

Celda de compresión triaxial, este aparato sirve para colocar el espécimen en forma cilíndrica el cual después de colocar la muestra se sella con tapa y base.

Indicador de deformación, este es un dial que indica la deformación del espécimen en altura.

**Procedimiento:** Ensamble la celda triaxial con el espécimen encerrado en una membrana de caucho, que está sellada a la base y la tapa del espécimen, y luego colocado dentro de la celda. Para garantizar que el pistón de carga axial se alinee correctamente con la tapa del espécimen, levante el pistón en contacto con la tapa varias veces. Cuide de no aplicar al espécimen un esfuerzo desviador que exceda el 0.5% de la resistencia a la compresión estimada durante este proceso. Después de verificar el alineamiento y el asentamiento, el pistón debe fijarse por encima de la tapa del espécimen y mantenerse fijado hasta que se aplique la presión de la celda. Si el peso del pistón es suficiente para aplicar un esfuerzo desviador que exceda del 0.5% de la resistencia a la compresión estimada, el pistón debe fijarse por encima de la tapa del espécimen. Posicione la celda en el dispositivo de carga axial. Durante la prueba, asegúrese de que el dispositivo de carga axial, el equipo de medición de carga axial y la celda triaxial estén bien alineados. Llene la celda hasta un nivel determinado utilizando un líquido de confinamiento después de instalar el dispositivo de medición de presión y mantenimiento. Ajuste la presión de la celda con el dispositivo de medición de presión y luego aplique la presión al fluido de la celda. Si se coloca el dispositivo de medición de carga axial fuera

de la celda triaxial, la presión de la celda ejercerá una fuerza sobre el pistón que reaccionará contra el dispositivo de carga axial. En este caso, comience la prueba colocando el pistón ligeramente sobre la tapa del espécimen. Mida y registre la fricción y el empuje iniciales causados por la presión de la celda antes de que el pistón esté en contacto con la tapa del espécimen. Luego, corrija la carga axial medida o ajuste el dispositivo de medición de carga axial para compensar la fricción y el empuje. Si se coloca el dispositivo de medición de carga axial dentro de la celda, no será necesario corregir o compensar por la fuerza de levantamiento o la fricción del pistón. En ambos casos, es necesario leer el indicador de deformación cuando el pistón toca la tapa del espécimen.

**Tabla 15**

*Resultados de ensayo de compresión triaxial*

Nº de Calicatas	Tipo de Muestra	Referencia y Ubicación	Resultados de ensayo triaxial					
			TRIAxIAL CU			TRIAxIAL CU		
			gn gr/cm3	$\text{AE}$ °	c Kg/cm2	gn gr/cm3	$\text{AE}'$ °	c' Kg/cm2
C-08	II	Jr. lima intersección con jr. malecón	1.93	23.5	0	1.93	31.4	0
C-13	II	Jr. comercio intersección con jr. Manuel prado	1.81	13	0.52	1.81	27.8	0.11
C-15	II	Jr. José Olaya intersección con jr. malecón	1.93	19.5	0.49	1.93	25.1	0.27
C-16	II	Jr. José Olaya intersección con jr. progreso	1.78	21	0.7	1.78	23.2	0.64
C-18	II	Jr. José Olaya intersección con jr. Ricardo palma	1.77	16.4	0.2	1.77	19	0.21
C-25	II	Jr. Ricardo palma frente al lote 4 de la Mz 55	1.73	15.7	0.05	1.73	24.1	0.11

Fuente: los autores, 2023

### 3.3.3 Objetivo específico 3: Determinar la clasificación de los suelos del Distrito de Caynarachi.

**Actividad 1:** La clasificación de los suelos se realizó utilizando los datos adquiridos de los ensayos de límite líquido y plástico y de análisis granulométrico, para determinar el tipo de suelo y su clase se utilizó el método SUCS, en este método se utiliza la carta de plasticidad, y también se clasificó con el método AASHTO, para este método se requiere datos del tamaño de las partículas y el índice de plasticidad para luego identificarlos según la simbología de sus grupos. Se utilizó la norma ASTM - D2487,

### 3.3.4 Objetivo específico 4: Realizar el perfil estratigráfico de los suelos del Distrito de Caynarachi.

Actividad 1: se realizó el perfil estratigráfico de suelos de cada calicata, por observación directa y medición de los estratos y la cantidad de las misma.



**Procedimiento:**

En cada calicata se procedió a medir con wincha la altura de cada estrato y esto se diferencia por el color del suelo u otros factores del mismo.

**3.3.5 Objetivo específico 5: Determinar los diferentes valores de capacidad portante del suelo del Distrito de Caynarachi.**

Actividad 1: Para determinar la capacidad portante del suelo se debe tener datos del ensayo triaxial y se utilizó el método de Terzaghi.

**Procedimiento:**

Para el cálculo la capacidad portante de un suelo se utiliza valores de factores tales como el ancho de la cimentación, cohesión del suelo, Angulo de fricción interna, peso específico y profundidad de desplante, carga, capacidad de soporte, para determinar la capacidad portante utilizamos como referencia una cimentación cuadrada de 1.20 metros de longitud.

**Calicata N° 8**

Datos:

$B = 1.20 \text{ m}$  : Ancho de la cimentación

$D_f = 1.50 \text{ m}$  : Profundidad de cimentación

$C = 0.00 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  : Cohesión del suelo

$\gamma = 1.93 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$  : Peso específico del suelo

$\phi = 23.50^\circ$  : Angulo de Cohesión

$q = \gamma * D_f = ( 1.93 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} ) * (150 \text{ cm}) = 289.5 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2}$

Factores de carga:

**Tabla 16***Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi*

$\phi$	$N'_c$	$N'_q$	$N'_\gamma$	$\phi$	$N'_c$	$N'_q$	$N'_\gamma$
0.00	5.70	1.00	0.00	26.00	27.09	14.21	9.84
1.00	6.00	1.10	0.01	27.00	29.24	15.90	11.60
2.00	6.30	1.22	0.04	28.00	31.61	17.81	13.70
3.00	6.60	1.35	0.06	29.00	34.24	19.98	16.18
4.00	6.97	1.49	0.10	30.00	37.16	22.46	19.13
5.00	7.34	1.64	0.14	31.00	40.41	25.28	22.65
6.00	7.73	1.81	0.20	32.00	44.04	28.52	26.87
7.00	8.15	2.00	0.27	33.00	48.09	32.23	31.94
8.00	8.60	2.21	0.35	34.00	52.64	36.50	38.04
9.00	9.09	2.44	0.44	35.00	57.75	41.44	45.41
10.00	9.61	2.69	0.56	36.00	63.53	47.16	54.36
11.00	10.16	2.98	0.69	37.00	70.01	53.80	65.27
12.00	10.76	3.29	0.85	38.00	77.50	61.55	78.61
13.00	11.41	3.63	1.04	39.00	85.97	70.61	95.03
14.00	12.11	4.02	1.26	40.00	95.66	81.27	115.31
15.00	12.86	4.45	1.52	41.00	106.81	93.85	140.51
16.00	13.68	4.92	1.82	42.00	119.67	108.75	171.99
17.00	14.60	5.45	2.18	43.00	134.58	126.50	211.56
18.00	15.12	6.04	2.59	44.00	151.95	147.74	261.60
19.00	16.56	6.70	3.07	45.00	172.28	173.28	325.34
20.00	17.69	7.44	3.64	46.00	196.22	204.19	407.11
21.00	18.92	8.26	4.31	47.00	224.55	241.80	512.84
22.00	20.27	9.19	5.09	48.00	258.28	287.85	650.67
23.00	21.75	10.23	6.00	49.00	298.71	344.63	831.99
24.00	23.36	11.40	7.08	50.00	347.50	415.14	1072.80
25.00	25.13	12.72	8.34				

Fuente: Braja (2012), adaptado por los autores (2023)

En el caso que el Angulo de fricción interna del suelo no sea un numero previsto en la tabla anterior, se procederá a interpolar entre los números que se aproximan y así obtener el valor de cada uno de los factores, y se obtendrá los siguientes valores.

