



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Evaluación Geotécnica De Capacidad Portante Para Diseñar
Cimentación De Vivienda Utilizando Parámetros De Resistencia -
Calle Muñoz Cp. Jayllihuaya - Puno - 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Escobar Mendoza, Liz Mariela (ORCID: 0000-0002-0472-5821)

Cutimbo Checalla, Rimsky Zenón (ORCID: 0000-0002-3192-3313)

ASESOR:

Ms. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

ESTRUCTURAL

CALLAO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Con cariño y gratitud a mis Padres Juan Cutimbo P. y Valentina Checalla Ch., por su dedicación y sacrificio durante mi formación profesional, que con su existencia me proporciona la fuerza divina de Dios, así como a mis hermanos por el apoyo moral que me inculcaron en todo el proceso de mi formación profesional.

Esta investigación es agradecida principalmente a Dios, por guiarme en todo el periodo académico, dándome fuerza, valentía, perseverancia para no desistir en los momentos más difíciles, permitiéndome llegar hasta esta etapa final tan importante de mi vida y formación profesional. Agradezco a mi padre Bacilio Escobar a mi Madre Juana Mendoza y a mis hermanas por ayudarme a cumplir esta importante meta en mi vida, quienes fueron el pilar fundamental, mi moral para conseguir llegar hasta la última fase de mi formación como profesional.

A un gran compañero y amigo por hacer posible este proyecto de tesis una realidad.

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a mi asesor al Ms. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo, por su orientación y apoyo en el desarrollo de este estudio y así concluirlo satisfactoriamente.

A la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, a la escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, por darnos la oportunidad de seguir con el programa de tesis para el título profesional.

Quiero agradecer a Dios por todas sus bendiciones, a mis padres y hermanas que día a día fueron mi moral para seguir y culminar satisfactoriamente esta etapa académica en mi vida. También quiero agradecer a la Universidad Cesar Vallejo, directivos y docentes por los conocimientos, el apoyo que me brindaron para continuar esta bonita carrera profesional y llevar a cabo este proyecto de investigación

A mis compañeros y amigos por sus sugerencias y apoyo brindado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. MARCO TEÓRICO	10
III. METODOLOGÍA.....	13
TIPOS Y DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN.....	13
VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	13
POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	14
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN.....	15
PROCEDIMIENTOS.....	15
MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	16
ASPECTOS ÉTICOS.....	16
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIONES.....	31
VI. CONCLUSIONES.....	34
VII. RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS.....	42

RESUMEN

El área de estudio se ubica en el distrito de Puno, en la calle Muñoz, el cual está sobre un terreno plano y en depósitos de suelos tipo aluvial, seguidamente se identificó las características geotécnicas en el área de estudio.

Se realizó el procesamiento de muestras en el laboratorio de suelos de acuerdo a las Normativas NTP y ASTM. Se realizó los ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos: Análisis granulométrico, límites de consistencia (límite líquido y límite plástico), % de humedad, peso específico y SPT.

Seguidamente se realiza la excavación de calicatas con retroexcavadora y que según la norma E050 de suelos y cimentaciones son de 3 metros de profundidad, posteriormente se realizó el muestreo de suelos y ser remitidas al laboratorio de suelos

Los ensayos de campo se realizó pruebas de campo como es Ensayo de penetración dinámica (STP).

Se hizo la evaluación de la capacidad portante del terreno de fundación con parámetros geotécnicos como son, cohesión, ángulo de fricción y peso específico.

Como conclusión se hizo 3 calicatas en el cual se encontró suelo arenoso: SP, SW, SM.

Se recomienda zapatas cuadradas combinadas no menor de 2 metros acompañado de un subdrenaje horizontal y vertical.

ABSTRACT

The study area is located in the district of Puno, on Muñoz street, which is on flat terrain and in alluvial type soil deposits, then the geotechnical characteristics in the study area were identified.

The processing of samples was carried out in the soil laboratory according to the NTP and ASTM Regulations. The tests were carried out in the soil mechanics laboratory: granulometric analysis, consistency limits (liquid limit and plastic limit), % moisture, specific weight and SPT.

Then the excavation of pits with a backhoe is carried out and according to the E050 standard of soils and foundations are 3 meters deep, then the soil sampling was carried out and they were sent to the soil laboratory

The field tests were performed field tests such as Dynamic Penetration Test (STP).

The bearing capacity of the foundation ground was evaluated with geotechnical parameters such as cohesion, friction angle and specific weight.

As a conclusion, 3 pits were made in which sandy soil was found: SP, SW, SM.

Combined square footings of not less than 2 meters accompanied by a horizontal and vertical sub-drainage are recommended.

I. INTRODUCCIÓN

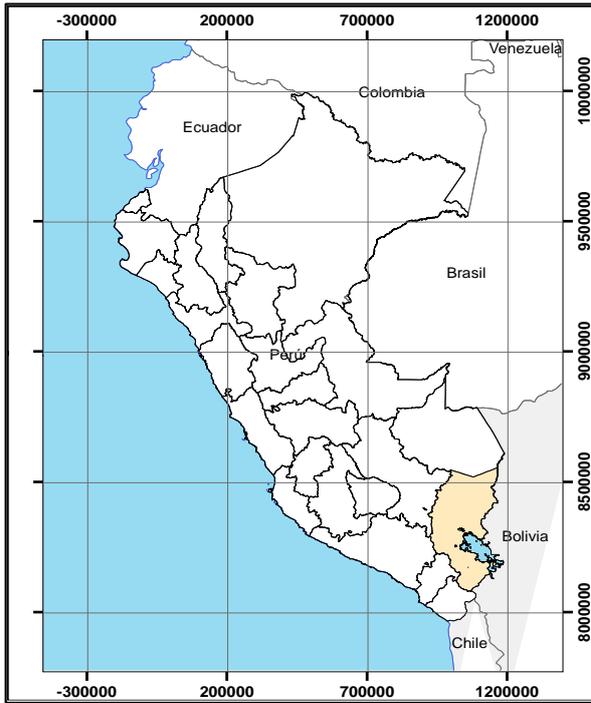
1 Realidad Problemática

En la actualidad el estudio en el área de geotecnia es fundamental para la formulación en proyectos de edificación, por lo que es necesario verificar y realizar los parámetros geotécnicos para el diseño de cimentaciones. Las cimentaciones son elementos que transmite al suelo las cargas de la estructura (RNE E050, 2018).

El crecimiento urbano y poblacional del C.P. de Jayllihuaya que pertenece al distrito de Puno que, a su vez está dentro de la provincia de Puno y región de Puno, por lo tanto, conlleva a contar con distintas necesidades básicas y bienestar para la población del centro poblado de Jayllihuaya. Este es el caso de las viviendas comprendidas que son estructuras que están cerca al lago Titicaca en suelos inestables y además carecen en su mayoría cimentaciones que no son acorde al tipo de suelo existente, que carece una atención apropiada para la seguridad poblacional.