Interpolación de  $N'_c$ 

23.00            21,75

23.50            x

24.00            23.36

X=22.555

Interpolación de  $N'_q$ 

23.00            10.23

23.50            x

24.00            11.40

X= 10.815

Interpolación de  $N'_\gamma$

23.00            6.00

23.50            x

24.00            7.08

X= 6.54

Los valores de la interpolación son:

$$N'_c = 22.555$$

$$N'_q = 10.815$$

$$N'_\gamma = 6.54$$

$F = 3$ ; factor de seguridad, para un suelo arenoso es el valor de 3

### Cálculo de la capacidad de carga ultima según Terzaghi

la capacidad de carga ultima para una cimentación cuadrada, se puede expresar en la siguiente ecuación.

$$q_u = 0.867 * C * N'_c + q * N'_q + 0.4 * \gamma * B * N'_\gamma \quad \text{ecuación 3.3.5}$$

Fuente: (Braja Das, p. 139)

Reemplazando los valores en la ecuación N° 3.3.5, se obtiene

$$q_u = 0.867 * \left(0.00 \frac{kg}{cm^2}\right) * (22.555) + (289.5 \frac{gr}{cm^2}) * (10.815) + 0.4 * (1.93 \frac{gr}{cm^3}) * (120 \text{ cm}) * (6.54)$$

$$q_u = 3736.8081 \frac{gr}{cm^2}$$

$$q_{permisible} = \frac{q_u}{F} = \frac{3736.8081}{3} \frac{gr}{cm^2}$$

$$q_{permisible} = 1245.60 \frac{gr}{cm^2}$$

$$q_{permisible} = 1.25 \frac{kg}{cm^2}$$

**Calicata N° 13**

Datos:

$B = 1.20 \text{ m}$  : Ancho de la cimentación

$D_f = 1.50 \text{ m}$  : Profundidad de cimentación

$C = 0.52 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  : Cohesión del suelo

$\gamma = 1.81 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$  : Peso específico del suelo

$\phi = 13^\circ$  : Angulo de Cohesión

$$q = \gamma * D_f = \left( 1.81 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right) * (150 \text{ cm}) = 271.5 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2}$$

Factores de carga:

En este caso el valor del Angulo de fricción interna es entero, por lo tanto, se trabajará con la tabla N.º 17, para obtener los valores de capacidad de carga.

Los valores son:

$$N'_c = 11.41$$

$$N'_q = 3.63$$

$$N'_\gamma = 1.04$$

$F = 3$ ; factor de seguridad, para un suelo arenoso es el valor de 3

**Cálculo de la capacidad de carga ultima según Terzaghi**

La ecuación según Terzaghi (1943), la capacidad de carga ultima para una cimentación cuadrada, se puede expresar en la siguiente ecuación.

$$q_u = 0.867 * C * N'_c + q * N'_q + 0.4 * \gamma * B * N'_\gamma$$

Fuente: (Braja Das, p.139)

Reemplazando los valores en la ecuación N.º 3.3.5, se obtiene

$$q_u = 0.867 * \left( 520 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2} \right) * (11.41) + \left( 271.5 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2} \right) * (3.63) + 0.4 * \left( 1.81 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right) * (120 \text{ cm}) * (1.04)$$

$$q_u = 6219.985 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2}$$

$$q_{permisible} = \frac{q_u}{F} = \frac{6219.985}{3} \frac{gr}{cm^2}$$

$$q_{permisible} = 2073.33 \frac{gr}{cm^2}$$

$$q_{permisible} = 2.07 \frac{kg}{cm^2}$$

### Calicata N.º 15

Datos:

$B = 1.20$  m : Ancho de la cimentación

$D_f = 1.50$  m : Profundidad de cimentación

$C = 0.49 \frac{kg}{cm^2}$  : Cohesión del suelo

$\gamma = 1.93 \frac{gr}{cm^3}$  : Peso específico del suelo

$\phi = 19.50^\circ$  : Angulo de Cohesión

$$q = \gamma * D_f = ( 1.93 \frac{gr}{cm^3} ) * (150 \text{ cm}) = 289.5 \frac{gr}{cm^2}$$

Factores de carga:

En el caso que el Angulo de fricción interna del suelo no sea un numero previsto en la tabla 17, se procederá a interpolar entre los números que se aproximan y así obtener el valor de cada uno de los factores, y se obtendrá los siguientes valores.

Interpolación de  $N'_c$

19.00            16.56

19.50            x

20.00            17.69

X=17.125

Interpolación de  $N'_q$

19.00            6.7

19.50            x

20.00            7.44

X= 7.07

Interpolación de  $N'_\gamma$

19.00            3.07

19.50            x

20.00            3.64

X= 3.355

Los valores de la interpolación son:

$$N'_c = 17.125$$

$$N'_q = 7.07$$

$$N'_\gamma = 3.355$$

$F = 3$ ; factor de seguridad, para un suelo arenoso es el valor de 3

### **Cálculo de la capacidad de carga ultima según Terzaghi**

La ecuación según Terzaghi (1943), la capacidad de carga ultima para una cimentación cuadrada, se puede expresar en la siguiente ecuación.

$$q_u = 0.867 * C * N'_c + q * N'_q + 0.4 * \gamma * B * N'_\gamma$$

Fuente: (Braja Das, p. 139)

Reemplazando los valores en la ecuación N.º 3.3.5, se obtiene:

$$q_u = 0.867 * \left(0.49 \frac{kg}{cm^2}\right) * (17.125) + (289.5 \frac{gr}{cm^2}) * (7.07) + 0.4 * \left(1.93 \frac{gr}{cm^3}\right) * (120 cm) * (3.355)$$

$$q_u = 2364.85 \frac{gr}{cm^2}$$

$$q_{permisible} = \frac{q_u}{F} = \frac{2364.85}{3} \frac{gr}{cm^2}$$

$$q_{permisible} = 788.282 \frac{gr}{cm^2}$$

$$q_{permisible} = 0.79 \frac{kg}{cm^2}$$

### **Calicata N.º 16**

Datos:

$B = 1.20 m$  : Ancho de la cimentación

$D_f = 1.50 \text{ m}$  : Profundidad de cimentación

$C = 0.70 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  : Cohesión del suelo

$\gamma = 1.78 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$  : Peso específico del suelo

$\phi = 21^\circ$  : Angulo de Cohesión

$$q = \gamma * D_f = ( 1.78 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} ) * (150 \text{ cm}) = 267 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2}$$

Factores de carga:

En este caso el valor del Angulo de fricción interna es entero, por lo tanto, se trabajará con la tabla N.º 17 para obtener los valores de capacidad de carga.

Los valores son:

$$N'_c = 18.92$$

$$N'_q = 8.26$$

$$N'_\gamma = 4.31$$

$F = 3$ ; factor de seguridad, para un suelo arenoso es el valor de 3

### **Cálculo de la capacidad de carga ultima según Terzaghi**

La ecuación según Terzaghi (1943), la capacidad de carga ultima para una cimentación cuadrada, se puede expresar en la siguiente ecuación.

$$q_u = 0.867 * C * N'_c + q * N'_q + 0.4 * \gamma * B * N'_\gamma$$

*Fuente: (Braja Das, p. 139)*

Reemplazando los valores en la ecuación N.º 3.3.5, se obtiene

$$q_u = 0.867 * \left( 700 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2} \right) * (18.92) + (267 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2}) * (8.26) + 0.4 * (1.78 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}) * (120 \text{ cm}) * (4.31)$$

$$q_u = 14056.21 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2}$$

$$q_{\text{permisible}} = \frac{q_u}{F} = \frac{14056.21}{3} \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2}$$

$$q_{\text{permisible}} = 4685.40 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2}$$

$$q_{\text{permisible}} = 4.69 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

**Calicata N.º 18**

Datos:

 $B = 1.20 \text{ m}$  : Ancho de la cimentación $D_f = 1.50 \text{ m}$  : Profundidad de cimentación $C = 0.20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  : Cohesión del suelo $\gamma = 1.77 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$  : Peso específico del suelo $\phi = 16.40^\circ$  : Angulo de Cohesión

$$q = \gamma * D_f = ( 1.77 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} ) * (150 \text{ cm}) = 265.5 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2}$$

Factores de carga:

En el caso que el Angulo de fricción interna del suelo no sea un numero previsto en la tabla N.º 17, se procederá a interpolar entre los números que se aproximan y así obtener el valor de cada uno de los factores, y se obtendrá los siguientes valores.

Interpolación de  $N'_c$ 

16.00          13.68

16.40          x

17.00          14.60

X=14.048

Interpolación de  $N'_q$ 

16.00          4.92

16.40          x

17.00          5.45

X= 5.132

Interpolación de  $N'_\gamma$ 

16.00          1.82

16.40          x

17.00          2.18



$$X = 1.964$$

Los valores de la interpolación son:

$$N'_c = 14.048$$

$$N'_q = 5.132$$

$$N'_\gamma = 1.964$$

$F = 3$ ; factor de seguridad, para un suelo arenoso es el valor de 3

### **Cálculo de la capacidad de carga ultima según Terzaghi**

La ecuación según Terzaghi (1943), la capacidad de carga ultima para una cimentación cuadrada, se puede expresar en la siguiente ecuación.

$$q_u = 0.867 * C * N'_c + q * N'_q + 0.4 * \gamma * B * N'_\gamma$$

Fuente: (Braja Das, p. 139)

Reemplazando los valores en la ecuación N.º 3.3.5, se obtiene

$$q_u = 0.867 * \left(200 \frac{gr}{cm^2}\right) * (14.048) + (265.5 \frac{gr}{cm^2}) * (5.132) + 0.4 * (1.77 \frac{gr}{cm^3}) * (120 \text{ cm}) * (1.964)$$

$$q_u = 3965.33 \frac{gr}{cm^2}$$

$$q_{permisible} = \frac{q_u}{F} = \frac{2364.853965.33}{3} \frac{gr}{cm^2}$$

$$q_{permisible} = 1321.78 \frac{gr}{cm^2}$$

$$q_{permisible} = 1.32 \frac{kg}{cm^2}$$

### **Calicata N° 25**

Datos:

$B = 1.20 \text{ m}$  : Ancho de la base de la cimentación

$D_f = 1.50 \text{ m}$  : Profundidad de cimentación

$C = 0.05 \frac{kg}{cm^2}$  : Cohesión

$\gamma = 1.73 \frac{gr}{cm^3}$  : Peso específico

$\phi = 15.70^\circ$  : Angulo de Cohesión

$$q = \gamma * D_f = ( 1.73 \frac{gr}{cm^3} ) * (150 \text{ cm}) = 259.5 \frac{gr}{cm^2}$$

Factores de carga:

En el caso que el Angulo de fricción interna del suelo no sea un numero previsto en la tabla N.º 17, se procederá a interpolar entre los números que se aproximan y así obtener el valor de cada uno de los factores, y se obtendrá los siguientes valores.

Interpolación de  $N'_c$

15.00	12.86
15.70	x
16.00	13.68

$$X = 13.434$$

Interpolación de  $N'_q$

15.00	4.45
15.70	x
16.00	4.92

$$X = 4.779$$

Interpolación de  $N'_\gamma$

15.00	1.52
15.70	x
16.00	1.82

$$X = 1.73$$

Los valores de la interpolación son:

$$N'_c = 13.434$$

$$N'_q = 4.779$$

$$N'_\gamma = 1.73$$

$F = 3$ ; factor de seguridad, para un suelo arenoso es el valor de 3

### Cálculo de la capacidad de carga ultima según Terzaghi

La ecuación según Terzaghi (1943), la capacidad de carga ultima para una cimentación cuadrada, se puede expresar en la siguiente ecuación.

$$q_u = 0.867 * C * N'_c + q * N'_q + 0.4 * \gamma * B * N'_\gamma$$

Fuente: (Braja Das, p. 139)

Reemplazando los valores en la ecuación N.º 3.3.5, se obtiene

$$q_u = 0.867 * \left(50 \frac{gr}{cm^2}\right) * (13.434) + (259.5 \frac{gr}{cm^2}) * (4.779) + 0.4 * (1.73 \frac{gr}{cm^3}) * (120 \text{ cm}) * (1.73)$$

$$q_u = 1966.17 \frac{gr}{cm^2}$$

$$q_{permisible} = \frac{q_u}{F} = \frac{1966.17}{3} \frac{gr}{cm^2}$$

$$q_{permisible} = 655.39 \frac{gr}{cm^2}$$

$$q_{permisible} = 0.66 \frac{kg}{cm^2}$$

### 3.3.6 Objetivo específico 6: Elaborar la Zonificación de la capacidad portante de los suelos del Distrito de Caynarachi.

Actividad 1: Para elaborar la zonificación del suelo se utilizará los resultados de capacidad portante de los suelos que corresponde a los suelos del Distrito de Caynarachi

#### Procedimientos:

Se elaborará planos de zonificación de la capacidad portante de los suelos del centro poblado El Pongo de Caynarachi del Distrito de Caynarachi perteneciente a la provincia de Ica y región San Martín, para esto se requerirá plano catastral brindado por la Municipalidad distrital de Caynarachi, Y se adaptará de acuerdo a la necesidad, nos apoyaremos con el programa de dibujo AutoCAD versión 2019.

#### Diseño de la investigación

#### Tipo y nivel de investigación

#### Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicado:

Se encarga de describir la población, circunstancia o fenómeno al que se enfoca su estudio. Intenta proporcionar información sobre qué, cómo, cuándo y dónde se relaciona con el problema de investigación.

### **Nivel de investigación**

El nivel de investigación es explicativo:

Morales (2012), manifiesta que el nivel explicativo busca las causas o hechos de la relación causa-efecto.

### **Población y muestra**

#### **Población**

Según Wigodski (2017), define como El conjunto completo de sujetos, personas y materiales que comparten características y son observados en un lugar y tiempo determinado.

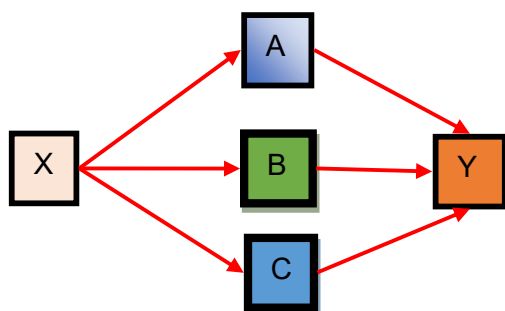
Corresponde al CC. PP, El Pongo de Caynarachi del Distrito de Caynarachi perteneciente a la provincia de lamas y región San Martín.

#### **Muestra**

Según López (2016), lo considera a la muestra como el subconjunto del conjunto general del cual se desarrolla la presente investigación.

Corresponde a los suelos del centro poblado El Pongo de Caynarachi del Distrito de Caynarachi perteneciente a la provincia de Lamas y región San Martín.

### **Diseño analítico, muestral y experimental**



X: Suelos del Distrito de Caynarachi perteneciente a la provincia de lamas y región San Martín.

A: Exploración de suelos (calicatas).

B: Diferentes ensayos de laboratorio.

C: Determinación de la capacidad portante de los suelos del centro poblado El Pongo de Caynarachi del Distrito de Caynarachi perteneciente a la provincia de Ica y región San Martín.

Y: Zonificación de la capacidad portante de los suelos del Distrito de Caynarachi perteneciente a la provincia de Ica y región San Martín.

**Tabla 17**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Aplicación</b>
Recolección de datos por observación directa	Cuaderno de anotaciones, GPS, wincha	Ubicación de calicatas Perfil estratigráfico
Norma ASTM-D2216	Instrumentos de laboratorio	Ensayo de contenido de humedad
Norma ASTM-D422	Instrumentos de laboratorio	Ensayo de granulometría
Norma ASTM-D4318	Instrumentos de laboratorio	Ensayo de límite líquido
Norma ASTM-D4318	Instrumentos de laboratorio	Ensayo de límite plástico
Norma ASTM-D854-14	Instrumentos de laboratorio	Gravedad específica
Norma ASTM-D4767	Instrumentos de laboratorio	Ensayo triaxial
Norma ASTM-D2487	Método SUCS y AASHTO	Clasificación de los suelos
Método de Terzaghi	Hojas de cálculo	Capacidad portante
Zonificación del suelo	AutoCAD 2019	Zonificación de los suelos

Fuente: Propia del estudio, 2023

### **Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Se recopiló la información en campo tales como: localización, coordenadas y referencia de las calicatas, luego se extrajeron las muestras y se envió inmediatamente al laboratorio.

Se analizaron las muestras en el laboratorio realizando los diferentes ensayos y respetando la normativa que rige sobre ellos, esta información recopilada se procesó en hojas de cálculo de Excel.

## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados del objetivo específico 1: Determinar la cantidad y la ubicación de las calicatas, para su exploración y extracción de muestras de suelo del Distrito de Caynarachi.

**Descripción:** se determinó la cantidad de 25 calicatas necesarias para el estudio y se identificó la profundidad de la muestra y las coordenadas de la ubicación de las calicatas.