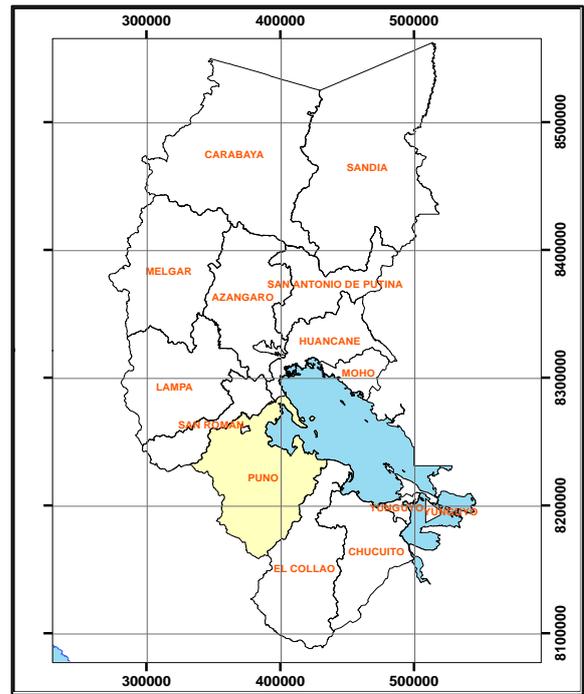
La realidad problemática está ubicada en el departamento de Puno, distrito de Puno, Centro poblado de Jayllihuaya, calle Muñoz; ya que en esta zona se tiene problemas de inestabilidad de suelo tal como se observa en la ubicación imagen: 01, 02, 03 y 04 y la fotografía N°01

Imagen N°01



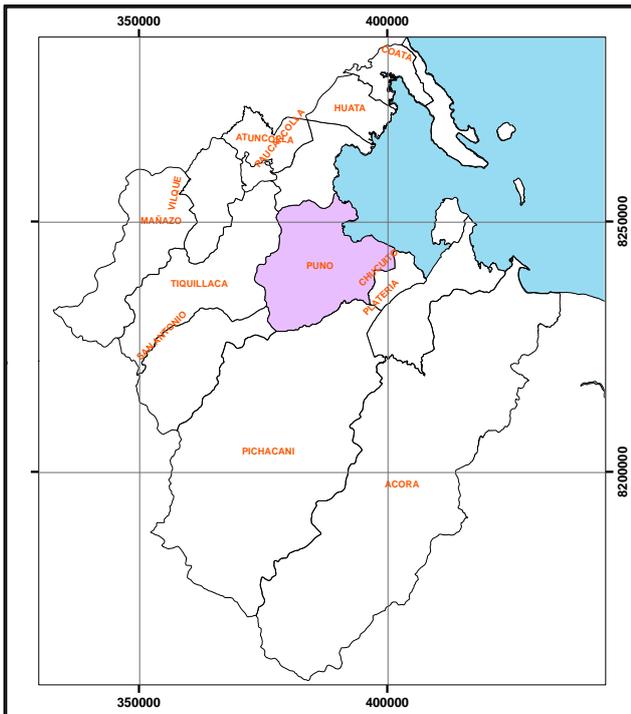
Fuente: propia

Imagen N°02



Fuente: propia

Imagen N°03



Fuente: propia

Imagen N°04



Fuente: Google Earth

Fotografía N^a 01 Se observa el área de estudio



Fuente: propia

Por lo que se plantea como problema general ¿Cómo podemos evaluar la capacidad portante del suelo de fundación de la vivienda utilizando parámetros geotécnicos de la calle Muñoz del CP. Jayllihuaya – Puno?, además se tiene como primer problema específico la siguiente pregunta: ¿Cómo realizar la exploración in situ del suelo de la vivienda de la calle Muñoz CP Jayllihuaya – Puno?, Asimismo se formuló el segundo problema específico ¿Cómo podemos determinar los parámetros geotécnicos de la vivienda de la calle Muñoz - cp. Jayllihuaya – Puno? y finalmente para el desarrollo de esta investigación se ha planteado el tercer problema específico ¿Cómo podemos calcular la capacidad portante del suelo de fundación de la vivienda utilizando parámetros geotécnicos de la calle Muñoz del CP. Jayllihuaya – Puno?.

Con el propósito de justificar estas interrogantes, se lleva a cabo la justificación teórica que nos proporcionara mayor conocimiento para realizar un adecuado estudio usando parámetros geotécnicos para el diseño de cimentación. Por otro lado, la justificación practica del presente trabajo dará mayor estabilidad al suelo de fundación, además brindará información sobre el procedimiento adecuado a realizar un estudio de diseño de cimentación.

Se considera para esta investigación evaluar la capacidad portante del suelo de fundación de la vivienda utilizando parámetros geotécnicos en la calle Muñoz del CP. Jayllihuaya – Puno” es el objetivo general que genera los siguientes objetivos específicos:

Tenemos como primer objetivo específico realizar la exploración in situ del suelo de la vivienda de la calle Muñoz CP Jayllihuaya – Puno” y se ha considerado como segundo objetivo específico: Determinar los parámetros geotécnicos de la vivienda de la calle Muñoz - cp. Jayllihuaya – Puno. finalmente, como tercer objetivo específico: calcular la capacidad portante del suelo de fundación de la vivienda utilizando parámetros geotécnicos de la “calle Muñoz del CP. Jayllihuaya – Puno”

Por lo tanto formulamos como hipótesis general: Realizando la evaluación de la capacidad portante además se tiene como primer hipótesis específico la siguiente: Realizando la exploración in situ se logra recopilar información geológica y geotécnica, Asimismo se formuló la segundo hipótesis específico Determinando los parámetros geotécnicos de la vivienda se logra obtener los ensayos de laboratorio y finalmente para el desarrollo de esta investigación se ha planteado como la tercera hipótesis específico calculando la capacidad portante del suelo de fundación de la vivienda se logra obtener los resultados físicos mecánicas del suelo

Después de haber conocido la realidad problemática y planteado los problemas describo el marco teórico presentando antecedentes internaciones y nacionales del mismo modo defino el marco conceptual referente a la investigación

Como antecedente internacional según (Fernández, 2015 USA), desarrollo en el ámbito internacional el Ensayo SPT es uno de los más antiguos se utilizó en los años 1950 en Estados Unidos, México y Europa para la determinación de la resistencia de los suelos, además se usó para la determinación de los acuíferos libres para el abastecimiento de agua potable, así como también para la determinación de este acuífero en regadío.

En México – se realizó el estudio Geológico y Geotécnico de los suelos en San Bernardino Tlaxcalancingo en suelos inestables y rellenos en su trabajo de investigación (Villar, 2011), se realizaron un aproximado de 60 Ensayos de SPT para determinar su capacidad portante de los suelos a diferentes profundidades con un $\sigma_t = 0,72 \text{ kg/cm}^2$

Como antecedente nacional ha realizado 30 ensayos de SPT en las Ciudades de Paita, Piura, Pariñas, Reque y Trujillo para la ejecución del diseño de Sub estaciones Eléctricas en cada zona, determinando Capacidad Portante y parámetros geotécnicos en suelos arenosos, arenosos arcillosos a diferentes profundidades con una capacidad portante $\sigma_t = 1,15 \text{ kg/cm}^2$, según Fernández (2013)

La Universidad Nacional de Ingeniería, SENCICO y la Pontificia Universidad Católica en Perú han realizado en toda la zona sur y centro del Perú más de 1200 ensayos de corte directo y SPT en suelos areno limosos, areno arcillosos, arcillas limosas y arcillas con una capacidad portante promedio $\sigma_t = 1,05 \text{ kg/cm}^2$, en su trabajo de investigación (Zarate, 2012).

Según Palomino (2018)

Hizo un estudio con el objeto de verificar, determinar la evaluación geotécnica para así realizar el diseño de cimentaciones superficiales distrito de Ventanilla, Lima – 2018; en el cual comparo dos teorías de capacidad portante: Terzaghi y Meyerhof, en lo que hizo su análisis fue para el diseño de cimentaciones y asentamientos que podrían darse en ese proyecto para una edificación de tres pisos. El suelo que encontró fueron arenas pobremente gradadas, con parámetros de resistencia de valores de 28.9° el ángulo de fricción y cohesión 2 kg/cm^2 . En su investigación concluye que es de carácter primordial los parámetros de resistencia del suelo a cimentar y que estos datos servirán para realizar un adecuado diseño de la vivienda.