**Tabla 18**

*Ubicación de calicatas y profundidad de muestreo*

Nº de Calicata	Referencia y ubicación	Tipo de Muestra	Profundidad de la muestra	Coordenadas wgs84	
				Este	Norte
C-1	Jr. Ricardo palma frente al cementerio	II	0.20-3.00 m	357755	9299735
C-2	Jr. Ricardo palma frente al lote 1 de la mz- 47	II	0.20-3.00 m	357806	9299820
C-3	Jr. Víctor acho intersección con jr. Manuel pardo	II	0.20-3.00 m	357824	9299963
C-4	Jr. Víctor acho intersección con jr. Ricardo palma	II	0.20-3.00 m	357858	9299927
C-5	Jr. Sgto. lores intersección con jr. progreso	II	0.20-3.00 m	357838	9300050
C-6	Jr. Sgto. lores intersección con jr. Manuel prado	II	0.20-3.00 m	357875	9299997
C-7	Jr. Sgto. lores intersección con jr. Ricardo palma	II	0.20-3.00 m	357904	9299958
C-8	Jr. lima intersección con jr. malecón	II	0.20-3.00 m	357871	9300125
C-9	Jr. lima intersección con jr. progreso	I	0.20-3.00 m	357899	9300085
C-10	Jr. lima intersección con jr. Manuel prado	II	0.20-3.00 m	357934	9300035
C-11	Jr. lima intersección con jr. Ricardo palma	II	0.20-3.00 m	357962	9299994
C-12	Jr. lima intersección con jr. Tarapoto	II	0.20-3.00 m	358013	9299922
C-13	Jr. comercio intersección con jr. Manuel prado	II	0.20-3.00 m	357985	9300070
C-14	Jr. comercio intersección con jr. progreso	II	0.20-3.00 m	357949	9300121
C-15	Jr. José Olaya intersección con jr. malecón	II	0.20-3.00 m	358015	9300232
C-16	Jr. José Olaya intersección con jr. progreso	II	0.20-3.00 m	358044	9300178
C-17	Jr. José Olaya intersección con jr. Manuel prado	I	0.20-3.00 m	358073	9300125
C-18	Jr. José Olaya intersección con jr. Ricardo palma	II	0.20-3.00 m	358097	9300081

C-19	Jr. José Olaya intersección con jr. Tarapoto	II	0.20-3.00 m	358135	9300014
C-20	Jr. Santiago tejada intersección con jr. progreso	II	0.20-3.00 m	358121	9300230
C-21	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Manuel prado	II	0.20-3.00 m	358150	9300176
C-22	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Ricardo palma	II	0.20-3.00 m	358180	9300127
C-23	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Tarapoto	I	0.20-3.00 m	358227	9300054
C-24	Jr. Perú intersección con jr. Ricardo palma	II	0.20-3.00 m	358273	9300136
C-25	Jr. Ricardo palma frente al lote 4 de la MZ 55	II	0.20-3.00 m	358385	9300126

Fuente: elaboración propia (2023)

### **Discusión:**

Se realizó la exploración de los suelos de la zona de estudio que fue el Distrito de Caynarachi, para ellos se ubicó y procedió a realizar las excavaciones de las 25 calicatas como se muestran en la tabla anterior, se ubicó en las intersecciones de las calles con mayor presencia de viviendas en la zona, y la profundidad de excavación de las calicatas fue de 3.00 metros

#### 4.2. Resultados del objetivo específico 2: Determinar las características físicas del suelo del Distrito de Caynarachi.

**Descripción:** se determinó las características de los suelos del Distrito de Caynarachi.

**Tabla 19**

*Resumen de resultados de propiedades físicas*

Nº de Calicata	Muestra	Propiedades Índice							Humedad Natural %	Gravedad Especifica Gs	Propiedades de Resistencia Triaxial CU			Clasificación		
		Granulometría				Límites de Atterberg					gn gr/cm3	°	c Kg/cm2	SUCS	AASHTO	
		MALLA # 4	MALLA #10	MALLA # 40	MALLA #200	L.L %	L.P. %	IP %								
<b>C-01</b>	II	83.70%	79.56%	68.97%	50.63%	23	12	11	14.4	-	-	-	-	CL	A-6(3)	
<b>C-02</b>	II	88.52%	84.64%	74.33%	51.73%	26	17	9	14.9	-	-	-	-	CL	A-4(3)	
<b>C-03</b>	II	91.03%	87.35%	80.83%	57.80%	26	17	9	11.8	-	-	-	-	CL	A-4(4)	
<b>C-04</b>	II	99.86%	99.74%	99.28%	89.83%	40	21	19	36.5	-	-	-	-	CL	A-6(12)	
<b>C-05</b>	II	88.37%	87.35%	85.22%	80.83%	31	17	14	8.7	-	-	-	-	CL	A-6(10)	
<b>C-06</b>	II	99.93%	99.88%	99.46%	96.18%	30	17	13	10	-	-	-	-	CL	A-6(9)	
<b>C-07</b>	II	88.20%	87.81%	87.04%	84.05%	29	18	11	11.1	-	-	-	-	CL	A-6(9)	
<b>C-08</b>	II	97.85%	96.62%	90.59%	43.74%	22	14	8	10.9	<b>2.57</b>	<b>1.93</b>	<b>23.5</b>	<b>0</b>	SC	A-4(1)	
<b>C-09</b>	I	100.00%	100.00%	99.97%	97.42%	28	16	12	12.9	-	-	-	-	CL	A-6(9)	
<b>C-10</b>	II	98.69%	97.51%	92.71%	86.04%	40	20	20	6.5	-	-	-	-	CL	A-6(12)	
<b>C-11</b>	II	96.13%	95.98%	95.08%	89.36%	28	16	12	8.6	-	-	-	-	CL	A-6(9)	
<b>C-12</b>	II	97.13%	96.33%	94.20%	81.66%	44	23	21	15.1	-	-	-	-	CL	A-7-6(13)	
<b>C-13</b>	II	81.68%	78.32%	72.26%	58.05%	45	24	24	19	<b>2.67</b>	<b>1.81</b>	<b>13</b>	<b>0.52</b>	CL	A-7-6(8)	
<b>C-14</b>	II	85.54%	83.24%	79.14%	73.95%	42	21	21	16.2	-	-	-	-	CL	A-7-6(12)	
<b>C-15</b>	II	88.31%	82.06%	72.24%	46.45%	23	15	8	7.9	<b>2.58</b>	<b>1.93</b>	<b>19.5</b>	<b>0.49</b>	SC	A-6(3)	
<b>C-16</b>	II	100.00%	99.84%	99.14%	74.23%	39	21	18	20.1	<b>2.67</b>	<b>1.78</b>	<b>21</b>	<b>0.7</b>	CL	A-6(10)	
<b>C-17</b>	I	95.86%	93.39%	86.67%	51.14%	29	15	14	10.8	-	-	-	-	CL	A-6(4)	
<b>C-18</b>	II	99.66%	98.94%	96.35%	64.27%	39	21	18	19.6	<b>2.66</b>	<b>1.77</b>	<b>16.4</b>	<b>0.2</b>	CL	A-6(8)	
<b>C-19</b>	II	99.52%	98.62%	95.27%	62.99%	39	22	17	17	-	-	-	-	CL	A-6(8)	
<b>C-20</b>	II	89.84%	80.93%	68.83%	52.81%	28	16	12	9.3	-	-	-	-	CL	A-6(3)	
<b>C-21</b>	II	88.28%	80.35%	72.56%	50.69%	40	21	19	11.1	-	-	-	-	CL	A-6(5)	
<b>C-22</b>	II	99.04%	97.66%	86.78%	51.09%	30	19	11	9.1	-	-	-	-	CL	A-6(3)	
<b>C-23</b>	I	84.37%	74.65%	67.08%	62.25%	29	15	14	12	-	-	-	-	CL	A-6(6)	
<b>C-24</b>	II	96.15%	93.26%	85.71%	62.32%	31	18	13	17.8	-	-	-	-	CL	A-6(6)	
<b>C-25</b>	II	79.92%	72.04%	63.49%	50.97%	40	20	20	17.3	<b>2.66</b>	<b>1.73</b>	<b>15.7</b>	<b>0.05</b>	CL	A-6(6)	

Fuente: elaboración propia (2023)



**Discusión:** Se determinó las características físicas de los suelos, para lo cual se realizó los ensayos de granulometría, límite líquido y límite plástico, humedad natural, gravedad específica, y la clasificación de los mismos y por último se realizó el ensayo triaxial a los especímenes de las calicatas C-08, C-13, C-15, C16, C-18 Y C-25, y así obtener los parámetros que servirán para el cálculo de capacidad admisible.

#### 4.3. Resultados del objetivo específico 3: Determinar la clasificación de los suelos del Distrito de Caynarachi.

**Descripción:** Se realizó la clasificación de los suelos tanto con el método SUCS y AASHTO.

Tabla 20

Resultados de clasificación del suelo

RESULTADOS DE CALASIFICACION DE LOS SUELOS				
Nº de Calicatas	Tipo de Muestra	Referencia y Ubicación	SUCS	AASHTO
C-01	II	Jr. Ricardo palma frente al cementerio	CL	A-6(3)
C-02	II	Jr. Ricardo palma frente al lote 1 de la mz- 47	CL	A-4(3)
C-03	II	Jr. Víctor acho intersección con jr. Manuel pardo	CL	A-4(4)
C-04	II	Jr. Víctor acho intersección con jr. Ricardo palma	CL	A-6(12)
C-05	II	Jr. Sgto. lores intersección con jr. progreso	CL	A-6(10)
C-06	II	Jr. Sgto. lores intersección con jr. Manuel prado	CL	A-6(9)
C-07	II	Jr. Sgto. lores intersección con jr. Ricardo palma	CL	A-6(9)
C-08	II	Jr. lima intersección con jr. malecón	SC	A-4(1)
C-09	I	Jr. lima intersección con jr. progreso	CL	A-6(9)
C-10	II	Jr. lima intersección con jr. Manuel prado	CL	A-6(12)
C-11	II	Jr. lima intersección con jr. Ricardo palma	CL	A-6(9)
C-12	II	Jr. lima intersección con jr. Tarapoto	CL	A-7-6(13)
C-13	II	Jr. comercio intersección con jr. Manuel prado	CL	A-7-6(8)
C-14	II	Jr. comercio intersección con jr. progreso	CL	A-7-6(12)
C-15	II	Jr. José Olaya intersección con jr. malecón	SC	A-6(3)
C-16	II	Jr. José Olaya intersección con jr. progreso	CL	A-6(10)
C-17	I	Jr. José Olaya intersección con jr. Manuel prado	CL	A-6(4)
C-18	II	Jr. José Olaya intersección con jr. Ricardo palma	CL	A-6(8)
C-19	II	Jr. José Olaya intersección con jr. Tarapoto	CL	A-6(8)
C-20	II	Jr. Santiago tejada intersección con jr. progreso	CL	A-6(3)
C-21	II	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Manuel prado	CL	A-6(5)
C-22	II	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Ricardo palma	CL	A-6(3)
C-23	I	Jr. Santiago tejada intersección con jr. Tarapoto	CL	A-6(6)
C-24	II	Jr. Perú intersección con jr. Ricardo palma	CL	A-6(6)
C-25	II	Jr. Ricardo palma frente al lote 4 de la mz 55	CL	A-6(6)

Fuente: elaboración propia (2023)

**Discusión:**

Se clasifico cada uno de las muestras de suelos de las calicatas exploradas, se hizo mediante tablas, el sistema de unificado de clasificación de suelos (SUCS), y el sistema AASHTO.

**4.4. Resultados del objetivo específico 4: Realizar el perfil estratigráfico de los suelos del Distrito de Caynarachi.**

**Descripción:** Se realizó la estratigrafía de cada una de las calicatas realizadas durante el desarrollo de la presente investigación:

En el siguiente link esta todo el contenido de los perfiles estratigráficos de las calicatas desde la N° 1 hasta la N° 25

[https://drive.google.com/drive/folders/1z6esR0F1qKjNGu8ywE04b\\_WKCM2dGQy](https://drive.google.com/drive/folders/1z6esR0F1qKjNGu8ywE04b_WKCM2dGQy)

**Discusión:** Se realizo las medidas de cada uno de los estratos de las 25 calicatas, mediante el registro de excavación.

#### 4.5. Resultados del objetivo específico 5: Determinar los diferentes valores de capacidad portante del suelo del Distrito de Caynarachi.

**Descripción:** Se calculó las capacidades portantes de los suelos del Distrito de Caynarachi, utilizando el método de Terzagui.

**Tabla 21**

*Resultados de capacidad portante*

Nº de calicata	Referencia	Profundidad de la muestra (m)	Datos de ingreso									Resultado capacidad admisible kg/cm <sup>2</sup>
			Ensayo Triaxial			Ancho de cimentación B (m)	profundidad de desplante Df (m)	Factores de capacidad de carga			factor de seguridad (F)	
			$\gamma_n \left(\frac{gr}{cm^3}\right)$	$\phi$	C			$N'_c$	$N'_q$	$N'_\gamma$		
C-08	Jr. lima intersección con jr. malecón	0.20-3.00 m	1.930	23.500	0.000	1.200	1.500	22.555	10.815	6.540	3.000	1.250
C-13	Jr. comercio intersección con jr. Manuel prado	0.20-3.00 m	1.810	13.000	0.520	1.200	1.500	11.410	3.630	1.040	3.000	2.070
C-15	Jr. José Olaya intersección con jr. malecón	0.20-3.00 m	1.930	19.500	0.490	1.200	1.500	17.125	7.070	3.355	3.000	0.790
C-16	Jr. José Olaya intersección con jr. progreso	0.20-3.00 m	1.780	21.000	0.700	1.200	1.500	18.920	8.260	4.310	3.000	4.690
C-18	Jr. José Olaya intersección con jr. Ricardo palma	0.20-3.00 m	1.770	16.400	0.200	1.200	1.500	14.048	5.132	1.964	3.000	1.320
C-25	Jr. Ricardo palma frente al lote 4 de la mz 55	0.20-3.00 m	1.730	15.700	0.050	1.200	1.500	13.434	4.779	1.730	3.000	0.660

Fuente: elaboración propia (2023)

**Discusión:** Se calculo la capacidad portante de las calicatas C-08, C-13, C-15, C-16, C-18 y por último C-25, para ello se utilizó el método de Terzagui para cimentaciones que presentan el modo por falla local y el mayor valor calculado fue el de la calicata C-16 obtuvo un valor de 4.69 kg/cm<sup>2</sup> y el menor valor fue el de la Calicata C-25, con un valor obtenido de 0.66 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.2 Resultados del objetivo específico 6: Elaborar la Zonificación de la capacidad portante de los suelos del Distrito de Caynarachi.