Se realizó un trabajo de investigación: Gómez y Cenepo (2019)

Con la finalidad de establecer, cuanto de capacidad de resistencia admite el suelo para la cimentación de las viviendas en CC.NN. Pucallpa. Por lo que en su investigación primero verifico el terreno para así determinar los puntos de las calicatas a realizar y obtener muestras del suelo y llevarlos a laboratorio para su análisis, propiedades físico-mecánicas. De lo cual se obtuvieron parámetros de resistencia del suelo para determinar el cálculo de la capacidad admisible. Se concluyó que se debe realizar cimentaciones superficiales.

Para las edificaciones se realizó un trabajo de investigación según, Sánchez (2019) realizo en el C.P. de Huamanmarca que pertenece a Huancayo nos dice que no hay la debida importancia en el área de geotecnia por ende no hay buenos diseños de cimentaciones que generaría costos altos en el proyecto. En su investigación nos dice que encontró suelos gravosos, arenosos y limo arcilloso; en la parte superficial predomina el suelo arenoso y debajo de este suelo limo arcillosos. Se pretende realizar una edificación de 3 pisos con un área de 200 m² aprox., de acuerdo a sus parámetros del suelo indica que hay falla por corte local, con lo que en su planteamiento recomienda zapatas no menores 2.30 metros

A nivel local se tiene como antecedente la investigación evaluación geotécnica para la construcción de la avenida Jayllihuaya que a su vez pertenece al distrito de Puno donde se concluye que esta sobre rocas sedimentarias y que está en riesgo medio a alto por inundación por estar cerca a la micro cuenca del Titicaca según (Cesar Quispe Tito, 2016)

Al conjunto de actividades para obtener información acerca de los parámetros de resistencia, parámetros físicos y químicos lo definimos como estudio geotécnico (Braja M. Das, 2001)

Las fases para realizar el estudio geotécnico se tienen que iniciar con el trabajo de campo que consiste en el reconocimiento visual del terreno y los ensayos de campo de acuerdo con la normatividad vigente y posteriormente se deberán hacer los trabajos de laboratorio y elaborar el informe final con la información recopilada (Peck, Hanson y Thornburn, 2004)

II. METODOLOGÍA

2.1 Diseño y tipo de investigación

2.1.1 Diseño de investigación

Según (Hernández, 2014, p.15) afirma: “La interrogación cuantitativa proporciona una plausibilidad más amplia de los resultados y permite la verificación de los fenómenos en sí mismos, como la situación exacta sobre la base de la cantidad y la magnitud.”.

Esta investigación se tiene un diseño no experimental.

2.1.2 Tipo de investigación

La presente investigación es del tipo descriptivo y explicativo.

El proceso de investigación se realizará en dos etapas, siendo de la siguiente manera:

- Se realizará los ensayos de campo y laboratorio, toma de muestras representativas existentes, todo esto corresponde a una investigación científica de carácter descriptivo.
- Se analizará el comportamiento del material del terreno, obtención de la capacidad de carga del terreno, determinación del posible mecanismo de falla de las estructuras y plantear un adecuado diseño de cimentación, utilizando parámetros geotécnicos, métodos de cálculo, lo cual corresponde a una investigación científica de carácter explicativo.

2.2 Variables y operacionalización

Como primera variable se consideró Evaluación geotécnica y por otro lado la segunda variable se consideró Diseño de cimentación.

Como primera variable su definición conceptual a evaluación geotécnica a grupos de distintos parámetros geológicos y diferentes suelos, este estudio geotécnico accede a conocer las propiedades mecánicas y físicas y determinar cuánto será la base que puede soportar el suelo lo más importante poder ver el asentamiento que la estructura tiene que sufrir. Así mismo como definición operacional la evaluación geotécnica se desarrolla a partir de la determinación del tipo de suelo y la prueba de laboratorio para obtener los parámetros

mecánicos y físicos, por lo tanto, puede combinar la forma máxima permitida que el suelo puede soportar a la carga de la cimentación.

Como segunda variable según la norma E.050 referente a los suelos y cimientos define la parte de un edificio que transmite cargas estructurales al suelo. En la cimentación se considera el tipo poco profundo y profundo basado en el tipo de suelo de fundación. Finalmente, como definición operacional el diseño de cimentación se obtiene según los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio.

2.3 Población y Muestra

2.3.1 Población

Está en el centro poblado de Jayllihuaya que está dentro del distrito de Puno, perteneciente a la provincia de Puno.

2.3.2 Muestra

La muestra fue en el centro poblado Jayllihuaya ubicado en la calle Muñoz y con respecto a los puntos de exploración se determinó en función a la tabla 6 de la NTP E.050 Suelos y cimentaciones:

Imagen N^o 05: Número de puntos de exploración según la norma E050 en la

Tabla 06 puntos a explorar

TABLA 6 NÚMERO DE PUNTOS DE EXPLORACION	
Tipo de edificación u obra (Tabla 1)	Número de puntos de exploración (n)
I	uno por cada 225 m ² de área techada del primer piso
II	uno por cada 450 m ² de área techada del primer piso
III	uno por cada 900 m ² de área techada del primer piso*
IV	uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas
Habilitación urbana para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectárea de terreno por habilitar

Fuente: (NTP E.050, p.11)

En esta zona se proyecta la construcción de viviendas unifamiliares de tres pisos con terrenos que tienen 200 m² como máximo. Por lo cual según la norma E.050 nos menciona que para viviendas muros portantes de albañilería menores o iguales a tres pisos en función a esto se realizó la excavación mecánica de 3

calicatas; para así determinar la capacidad de carga y luego realizar el diseño de cimentación.

2.3.3 Muestra

Se realizó la ejecución de calicatas y se tomaron las muestras correspondientes para realizar los ensayos teniendo en cuenta la Norma E.050 referente a Suelos y Cimentaciones.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.4.1 Técnicas

Se utilizó la excavación de calicatas y la observación como recolección de datos

2.4.2 Instrumentos

Según Hernández Sampieri Instrumento de medición es cualquier recurso, formato o dispositivo que se utiliza para registrar la información. Como también de recolección de datos, la ficha de investigación con este instrumento se recolectarán datos e información de campo y de laboratorio.

El instrumento de recolección de datos durante la realización de los ensayos de mecánica de suelos, fueron los formatos de ensayos en Excel, también se hizo uso de herramientas manuales como pala, pico, costales y wincha, para la toma de muestras del suelo. Los equipos e instrumentos utilizados para los ensayos fueron supervisados por el equipo técnico a cargo del laboratorio de suelos.

2.4.3 Procedimiento

En la presente investigación se está realizando un procedimiento de estudio para obtener los resultados deseados por los objetivos de mis respectivas variables, de esta manera cumplir con la finalidad propuesta de este proyecto. Con respecto al procedimiento como primer paso será la obtención de muestras por lo que debemos dirigirnos al lugar de estudio. Deberá cumplirse estrictamente lo establecido en el RNE. Así mismo género como segundo lugar, se registrará la profundidad de ubicación del nivel freático y se anotaras los espesores de los diferentes estratos que se encuentren, las calicatas serán realizadas según la NTP 339.162 (ASTM D 420). En tercer lugar, nos ubicamos

en el laboratorio de suelos, donde se realizarán los ensayos físico-mecánicos. análisis granulométrico, límites de Atterberg, % de humedad, el peso específico y el SPT.

2.5 Método de análisis de datos

Para obtener la evaluación geotecnia el método de análisis de datos que se realizo fue descriptivo, con el instrumento se recolectaron datos e información de campo y de laboratorio de mecánica de suelos se obtuvo los resultados de los ensayos realizados.

2.6 Aspectos éticos

Este proyecto de investigación, se realizó con total transparencia y honestidad cumpliendo con la ética profesional como egresado de la carrera profesional de Ingeniería Civil.

III. RESULTADOS

Para la **“EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE CAPACIDAD PORTANTE PARA DISEÑAR CIMENTACIÓN DE VIVIENDA UTILIZANDO PARÁMETROS DE RESISTENCIA - CALLE MUÑOZ CP. JAYLLIHUAYA - PUNO - 2021”**, Los resultados se muestran en el orden de cada los objetivo.

A continuación, se muestra los resultados del primer objetivo específico que es realizar la exploración in situ del suelo de la vivienda de la calle Muñoz CP Jayllihuaya – Puno:

El terreno está dado en el departamento de Puno, distrito de Puno, Centro poblado de Jayllihuaya, calle Muñoz en esta área se realizó las calicatas para el presente estudio geotécnico por lo que en esta área se proyecta una vivienda para poder realizar un buen diseño de cimentación.

3.1 RECOPIACIÓN E INFORMACIÓN

Primeramente, se recopilo información topográfica existente, información geológica - geotécnica y preparación de equipos e instrumentos de trabajo. Se determinó el número de calicatas que son 3 en función a la norma E050 suelos y cimentaciones, se ubicó las 3 calicatas.

Coordenadas de calicatas

Calicata – 01 Norte: 8245694 Este:394120

Calicata – 02 Norte: 8245706 Este:394107

Calicata – 03 Norte: 8245719 Este:394093

3.2 EXPLORACIÓN DE CAMPO

El área de estudio se ubica en el distrito de Puno, en la calle Muñoz, el cual está sobre un terreno plano y en depósitos de suelos tipo aluvial, seguidamente se identificó las características geotécnicas en el área de estudio.

Se procedió a realizar excavación de calicatas con retroexcavadora y que según la norma E050 de suelos y cimentaciones son de 3 metros de profundidad, posteriormente se realizó el muestreo de suelos y ser remitidas al laboratorio de suelos

En los ensayos de campo se realizó pruebas de campo como es Ensayo de penetración dinámica (STP).

Seguidamente se muestra los resultados del segundo objetivo específico que es determinar los parámetros geotécnicos de la vivienda de la calle Muñoz – CP. Jayllihuaya – Puno

3.3 PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL SUELO

Se realizó el procesamiento de muestras en el laboratorio de suelos de acuerdo a las Normativas NTP y ASTM. Se realizó los ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos: Análisis granulométrico, límites de consistencia (límite líquido y límite plástico), % de humedad, peso específico y SPT.

3.3.1 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Las muestras de prueba se clasifican de acuerdo (AASHTO) y (SUCS), el último de los cuales son códigos (letras mayúsculas) para designar diferentes grupos de suelos. El cuadro muestra la Clasificación SUCS y AASHTO de las normas internacionales, que nos da una clasificación guía para los diferentes tipos de suelo, ver resultado en el cuadro N°1 de los anexos.

3.3.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-421)

Es la distribución de las partículas del suelo de acuerdo a su tamaño, según se determina al tamizar o pasar el agregado por los tamices de diferentes diámetros hasta el tamiz No. 200 (0.074 mm de diámetro). Para conocer la distribución del tamaño de partícula debajo de este tamiz, se lleva a cabo una prueba de sedimentación. En el cuadro N° 2 se presenta el resumen del porcentaje retenido en gravas, arenas, arcillas y limos, ver resultado en el cuadro N°2 de los anexos.

3.3.3 LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-423) Y LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-424)

Para los límites de atterberg se tamiza por el tamiz N°40. El material dependiendo de su contenido de humedad, pasa por tres estados específicos: líquido, plástico y seco.

Cuando un suelo tiene un cierto contenido de humedad, en el que está demasiado húmedo para formarse, se dice que está en un estado semilíquido.

Con el agua extraída, llega un momento en que el suelo comienza a tener una consistencia que se puede amasar o controlar, cuando se dice que está suelto. A medida que continuamos eliminando el agua, llegará un momento en que el material pierde su capacidad de mecanizado y se agrieta al intentar darle forma, luego se dice que está en un estado semiseco.

El límite líquido es la unidad entre el estado plástico y estado líquido (ASTM D-423). El límite plástico es la franja convencional entre el estado semisólido y el estado plástico ver resultado en el cuadro N°3 de los anexos.

3.3.4 CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D-2216)

El contenido de humedad de una muestra se refiere a la cantidad expresada como porcentaje del agua dividido entre el peso del suelo seco, se expresa en porcentaje, ver resultado en el cuadro N°4 de los anexos.

3.3.5 PESO ESPECÍFICO

El "peso específico es la relación entre el peso parcialmente saturado y el volumen de la masa, los resultados se muestra en el cuadro N°5 de los anexos.

3.3.6 ANÁLISIS QUÍMICO

La agresividad del suelo, ver resultado de agresividad del suelo al concreto en el cuadro N°6 de los anexos.

Imagen 06 Límites permisibles de agresividad del suelo al concreto

Partículas en la masa de suelo	Partes por Millón (p.p.m.)	Grado de Alteración	Observaciones
*Sulfatos	0 – 1000 1000 – 2000 2000 – 20 000 > 20 000	Despreciable Moderado Severo Muy Severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de las cimentaciones
**Cloruros	> 6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos
** Sales Solubles Totales	> 15 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación

Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2015

Fuente: * Comité 318-83 ACI

** Experiencia existente

De los resultados de los análisis químicos al suelo de la presente tesis. haciendo la comparativa con los límites permisibles de agresividad del suelo al concreto se concluye que está dentro de lo permisible.

3.3.7 PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LAS CALICATAS

CALICATA 01:

- 0.00 – 1.00 m.: Suelo compuesto por orgánico y relleno.
- 1.00 – 1.30 m.: Suelo clasificado como SM: arena limosa, de compacidad suelta, presenta nivel freático a los 1.20 metros, suelo de color marrón a gris oscuro, suelo muy inestable cada vez que la retroexcavadora excava con la cuchara del equipo se derrumba el material.
- 1.30 – 1.80 m.: Suelo clasificado como ML, limo arenoso de baja plasticidad, suelo de color negro, suelo inestable, presenta nivel freático a los 1.20 metros de compacidad baja a suave
- 1.80 – 3.00 m.: Suelo clasificado como SM: arena limosa, de compacidad suelta, presenta nivel freático a los 1.20 metros, suelo de color marrón a gris oscuro, suelo muy inestable cada vez que la retroexcavadora excava con la cuchara del equipo se derrumba el material.