**Descripción:** Se realizo la elaboración de la zonificación de los suelos del Distrito de Caynarachi.

Zonificación del suelo según sus características de clasificación

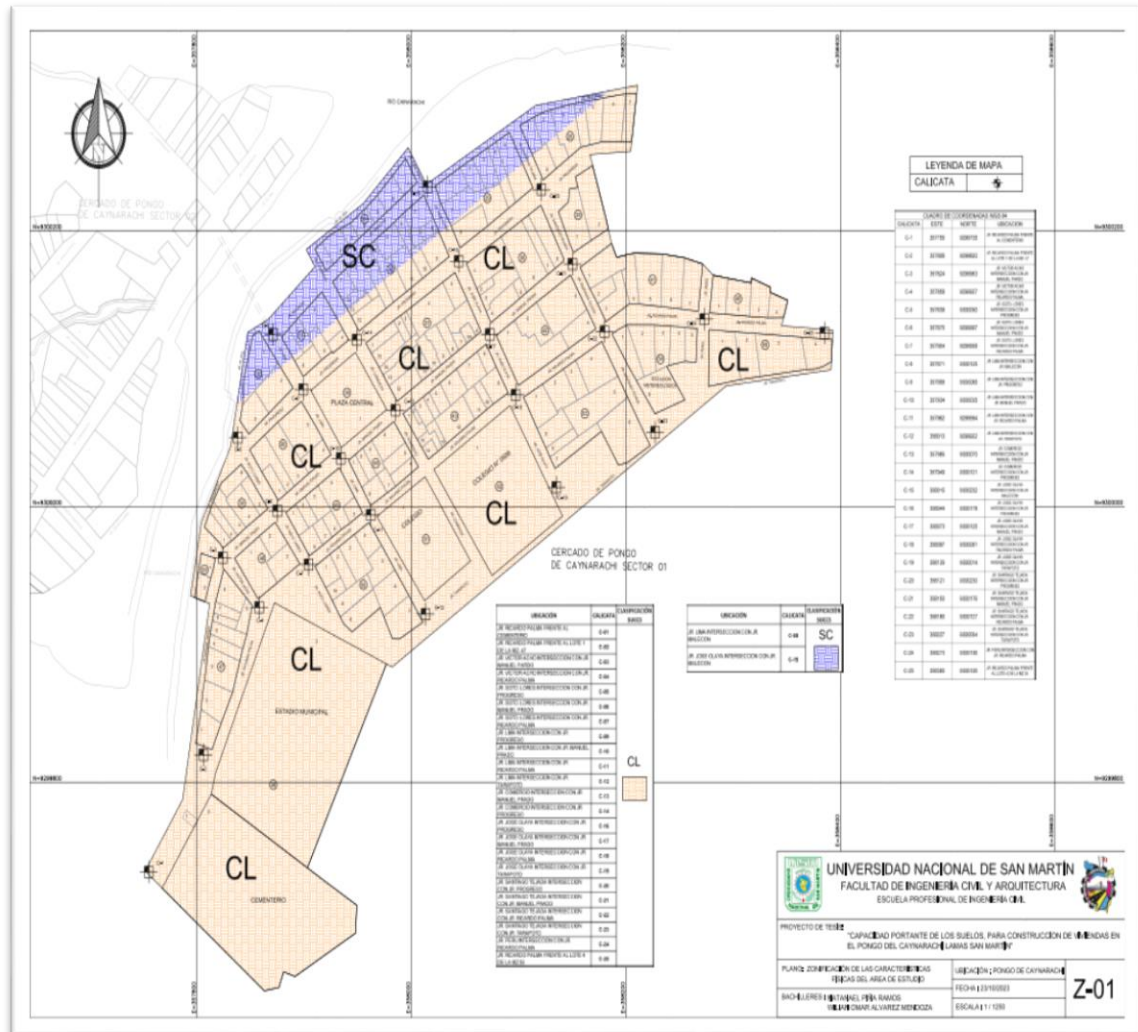
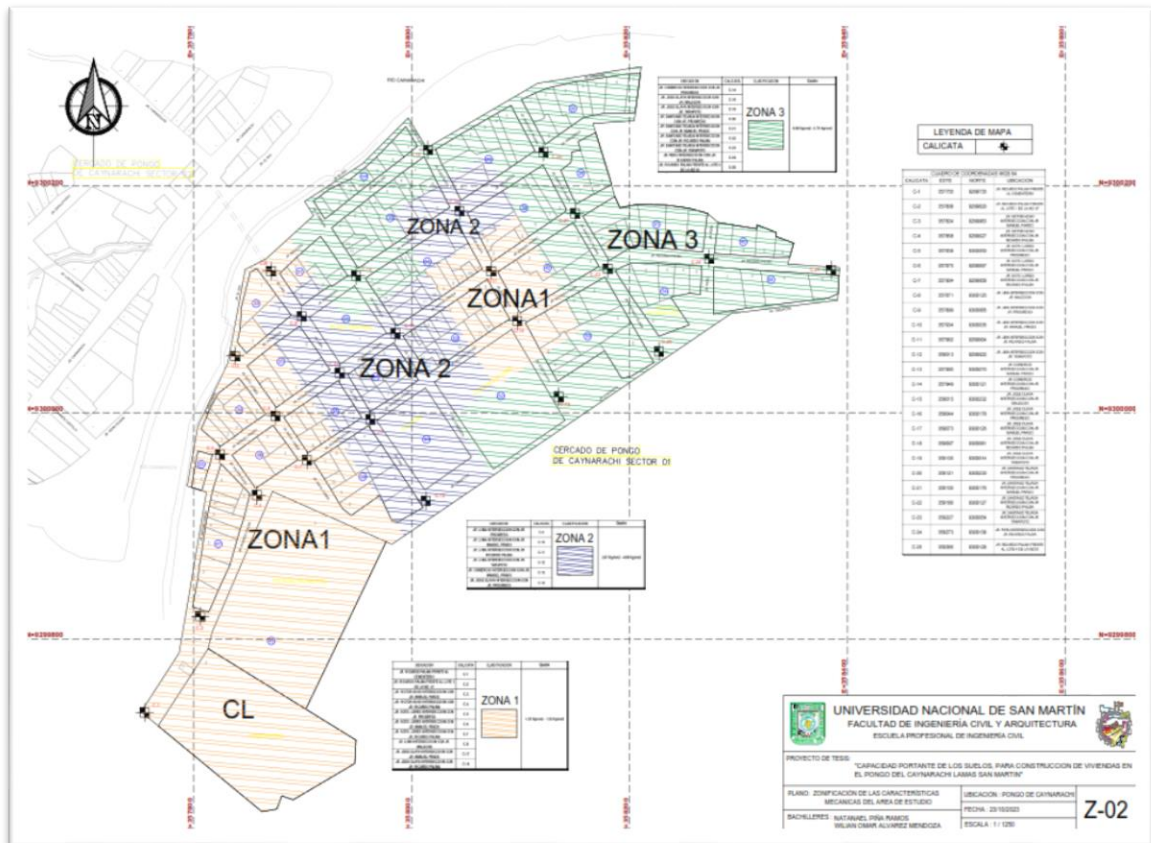


Figura 7. Zonificación Z-01, según características del suelo.

Fuente: propia de los autores, (2023).

**Discusión:** Se hizo la zonificación de los suelos según las características físicas del suelo tal como la clasificación del suelo el cual se hizo por el método SUCS, como se puede visualizar en la figura anterior, el cual se determinó 2 clases de suelos, el que tiene mayor extensión es el CL, arcilla limosa y que tiene la menor extensión es el SC, arcilla arenosa.

## Zonificación del suelo según su capacidad portante



**Figura 8.**  
Zonificación Z-02, según su capacidad portante.

Fuente: propia de los autores, (2023)

**Discusión:** Se hizo la zonificación de los suelos según su valor de capacidad portante calculado, el cual se determinó 3 zonas que se agrupó de la siguiente forma:

ZONA I: capacidad portante que varían entre las calicatas C-8, C-18 1.25 a 1.32 kg/cm<sup>2</sup>.

ZONA II: capacidad portante que varían entre las calicatas C-13, C-16 2.07 a 4.69 kg/cm<sup>2</sup>.

ZONA III: capacidad portante que varían entre las calicatas C-25, C-15 0.66 a 0.79 kg/cm<sup>2</sup>.

Como se puede visualizar en la figura 8 la zona con mayor extensión es la ZONA I y la zona con menor extensión es la ZONA II

## CONCLUSIONES

- Se realizaron los ensayos de mecánica de suelos necesarios para determinar los parámetros que se necesitó para el cálculo de la capacidad portante de los suelos del Distrito de Caynarachi, tales como análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg y el ensayo de compresión triaxial.
- Se realizó la clasificación de los suelos de cada uno de las calicatas, encontrándose por SUCS, CL (Arcilla de baja plasticidad), y SC (Arena arcillosa), y por AASHTO, se determinó y encontró desde A – 4 hasta A – 7 – 6, el cual denota que es un suelo limo – arcilloso y que no se recomienda como terreno de fundación por tener la característica de regular a deficiente estructuralmente hablando.
- Se determinó las capacidades portantes de los suelos de las muestras de las calicatas C-08, C-13, C-15, C-16, C-18 y C-25 obteniéndose los siguientes valores: 1.25 kg/cm<sup>2</sup>, 2.07 kg/cm<sup>2</sup>, 0.79 kg/cm<sup>2</sup>, 4.69 kg/cm<sup>2</sup>, 1.32 kg/cm<sup>2</sup> y 0.66 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.
- Se elaboró la zonificación de los suelos del Distrito de Caynarachi, el cual se clasificó en lo siguiente:

ZONA I: capacidad portante que varían entre las calicatas C-8, C-18 1.25 a 1.32 kg/cm<sup>2</sup>.

ZONA II: capacidad portante que varían entre las calicatas C-13, C-16 2.07 a 4.69 kg/cm<sup>2</sup>.

ZONA III: capacidad portante que varían entre las calicatas C-25, C-15 0.66 a 0.79 kg/cm<sup>2</sup>.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda que cuando se realice, el transporte de muestras del sitio de extracción hacia el laboratorio, aislar lo máximo que se pueda en envases y bolsas térmicas para que estas no pierdan sus propiedades naturales y no alteren en los resultados.
- Se recomienda seguir las normativas vigentes al momento de realizar cada uno de los ensayos necesarios para determinar los parámetros que estos conllevaran al resultado de la capacidad portante.
- Se recomienda que la ubicación de las calicatas debe estar en zonas donde no afecte el bienestar de los habitantes.
- Se recomienda tener cuidado al momento de hacer el cálculo de capacidad portante, para así tener valores asertivos.
- Se recomienda a la población de Caynarachi y a los involucrados en la zona de estudio, tener como referencia los valores determinados de capacidad portante para el diseño de sus cimentaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberca Carrasco, J. H., & Pardo Quispe , E. H. (2023). *Capacidad portante de los suelos de la zona urbana del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.
- Alva Hurtado, J. E. (s.f.). *CIMENTACIONES SUPERFICIALES*. Obtenido de [https://www.jorgealvahurtado.com/files/labgeo26\\_a.pdf](https://www.jorgealvahurtado.com/files/labgeo26_a.pdf).
- Archenti Zegarra, J. F. (2018). *Zonificación de la capacidad portante del suelo en la localidad de Lagunas distrito de Lagunas, Alto Amazonas - región de Loreto*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.
- Arias Gonzales, J. L. (2020). *Proyecto de tesis, Guía para la elaboración* . Arequipa: Biblioteca Nacional Del Peru.
- Arora, K. R. (2004). *Soil Mechanics and Foundation Engineering*. Delhi: Standard Publishers Distributors.
- Bances , S. L., & Jimenez Granda, J. F. (2017). *Diseño de la capacidad portante del suelo del distrito de Saramirza provincia del Daten, región Loreto*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.
- Baque Parrales , G. A. (2017). *Caracterización físico - mecánicas del suelo para cimentación en edificaciones de categoría baja, sector By Pass – John F. Kennedy, ciudad Jipijapa*. Manabi: Universidad Estatal Del Sur Manabi.
- Becerra Quispe , N. D., Almora Alvarez , O. B., Echevarría Cabrera, D. A., & Montufar Canal , K. A. (2020). *Métodos in-situ de obtención de parámetros de resistencia al corte en arcillas*. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Bohl Arbulú , A. M. (2006). *Determinación de los factores de reducción de capacidad de suelos y su aplicación en el diseño geotécnico – Volumen I*. Lima: Universidad De Ciencias Aplicadas.
- Braja M. Das. (2012). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones - 7ma edicion*. Mexico: Cengage Learning.
- Briaud Jean-Louis. (2013). *Geotechnical Engineering: Unsaturated and Saturated Soils*. New Jersey: John Wiley and Sons.
- Briones Alva , M. E., & Irigoín Gonzales , N. U. (2015). *Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo, para*



*viviendas unifamiliares en la expansión urbana del anexo Lucmacucho alto - sector Lucmacucho, distrito de Cajamarca.* Cajamarca : Universidad Privada Del Norte .