COTA (msnm)	PERFIL	NIVEL AGUA	AASHTO	SUCS SIMBOLOGIA	PROF. (m)	DESCRIPCION	MUESTRA N°
0					0	0.00 - 1.00 m. Compuesto por suelo de relleno y suelo organico, con raices de color marrón claro a oscuro. En la parte superficial presenta pasto.	
			A-2-4 (0)	SM	1.00	1.00 - 1.30 metros: Suelo clasificado como SM: arena limosa, de compacidad suelta, presenta nivel freático a los 1.20 metros, suelo de color marrón a gris oscuro, suelo muy inestable cada vez que la retroexcavadora excava con la cuchara del equipo se derrumba el material. Nivel Freático	□ E-1
			A-4 (4)	ML	1.30	1.30 - 2.00 m.: Suelo clasificado como ML, limo arenoso de baja plasticidad, suelo de color negro, suelo inestable, presenta nivel freático a los 1.20 metros de compacidad baja a suave	□ E-2
			A-2-4 (0)	SM	2.00	2.00 - 3.00 metros: Suelo clasificado como SM: arena limosa, de compacidad suelta, presenta nivel freático a los 1.20 metros, suelo de color marrón a gris oscuro, suelo muy inestable cada vez que la retroexcavadora excava con la cuchara del equipo se derrumba el material.	□ E-3
					3.00	FIN DE LA EXCAVACION	

CALICATA 03:

- 0.00 – 1.10 m.: Suelo compuesto por orgánico y relleno.
- 1.10 – 1.50 m.: Suelo clasificado como SM: arena limosa, de compacidad suelta, presenta nivel freático a los 1.30 metros, suelo de color marrón a gris oscuro, suelo muy inestable cada vez que la retroexcavadora excava con la cuchara del equipo se derrumba el material.
- 1.50 – 2.10 m.: Suelo clasificado como ML, limo arenoso de baja plasticidad, suelo de color negro, suelo inestable, presenta nivel freático a los 1.30 metros de compacidad baja a suave
- 2.10 – 3.00 m.: Suelo clasificado como SM: arena limosa, de compacidad suelta, presenta nivel freático a los 1.30 metros, suelo de color marrón a gris oscuro, suelo muy inestable cada vez que la retroexcavadora excava con la cuchara del equipo se derrumba el material.

COTA (msnm)	PERFIL	NIVEL AGUA	AASHTO	SUCS SIMBOLOGIA	PROF. (m)	DESCRIPCION	MUESTRA N°
0					0	0.00 - 1.10 m. Compuesto por suelo de relleno y suelo organico, con raíces de color marrón claro a oscuro. En la parte superficial presenta pasto.	
					1.00		
			A-2-4 (0)	SM	1.10	1.00 - 1.30 metros: Suelo clasificado como SM: arena limosa, de compactad suelta, presenta nivel freático a los 1.30 metros, suelo de color marrón a gris oscuro, suelo muy inestable cada vez que la retroexcavadora excava con la cuchara del equipo se derrumba el material.	E-1
			A-4 (4)	ML	1.30		
					1.50	1.30 - 2.00 m.: Suelo clasificado como ML, limo arenoso de baja plasticidad, suelo de color negro, suelo inestable, presenta nivel freático a los 1.30 metros de compactad baja a suave	E-2
					2.00		
			A-2-4 (0)	SM	2.10	2.10 - 3.00 metros: Suelo clasificado como SM: arena limosa, de compactad suelta, presenta nivel freático a los 1.20 metros, suelo de color marrón a gris oscuro, suelo muy inestable cada vez que la retroexcavadora excava con la cuchara del equipo se derrumba el material.	E-3
					3.00	FIN DE LA EXCAVACION	

3.3.8 NIVEL NAPA FREÁTICA

Se encontró el nivel de la napa freática desde el nivel de terreno natural a las profundidades como se muestra a continuación:

3.3.9 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT)

Con el objeto de elaborar el perfil del terreno y medir la capacidad de resistencia al corte, se ejecutó 03 perforaciones y ensayo con equipo SPT, asignándole S-01, S-02 y S-03.

La prueba de penetración estándar es un método de prueba in situ ampliamente utilizado para determinar la resistencia del suelo y las condiciones de compactación. Esta prueba permite medir la resistencia del muestreador a la penetración y al mismo tiempo se pueden tomar muestras para pruebas de laboratorio. La prueba de penetración estándar (SPT) se basa en ASTM D-1586.

Los equipos o herramientas del SPT son el muestreador que tiene un diámetro exterior de 5,1 mm y un diámetro interior de 35 mm. Martillo de 63,50 kg utilizado de caída libre desde una altura de 76 cm. La longitud de la parte de dirección es de 450 mm en tres espacios de 150 mm, y la primera parte se desplaza hacia un lado por ser de material suelto. En este estudio se realizaron tres exploraciones SPT denominados S-01, S-02 y S-03. Esta prueba se realizó a una profundidad de exploración de 5,60 m. A continuación, se muestra un resumen de la profundidad alcanzada a través de estas pruebas.

Cuadro Nº 01 Resumen de resultados del SPT

SPT	PROF. (m)	DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO
S-01	1.00 – 1.80	SM Suelo arena limosa, de compacidad suelta, presenta nivel freático a los 1.20 metros, suelo de color marrón a gris oscuro.
	1.80 – 2.80	SM Suelo arena limosa, de compacidad suelta, en condición muy húmedo suelo de color marrón a gris oscuro. El suelo no presenta plasticidad
	2.80 – 3.60	SP Arenas pobremente gradadas de color pardo gris en condición saturado, estrato medianamente suelto. El suelo no presenta plasticidad
	3.60 – 5.60	SP Arenas pobremente gradadas de color pardo gris en condición parcialmente saturado, estrato medianamente compacto. El suelo no presenta plasticidad
S-02	1.00 – 1.80	SM Suelo arena limosa, de compacidad suelta, presenta nivel freático a los 1.30 metros, suelo de color marrón a gris oscuro.
	1.80 – 2.80	SM Suelo arena limosa, de compacidad suelta, en condición muy húmedo suelo de color marrón a gris oscuro. El suelo no presenta plasticidad
	2.80 – 3.60	SP Arenas pobremente gradadas de color pardo gris en condición saturado, estrato medianamente suelto. El suelo no presenta plasticidad
	3.60 – 5.60	SW Arenas bien gradadas de color pardo gris en condición parcialmente saturado, estrato medianamente compacto. El suelo no presenta plasticidad

S-03	1.00 – 1.80	SM Suelo arena limosa, de compacidad suelta, presenta nivel freático a los 1.30 metros, suelo de color marrón a gris oscuro.
	1.80 – 2.80	SM Suelo arena limosa, de compacidad suelta, en condición muy húmedo suelo de color marrón a gris oscuro. El suelo no presenta plasticidad
	2.80 – 3.60	SW Arenas bien gradadas de color pardo gris en condición saturado, estrato medianamente suelto. El suelo no presenta plasticidad
	3.60 – 5.60	SW Arenas bien gradadas de color pardo gris en condición parcialmente saturado, estrato medianamente compacto. El suelo no presenta plasticidad

CUADRO Nº 02 DE RESULTADOS SPT 01

Nº de ENSAYO	PROF. DE ENSAYO (m.)	ANGULO DE FRICCIÓN ϕ	COHESIÓN (Kg/m ²)	MODULO DE DEFORMACIÓN (Kg/cm ²)
1	1.00 - 1.80	23.56	0.00	103
2	1.80 - 2.80	24	0.00	108
3	2.80 - 3.60	26.48	0.00	123
4	3.60 - 4.60	28	0.00	135
5	4.60 - 5.60	27	0.00	128

CUADRO Nº 03 DE RESULTADOS SPT 02

Nº de ENSAYO	PROF. DE ENSAYO (m.)	ANGULO DE FRICCIÓN ϕ	COHESIÓN (Kg/m ²)	MODULO DE DEFORMACIÓN (Kg/cm ²)
1	1.00 - 1.80	24.85	0.00	110
2	1.80 - 2.80	25	0.00	110
3	2.80 - 3.60	26.20	0.00	120
4	3.60 - 4.60	28	0.00	138
5	4.60 - 5.60	26	0.00	123

CUADRO N° 04 DE RESULTADOS SPT 03

N° de ENSAYO	PROF. DE ENSAYO (m.)	ANGULO DE FRICCIÓN ϕ	COHESIÓN (Kg/m ²)	MODULO DE DEFORMACIÓN (Kg/cm ²)
1	1.00 - 1.80	24.45	0.00	118
2	1.80 - 2.80	26	0.00	110
3	2.80 - 3.60	24.85	0.00	133
4	3.60 - 4.60	28	0.00	133
5	4.60 - 5.60	28	0.00	

Finalmente mostraremos los resultados del tercer objetivo específico: calcular la capacidad portante del suelo de fundación de la vivienda utilizando parámetros geotécnicos de la calle Muñoz del CP. Jayllihuaya – Puno

3.3.10 CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

A la profundidad excavada los cimientos se apoyarán sobre suelos, cuyas características de resistencia están dadas principalmente por los ensayos realizados efectuado con una muestra de la calicata, que presentan los resultados:

Se empleará para él cálculo de capacidad de carga última por corte las fórmulas propuestas por Terzaghi, para zapatas continuas y cuadradas.