Budhu Muni. (2015). *Soil Mechanics Fundamentals*. Library of Congress Cataloging. .

Celis Grández , J. E., & Villacis del Castillo, T. A. (2018). *Zonificación de la capacidad portante de los suelos de la localidad de Shamboyacu, provincia de Picota, Región San Martín*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.

Cordero Silva, D. C. (2015). *Zonificación de Suelos de Fundación en Sector Montemar, Comuna de Concón*. Valparaiso: Universidad De Valparaiso.

Craig , R. F. (2004). "*Craig's Soil Mechanics*", *Seventh Edition*. University of Dundee UK.

Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Mexico: Limusa.

Fernández Gálvez , R. A. (2015). *Capacidad Portante con Fines de Cimentación Mediante los Ensayos SPT Y Corte Directo en el Distrito de Aguas Verdes- Tumbes* . Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca – Unidad de Postgrado.

Fernández Muñoz , W. R. (2015). *Evaluación de la capacidad portante de los suelos de fundación de la Ciudad universitaria – Universidad Nacional de Cajamarca - 2014* . Cajamarca : Universidad Nacional De Cajamarca – Unidad De Postgrado.

Fernández Polo, J. B. (2022). *Zonificación de suelos para el diseño de cimentaciones superficiales en el sector Choc Choc, distrito de Moche, Trujillo, La Libertad* . Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego .

Garay Pua, D. J. (2017). *Diseño de la capacidad portante del suelo del distrito de San Lorenzo, provincia del Datem, región Loreto*. 2017: Universidad Nacional de San Martín.

Garzón Roca, J., & Torrijo Echarri, F. J. (s.f.). *Cálculo geotécnico de una cimentación profunda en base a la formulación analítica del Código Técnico de la Edificación*. València: Universitat Politècnica de València.

Gobierno Regional De San Martín. (2022). *E.T. "Mejoramiento y creación del camino vecinal que une el sector Chambira y el caserío San Juan del Caño, provincia de Mariscal Cáceres - San Martín"*. Juanjui: Proyecto Especial Huallaga Central.

Guerrero Loayza, E. (2017). *Zonificación de la capacidad portante del suelo del sector Monterrey del distrito de Nueva Cajamarca – provincia de Rioja – región San Martín*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.

- Guerrero Lozano, R. K., & Vidaurre Ríos, K. F. (2018). *Estudio de la capacidad portante y zonificación de los suelos del distrito de Cacatachi San Martín – San Martín*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.
- Huingo Pizarro, R. B., & Chumacero Acaro, E. A. (2018). *Zonificación de la capacidad portante de los suelos de las localidades de Roque y Pinshapampa del distrito de Alonso de Alvarado Provincia de Lamas Región San Martín*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.
- Ibáñez Mora , L. O. (2017). *Análisis de la influencia de la profundidad de cimentación en la disminución de asentamientos en losas de fundación combinadas con pilotes*. Santa Clara - Cuba: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.
- Jimenez Flores, J. F. (2010). *Zonificación de la capacidad portante del suelo del distrito de La Banda de Shilcayo*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.
- Juarez Badillo, E., & Rico Rodriguez, A. (2005). *Fundamentos de la mecánica de suelos*. Mexico: Limusa.
- Jurado Diaz , E. J., & Yabarrena Quispe, M. J. (2023). *PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA EN FUNCIÓN A LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO, PARA EL CENTRO POBLADO DE OROPESA, DISTRITO DE OROPESA, PROVINCIA DE QUISPICANCHI-REGIÓN CUSCO, 2022*. Cusco: Universidad Andina Del Cusco.
- Lozano Lopez , J. P., & Ventura Fernandez , R. L. (2021). *Estudio Geotécnico Empleando la Teoría de Terzaghi para Determinar la Cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco*. Lima : Universidad Cesar Vallejo.
- Mejia Sanchez, R. A., & Chu Paredes , M. J. (2022). *Evaluación preliminar de la capacidad portante de los suelos saturados de los predios aledaños al río Rímac, Ñaña en el año 2020*. . Lima : Universidad Peruana Unión .
- Mohammed, j. (2014). *Soil & Soil Mechanics Textbook*. Kurdistan Region – Iraq: University of Duhok.
- Mondragon Zurita, A. O. (2022). *Estimación de la capacidad portante de un suelo cohesivo a través del ensayo SPT, elementos finitos y métodos analíticos de Terzaghi y Meyerhof 2022*. Cajamarca: Universidad Privada Del Norte.
- Morales Morales, R. (2016). *Diseño en Concreto Armado*. Lima - Peru: Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG).

- Morales Oré, S. J. (2020). *Análisis y propuesta de unificación sobre el criterio de presiones admisibles del suelo indicado en las Normas Técnicas Peruanas E.060, E.030 y E.050*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Muir Wood, D. (2009). *Soil mechanics A ONE-DIMENSIONAL INTRODUCTION*. United States of America: Cambridge University Press.
- Norambuena, V. C. (2019). *Zonificación de suelos mediante interpolación espacial de datos en la comuna de Concepción*. Concepcion: Universidad del Bio - Bio.
- Ore Aquino, A. B. (2019). *Zonificación de la capacidad portante del suelo de la localidad de Villa Autónoma del distrito de la Banda de Shilcayo – provincia de San Martín – región San Martín*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.
- Ortega García, J. E. (2016). *Diseño de estructuras de Concreto Armado - Tomo II*. Lima - Peru: Macro.
- Ortega Rodríguez, M. A. (2017). *Cambios en las propiedades dinámicas del suelo observados en registros de aceleración de pozo*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma De Mexico.
- Ortiz Quispe , R. W. (2017). *Influencia del nivel freático en la determinación de capacidad portante de suelos, en cimentaciones superficiales, distrito de Pilcomayo en 2017*. Huancayo : Universidad Nacional Del Centro .
- Palomino Terán, K. E. (2016). *Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador maxxseal 100*. Cajamarca: Universidad Privada Del Norte .
- Pujante Saura, E. (2017). *Estudio de soluciones para la cimentación de un edificio de viviendas de uso residencial en Quito (Ecuador)*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Rocha Sandoval, C. A. (2010). *Zonificación de la capacidad portante del suelo del distrito de Morales*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.
- Rodríguez Serquen, W. (2018). *Ingeniería Geotécnica Suelos y Cimentaciones*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Rosales Paredes , L. M. (2017). *Determinación de la capacidad portante de los suelos para establecer la zonificación en la localidad de Juan Guerra - 2017*. Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo.
- Sánchez Ruiz , W. (2019). *Zonificación de la Capacidad Portante del Suelo para construcción de Edificaciones en la Localidad de San Francisco del Río Mayo*,

*Distrito de Cuñumbuque, Provincia de Lamas, Departamento de San Martín.*  
Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.

Tocas Mena, R. (2016). *Manual de laboratorio de mecánica de suelos*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Ugarte Quispe , C. G. (2022). *Capacidad portante admisible del suelo para determinación dimensional de cimentaciones superficiales en la habilitación urbana Santa María, Puno 2022*. Lima : Universidad Cesar Vallejo.

Vargas Quintero, G., & Dueñez Vargas, H. S. (2018). *comparación de parámetros de resistencia determinados por ensayos de laboratorio y campo en suelos de la formación sabana del occidente de Bogotá*. Bogota: Universidad Católica De Colombia .

Vásquez Rojas, C. K. (2022). *Estudio de zonificación en base a la determinación de la capacidad portante de los suelos, para cimentaciones superficiales del caserío La Unión Banda de Shilcayo región San Martín 2020*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.

Verruijt, A. (2006). *SOIL MECHANICS*. Papendrecht: Delft University of Technology.

Vigil Freyre, R. A. (2017). *Zonificación de la capacidad portante del suelo en el asentamiento humano satélite, distrito de la Banda de Shilcayo, provincia de San Martín. Región San Martín*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.

Yepes Piqueras, V. (2020). *Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención*. Madrid - España: Universitat Politècnica de València.

## ANEXOS

### Anexo 1

**Tabla 22**

*Matriz de consistencia*

<b>Proyecto de tesis:</b> Capacidad Portante de los suelos, para construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi, Lamas - San Martín.					
<b>Problema de investigación</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables e Indicadores</b>	<b>Metodología</b>	<b>Población y Muestra</b>
¿Cómo influye la capacidad portante de los suelos en la construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi de la provincia de Lamas?	<p><b>Objetivo general:</b> Realizar la zonificación a través de la capacidad portante y otras propiedades del suelo del CC. PP. del Pongo de Caynarachi del Distrito de Caynarachi en la provincia de Lamas.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la cantidad y la ubicación de las calicatas, para su exploración y extracción de muestras de suelo del Distrito de Caynarachi.</li> <li>• Determinar las características físicas del suelo del Distrito de Caynarachi.</li> <li>• Determinar la clasificación de los suelos del Distrito de Caynarachi.</li> <li>• Realizar el perfil estratigráfico de los suelos del Distrito de Caynarachi.</li> <li>• Determinar los diferentes valores de capacidad portante del suelo del Distrito de Caynarachi.</li> <li>• Elaborar la Zonificación de la capacidad portante de los suelos del Distrito de Caynarachi.</li> </ul>	La capacidad portante de los suelos tiene un impacto significativo en la estabilidad de las casas del Pongo del Caynarachi en la provincia de Lamas, Región San Martín	<p><b>Variable independiente</b></p> <p>X: Ensayos de laboratorio de las muestras de suelos</p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Y: Valores de capacidad portante de los suelos del Distrito de Caynarachi</p>	Es de tipo aplicada para, Douc (2018), manifiesta y considera el tipo aplicado y se enfoca en la resolución de problemas de acuerdo con el contexto determinado. Dicho de otra manera, busca una aplicación para utilizar sus conocimientos en forma práctica para lograr necesidades y concretarlas de manera individual o grupal.	<p><b>Población:</b></p> <p>Corresponde al CC. PP, El Pongo de Caynarachi del Distrito de Caynarachi perteneciente a la provincia de lamas y región San Martín</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>Corresponde a los suelos del Centro poblado El Pongo de Caynarachi del Distrito de Caynarachi perteneciente a la provincia de lamas y región San Martín</p>

Fuente: propia del estudio, (2023)

**Anexo 02****Declaratoria de autenticidad**

Yo, **Natanael Piña Ramos**, con DNI N° 71988718, y **Wilian Omar Alvarez Mendoza** con DNI N.º 73501060, bachilleres de la Escuela profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, autores de la tesis titulada: **Capacidad Portante de los suelos, para construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi, Lamas - San Martín.**

Declaramos bajo juramento que:

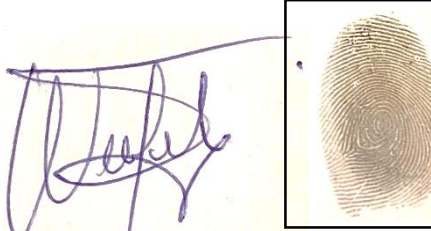
1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
4. Los datos presentados son resultados reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 22 de diciembre del 2023



Natanael Piña Ramos  
DNI N° 71988718



Wilian Omar Alvarez  
Mendoza  
DNI N° 73501060

**Anexo 03****Declaración autenticidad del Asesor**

**Carlos Enrique Chung Rojas**, Docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, identificado con DNI N° 16448408, Asesor del Proyecto de tesis titulado: **Capacidad Portante de los suelos, para construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi, Lamas - San Martín**. de los autores **Natanael Piña Ramos y Wilian Omar Alvarez Mendoza**.

Declaro bajo juramento que:

1. El proyecto de tesis presentado por los estudiantes es de su propia autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda información que contiene el proyecto de tesis no ha sido plagiada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad ante cualquier posible falsedad, omisión u ocultamiento de información aportada en los documentos, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 22 de diciembre del 2023

The image shows a handwritten signature in blue ink on the left and a rectangular fingerprint scan on the right. The signature is cursive and appears to read 'Carlos Enrique Chung Rojas'. The fingerprint is a clear, dark print of a thumb.

Ing. M. Sc. Carlos Enrique  
Chung Rojas  
DNI N° 16448408

## Anexo 04



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos  
 CIUDAD UNIVERSITARIA  
 Jr. Amorarca 3<sup>ra</sup> Cuadra Teléfono 042-52-1402  
 MORALES - PERU



**CONSTANCIA DE INGRESO Y EJECUCION DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**EL QUE SUSCRIBE**

**Ing. M.Sc. Enrique Napoleón Martínez Quiroz**, Jefe del laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos.

**HACE CONSTAR:**

Que los Bachilleres **NATANAEL PIÑA RAMOS** y **WILIAN OMAR ALVAREZ MENDOZA** han ingresado y han ejecutado ensayos de laboratorio las cuales son:

*Contenido de Humedad Natural*

*Límites de Atterberg (limite líquido y limite plástico)*

*Ensayo granulométrico por tamizado.*

*Ensayo Triaxial*

*Ensayos para poder concluir con su Tesis Titulado: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS, PARA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS EN EL PONGO DE CAYNARACHI LAMAS SAN MARTÍN". Aprobado con resolución N°005-2023-UNSM/FICA-D-NLU.*

*Se expide el presente a solicitud de los interesados.*

*Tarapoto 21 de julio del 2,023*



**Ing. M.Sc. Enrique N. Martínez Quiroz**  
 JEFE DEL LABORATORIO DE MEC. SUELOS Y PAV  
 ING. CIVIL - CIP N° 29202

Constancia Registrada N°002-2023



**Robert Navarro Mori**  
 TEC. LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL : ESP. 0219

TEC. VERIFICO INGRESO Y ENSAYOS  
 REALIZADO POR TESISISTAS



**Anexo 05**  
**Panel fotográfico**



**Foto 1.**

*Se observa a los bachilleros Natanael y Wilian realizando el lavado de la muestra para luego hacer el tamizado todo esto pertenece al ensayo de granulometría*



**Foto 2.**

*Se puede observar al bachiller Natanael ingresando la muestra en los tamices para determinar la granulometría de la muestra.*



**Foto 3.**

*Se puede observar a los bachilleres, pesando las muestras retenidas en los tamices, se utilizó desde 1" hasta la N° 200.*



**Foto 4.**

*Se puede observar a los bachilleres, realizando el ensayo de límite de límite liquido en la cuchara de Casagrande.*



**Foto 5.**

*Se puede observar a los bachilleres, realizando el ensayo de límite plástico, formando la muestra en cilindros de hasta 3 mm de espesor.*



**Foto 6.**

*Se puede observar a los bachilleres, ingresando la muestra de suelo al horno para la determinación de sus respectivos límites.*



**Foto 7.**

*Se puede observar a los bachilleros colocando la muestra en el horno para la determinación de contenido de humedad de la misma.*



**Foto 8.**

*Se puede observar al bachiller Natanael realizando el ensayo triaxial.*



**Foto 9.**

*Se puede observar los especímenes fallados en el ensayo de triaxial, estos pertenecen a la calicata N° 18, el cual se extrajo de las intersecciones de los jirones José Olaya y Ricardo Palma.*



**Foto 10.**

*Se puede observar los especímenes fallados en el ensayo de triaxial, estos pertenecen a la calicata N° 8, el cual se extrajo de las intersecciones de los jirones Lima y Malecón*

# Capacidad Portante de los suelos, para construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi, Lamas - San Martín

*por Natanael Piña Ramos*

---

**Fecha de entrega:** 19-ene-2024 10:05a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2273917055

**Nombre del archivo:** NG\_CIVIL\_-\_Natanael\_Pi\_a\_Ramos\_Wilian\_Omar\_Alvarez\_Mendoza.docx (11.56M)

**Total de palabras:** 20633

**Total de caracteres:** 105243

# Capacidad Portante de los suelos, para construcción de viviendas en el Pongo del Caynarachi, Lamas - San Martín

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

6%

2

[tesis.unsm.edu.pe](https://tesis.unsm.edu.pe)

Fuente de Internet

3%

3

[repositorio.unsm.edu.pe](https://repositorio.unsm.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

4

[www.scribd.com](https://www.scribd.com)

Fuente de Internet

1%

5

[repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

6

[repositorio.unap.edu.pe](https://repositorio.unap.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

7

Submitted to Universidad Nacional de San Martín

Trabajo del estudiante

1%

8

[pdfcoffee.com](https://pdfcoffee.com)

Fuente de Internet

<1%