CALICATA 01

Considerando la teoría de Kart Terzaghi, la Capacidad Portante Admisibile del terreno se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{ult.} = C \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot b \cdot N_{\phi}$$

DONDE:

qult. : Presión de carga Ultima

qadm. : Presión de carga Admisible

C : Cohesión

F.S. : Factor de seguridad 3

ϕ : Angulo de Fricción Interna 28.0°

° : Angulo de Fricción corregido por falla local 21.7 °

CUADRO N° 05 ZAPATA CUADRADA:

COTA	DESPLANTE	ANCHO	FACTORES POR N.F.		q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)
			W	W'		
RELATIVA	Df (m)	B (m)				
-1.00	1.00	1.0	1.00	1.00	1.66	0.55
-1.00	1.00	1.5	1.00	1.00	1.75	0.58
-1.00	1.00	2.0	1.00	1.00	1.83	0.61
-2.00	2.00	1.0	1.00	1.00	3.16	1.05
-2.00	2.00	1.5	1.00	1.00	3.24	1.08
-2.00	2.00	2.0	1.00	1.00	3.32	1.11
-3.00	3.00	1.0	1.00	1.00	4.65	1.55
-3.00	3.00	1.5	1.00	1.00	4.74	1.58
-3.00	3.00	2.0	1.00	1.00	4.82	1.61
-4.00	4.00	1.0	1.00	1.00	6.15	2.05
-4.00	4.00	1.5	1.00	1.00	6.23	2.08
-4.00	4.00	2.0	1.00	1.00	6.31	2.10
-5.00	5.00	1.0	1.00	1.00	7.64	2.55
-5.00	5.00	1.5	1.00	1.00	7.73	2.58
-5.00	5.00	2.0	1.00	1.00	7.81	2.60

CUADRO N° 06 ZAPATA CORRIDA:

COTA	DESPLANTE	ANCHO	FACTORES POR N.F.		q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)
			W	W'		
RELATIVA	Df (m)	B (m)				
-1.00	1.00	1.0	1.00	1.00	1.38	0.46
-1.00	1.00	1.5	1.00	1.00	1.51	0.50
-1.00	1.00	2.0	1.00	1.00	1.64	0.55
-2.00	2.00	1.0	1.00	1.00	2.49	0.83
-2.00	2.00	1.5	1.00	1.00	2.62	0.87
-2.00	2.00	2.0	1.00	1.00	2.76	0.92
-3.00	3.00	1.0	1.00	1.00	3.60	1.20
-3.00	3.00	1.5	1.00	1.00	3.73	1.24

-3.00	3.00	2.0	1.00	1.00	3.87	1.29
-4.00	4.00	1.0	1.00	1.00	4.71	1.57
-4.00	4.00	1.5	1.00	1.00	4.85	1.62
-4.00	4.00	2.0	1.00	1.00	4.98	1.66
-5.00	5.00	1.0	1.00	1.00	5.82	1.94
-5.00	5.00	1.5	1.00	1.00	5.96	1.99
-5.00	5.00	2.0	1.00	1.00	6.09	2.03

CALICATA 02

Considerando la teoría de Kart Terzaghi, la Capacidad Portante Admisibile del terreno se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{ult.} = C \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot b \cdot N_{\gamma}$$

DÓNDE:

qult. : Presión de carga Ultima

qadm. : Presión de carga Admisibile

C : Cohesión

F.S. : Factor de seguridad 3

° : Angulo de Fricción Interna 27 °

° : Angulo de Fricción corregido por falla local 20.9 °

CUADRO Nº 07 ZAPATA CUADRADA:

COTA	DESPLANTE	ANCHO	FACTORES POR N.F.		q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)
			W	W'		
RELATIVA	D _f (m)	B (m)				
-1.00	1.00	1.0	1.00	1.00	2.03	0.68
-1.00	1.00	1.5	1.00	1.00	2.12	0.71
-1.00	1.00	2.0	1.00	1.00	2.21	0.74
-2.00	2.00	1.0	1.00	1.00	3.72	1.24
-2.00	2.00	1.5	1.00	1.00	3.81	1.27
-2.00	2.00	2.0	1.00	1.00	3.90	1.30

-3.00	3.00	1.0	1.00	1.00	5.40	1.80
-3.00	3.00	1.5	1.00	1.00	5.49	1.83
-3.00	3.00	2.0	1.00	1.00	5.58	1.86
-4.00	4.00	1.0	1.00	1.00	7.09	2.36
-4.00	4.00	1.5	1.00	1.00	7.18	2.39
-4.00	4.00	2.0	1.00	1.00	7.27	2.42
-5.00	5.00	1.0	1.00	1.00	8.78	2.93
-5.00	5.00	1.5	1.00	1.00	8.87	2.96
-5.00	5.00	2.0	1.00	1.00	8.96	2.99

CUADRO Nº 08 ZAPATA CORRIDA:

COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)
			W	W'		
-1.00	1.00	1.0	1.00	1.00	1.55	0.52
-1.00	1.00	1.5	1.00	1.00	1.70	0.57
-1.00	1.00	2.0	1.00	1.00	1.84	0.61
-2.00	2.00	1.0	1.00	1.00	2.82	0.94
-2.00	2.00	1.5	1.00	1.00	2.96	0.99
-2.00	2.00	2.0	1.00	1.00	3.11	1.04
-3.00	3.00	1.0	1.00	1.00	4.09	1.36
-3.00	3.00	1.5	1.00	1.00	4.23	1.41
-3.00	3.00	2.0	1.00	1.00	4.37	1.46
-4.00	4.00	1.0	1.00	1.00	5.35	1.78
-4.00	4.00	1.5	1.00	1.00	5.50	1.83
-4.00	4.00	2.0	1.00	1.00	5.64	1.88
-5.00	5.00	1.0	1.00	1.00	6.62	2.21
-5.00	5.00	1.5	1.00	1.00	6.76	2.25
-5.00	5.00	2.0	1.00	1.00	6.91	2.30

CALICATA 03

Considerando la teoría de Kart Terzaghi, la Capacidad Portante Admisibile del terreno se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{ult.} = C \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot b \cdot N_{\gamma}$$

DÓNDE:

$q_{ult.}$: Presión de carga Última

$q_{adm.}$: Presión de carga Admisibile

C : Cohesión

F.S. : Factor de seguridad 3

ϕ : Angulo de Fricción Interna 28 °

ϕ' : Angulo de Fricción corregido por falla local 21.7 °

CUADRO N° 09 ZAPATA CUADRADA:

COTA	DESPLANTE	ANCHO	FACTORES POR N.F.		q_d (kg/cm ²)	q_{adm} (kg/cm ²)
			W	W'		
RELATIVA	Df (m)	B (m)				
-1.00	1.00	1.0	1.00	1.00	2.01	0.67
-1.00	1.00	1.5	1.00	1.00	2.11	0.70
-1.00	1.00	2.0	1.00	1.00	2.22	0.74
-2.00	2.00	1.0	1.00	1.00	3.83	1.28
-2.00	2.00	1.5	1.00	1.00	3.93	1.31
-2.00	2.00	2.0	1.00	1.00	4.03	1.34
-3.00	3.00	1.0	1.00	1.00	5.64	1.88
-3.00	3.00	1.5	1.00	1.00	5.74	1.91
-3.00	3.00	2.0	1.00	1.00	5.84	1.95
-4.00	4.00	1.0	1.00	1.00	7.45	2.48
-4.00	4.00	1.5	1.00	1.00	7.55	2.52
-4.00	4.00	2.0	1.00	1.00	7.65	2.55
-5.00	5.00	1.0	1.00	1.00	9.26	3.09
-5.00	5.00	1.5	1.00	1.00	9.36	3.12
-5.00	5.00	2.0	1.00	1.00	9.46	3.15

CUADRO Nº 10 ZAPATA CORRIDA:

COTA	DESPLANTE	ANCHO	FACTORES POR N.F.		q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)
			W	W'		
-1.00	1.00	1.0	1.00	1.00	1.67	0.56
-1.00	1.00	1.5	1.00	1.00	1.83	0.61
-1.00	1.00	2.0	1.00	1.00	1.99	0.66
-1.50	1.50	1.0	1.00	1.00	2.34	0.78
-1.50	1.50	1.5	1.00	1.00	2.50	0.83
-1.50	1.50	2.0	1.00	1.00	2.67	0.89
-2.00	2.00	1.0	1.00	1.00	3.02	1.01
-2.00	2.00	1.5	1.00	1.00	3.18	1.06
-2.00	2.00	2.0	1.00	1.00	3.34	1.11
-2.50	2.50	1.0	1.00	1.00	3.69	1.23
-2.50	2.50	1.5	1.00	1.00	3.85	1.28
-2.50	2.50	2.0	1.00	1.00	4.01	1.34
-3.00	3.00	1.0	1.00	1.00	4.36	1.45
-3.00	3.00	1.5	1.00	1.00	4.53	1.51
-3.00	3.00	2.0	1.00	1.00	4.69	1.56

3 DISCUSIÓN

Discusión de los resultados de los objetivos y validación de las hipótesis

Se valida la **hipótesis general** por las siguientes razones:

Se necesita calcular los parámetros geotécnicos para así obtener la capacidad portante, por lo que se calculó estos parámetros con diferentes ensayos.

Según el RNE E.050– 2018 en el artículo 16.2.9 los parámetros de diseño y ejecución de obras de sostenimientos se necesita: peso unitario, cohesión, ángulo de fricción.

Según (Gonzales de vallejo, 2002) nos dice que la insuficiencia de capacidad portante implica la presencia de problemas geotécnicos. Por el contrario, una adecuada capacidad portante del terreno ayuda favorablemente a las condiciones geotécnicas.

Se valida la **hipótesis específica 1** por las siguientes razones:

Se realizó la exploración in situ del suelo en 3 puntos de exploración que son las calicatas (C-01, C-02 y C-03), por lo que se tomó este número de exploración de acuerdo al RNE E.050– 2018 (tabla 6 – Número de puntos de exploración) de acuerdo del tipo de edificación pórticos y/o muros de concreto tipo III, para un área techada de 900 m², por lo cual de acuerdo a la norma el número de exploraciones “n” nunca será menor de 3. Y que la profundidad de exploración según esta norma para cimentación deberá ser no menor a 3 metros.

Al respecto palomino, “Evaluación geotécnica aplicada al diseño de cimentaciones superficiales, en el distrito de Ventanilla, Lima-2018”, citado como antecedente nacional ha hecho 3 calicatas a una profundidad de 2 metros el cual en este estudio se basó en el reglamento nacional de edificaciones norma E.050 suelos y cimentaciones – 2016.

Como se puede concluir que en el estudio de palomino se basó en el RNE E.050– 2018, considerando para ese entonces una profundidad de cimentación no menor de 2 metros y 3 calicatas. Por lo que a partir del 2018 diciembre en adelante se considera el RNE E.050 – 2018 el cual nos dice que la profundidad

de exploración deberá ser no menor de 3 metros y que acorde al tipo de edificación en nuestro caso tipo III para un área techa igual o menor de 900 m² el número de puntos de exploración (n) deberá ser 1 calicata, pero “n” nunca deberá ser menor de 3.

Se valida la **hipótesis específica 2** por las siguientes razones:

Para determinar los parámetros geotécnicos como son la cohesión del suelo, ángulo de fricción del suelo se obtuvieron mediante el ensayo SPT del cual en la calicata 01 para una profundidad de 3 metros aproximadamente se obtuvo el valor de 26. 48°, para la calicata 02 para una profundidad de 3 metros aproximadamente fue de se obtuvo 26. 20° y finalmente para la calicata 03 a una profundidad de 3 metros 24.85°.

Con respecto Gonzales, (2002) nos indica que, para determinar los parámetros geotécnicos de la cohesión y ángulo de fricción, uno de los métodos a utilizar es el ensayo de penetración estándar (SPT) donde durante la perforación del sondeo nos permite obtener un valor N de resistencia a la penetración que puede ser correlacionado con parámetros geotécnicos como el ángulo de rozamiento y cohesión. Además, según el reglamento nacional de edificaciones norma E.050 suelos y cimentaciones – 2018 nos dice que para obtener el parámetro N lo cual hay que correlacionar para obtener los parámetros geotécnicos (tabla 3)

Por lo que se valida la hipótesis determinando lo parámetros geotécnicos de acuerdo al ensayo SPT concorde a Gonzales, (2002) y el RNE E.050 – 2018

Se valida la **hipótesis específico 3** por las siguientes razones:

En cuanto al cálculo de la capacidad portante del suelo de fundación con la ecuación métodos teóricos según ecuaciones de Terzaghi el cual se obtuvo los valores los valores de capacidades portantes para zapatas cuadradas: Calicata 01 a una profundidad de desplante de 2.00 y un ancho de cimentación de 1.5 se tiene una capacidad de carga de 1.08 kg/cm². Para la calicata 02 a una profundidad de desplante de 2.00 y un ancho de cimentación de 1.5 se tiene una capacidad admisible de 1.27 kg/cm² y finalmente en la calicata 03 a una

profundidad de desplante de 2.00 y un ancho de cimentación de 1.5 se tiene una capacidad admisible de 1.31. kg/cm².

Así mismo según Atencio, en su investigación de para suelos finos y diseños de cimentaciones para una edificación tipo C que desarrollo en el barrio Chanu Chanu en el distrito de Puno, citado como antecedente local en su trabajo de investigación para el cálculo de capacidad portante del suelo utilizo también la ecuación métodos teóricos según ecuaciones de Terzaghi donde obtuvo los siguientes resultados para la calicata q_{adm}= 0.61 kg/cm², calicata 2 q_{adm}= 0.62 kg/cm², calicata 3 q_{adm}= 0.65 kg/cm², calicata 4 q_{adm}= 0.61 kg/cm², calicata 5 q_{adm}= 0.62 kg/cm² y calicata 6 y q_{adm}= 0.63 kg/cm².

Por lo que se valida la hipótesis específico 3 por atencio y el presente trabajo de investigación se usaron el mismo método de cálculo de la capacidad portante del suelo de fundación con la ecuación métodos teóricos según ecuaciones de Terzaghi.

En este capítulo se detallará y contrastará ideas de esta tesis con los antecedentes resumidos de investigaciones similares y anteriores con la finalidad hacer un análisis de los diferentes resultados.

Como primer objetivo específico: Realizar la exploración in situ del suelo de la vivienda de la calle Muñoz CP Jayllihuaya – Puno

Según la tesis de “Evaluación geotécnica aplicada al diseño de cimentaciones superficiales, en el distrito de Ventanilla, Lima-2018” se hicieron 3 calicatas el cual estaban mayormente sobre suelos arenosos y no hubo la presencia de nivel freático, pero los suelos se encontraron con contenido de humedad promedio de 6.3% y para los parámetros de resistencia se usó el corte directo, con respecto a la presente tesis de investigación también se hicieron de 3 calicatas de acorde a la norma E050, en la calicatas se encontró la napa freática a los 1.25 metros promedio lo que implica al suelo muy inestable por presentar condición de falla local que baja los 2/3 del Angulo de fricción que por ende las capacidades portantes salen más bajas en comparación con la tesis mencionada. Para el cálculo del Angulo de fricción se usó el SPT. En cuanto a los cálculos utilizados en la tesis “Evaluación geotécnica aplicada al diseño de

cimentaciones superficiales, en el distrito de Ventanilla, Lima-2018” se apoyaron con los softwares SAFE y ETABS y en la presente tesis se usaron el Excel.

4 CONCLUSIONES

De los resultados del objetivo general se concluye que:

- Se hizo la evaluación de la capacidad portante del terreno de fundación con parámetros geotécnicos como son, cohesión, ángulo de fricción y peso específico.

De los resultados del objetivo específico 1 se concluye que:

- En la exploración de campo se hicieron 3 calicatas a 3 metros de profundidad, extracción, etiquetado de muestras de suelo; y 3 puntos de sondaje del ensayo de penetración estándar (SPT).
- En la exploración de campo se encontró el nivel freático a 1.25 metros promedio.

De los resultados del objetivo específico 2 se concluye que:

- En los ensayos de laboratorio se hicieron: análisis granulométrico por tamizado, límites de atterberg, control de humedad y peso unitario. Para el cálculo de los parámetros de resistencia se calculó con el SPT.
- Para el cálculo de dimensiones de diseño de zapata se usó la teoría de Karl Terzaghi para la capacidad portante admisible.
- Los suelos que mayor predominan en el área de estudios son arenas pobremente gradadas, arenas bien gradadas y arenas limosas (SM, SP y SW)
- En cuanto el perfil estratigráfico se tiene: Calicata - 01:
 - 0.00 – 1.00 m.: Suelo compuesto por orgánico y relleno.
 - 1.00 – 1.30 m.: Suelo clasificado como SM: arena limosa, de compacidad suelta, presenta nivel freático a los 1.20 metros, suelo de color marrón a gris oscuro, suelo muy inestable cada vez que la retroexcavadora excava con la cuchara del equipo se derrumba el material.

- 1.30 – 1.80 m.: Suelo clasificado como ML, limo arenoso de baja plasticidad, suelo de color negro, suelo inestable, presenta nivel freático a los 1.20 metros de compacidad baja a suave
- 1.80 – 3.00 m.: Suelo clasificado como SM: arena limosa, de compacidad suelta, presenta nivel freático a los 1.20 metros, suelo de color marrón a gris oscuro, suelo muy inestable cada vez que la retroexcavadora excava con la cuchara del equipo se derrumba el material.
- En cuanto el perfil stratigráfico se tiene: Calicata - 02:
 - 0.00 – 1.00 m.: Suelo compuesto por orgánico y relleno.
 - 1.00 – 1.30 m.: Suelo clasificado como SM: arena limosa, de compacidad suelta, presenta nivel freático a los 1.30 metros, suelo de color marrón a gris oscuro, suelo muy inestable cada vez que la retroexcavadora excava con la cuchara del equipo se derrumba el material.
 - 1.30 – 2.00 m.: Suelo clasificado como ML, limo arenoso de baja plasticidad, suelo de color negro, suelo inestable, presenta nivel freático a los 1.30 metros de compacidad baja a suave
 - 2.00 – 3.00 m.: Suelo clasificado como SM: arena limosa, de compacidad suelta, presenta nivel freático a los 1.30 metros, suelo de color marrón a gris oscuro, suelo muy inestable cada vez que la retroexcavadora excava con la cuchara del equipo se derrumba el material.
- En cuanto el perfil stratigráfico se tiene: Calicata - 03:
 - 0.00 – 1.10 m.: Suelo compuesto por orgánico y relleno.
 - 1.10 – 1.50 m.: Suelo clasificado como SM: arena limosa, de compacidad suelta, presenta nivel freático a los 1.30 metros, suelo de color marrón a gris oscuro, suelo muy inestable cada vez que la retroexcavadora excava con la cuchara del equipo se derrumba el material.
 - 1.50 – 2.10 m.: Suelo clasificado como ML, limo arenoso de baja plasticidad, suelo de color negro, suelo inestable, presenta nivel freático a los 1.30 metros de compacidad baja a suave
 - 2.10 – 3.00 m.: Suelo clasificado como SM: arena limosa, de compacidad suelta, presenta nivel freático a los 1.30 metros, suelo de color marrón a gris oscuro, suelo muy inestable cada vez que la retroexcavadora excava con la cuchara del equipo se derrumba el material.

De los resultados del objetivo específico 3 se concluye que:

- Para los valores de capacidades portantes para zapatas cuadradas:
 - Calicata 01 a una profundidad de desplante de 2.00 y un ancho de cimentación de 1.5 se tiene una capacidad admisible de 1.08 kg/cm².
 - Calicata 02 a una profundidad de desplante de 2.00 y un ancho de cimentación de 1.5 se tiene una capacidad admisible de 1.27 kg/cm².
 - Calicata 03 a una profundidad de desplante de 2.00 y un ancho de cimentación de 1.5 se tiene una capacidad de carga de 1.31. kg/cm².
- Para los valores de capacidades portantes para zapatas corridas:
 - Calicata 01 a una profundidad de desplante de 3.00 y un ancho de cimentación de 1.5 se tiene una capacidad admisible de 1.24 kg/cm².
 - Calicata 02 a una profundidad de desplante de 3.00 y un ancho de cimentación de 1.5 se tiene una capacidad admisible de 1.41 kg/cm².
 - Calicata 03 a una profundidad de desplante de 3.00 y un ancho de cimentación de 1.5 se tiene una capacidad admisible de 1.51 kg/cm².

5 RECOMENDACIONES

De la conclusión del objetivo general se recomienda

No debe cimentarse sobre el relleno antrópico y/o montículos de tierra suelos orgánicos, turba o mezcla de ellos por lo que deben ser retirados en su totalidad y reemplazado por un relleno controlado y compactado según la Norma E-0.50 artículo 21 (21.1).

Deberá realizarse un seguimiento o monitoreo de la evolución o desarrollo de las zonas críticas o de asentamiento en el proceso constructivo.

Se recomienda que la construcción de esta vivienda unifamiliar comience pasando las precipitaciones pluviales que termina aproximadamente en el mes de marzo o mayo, para así no tener problemas con las aguas cargadas de los ojos de agua o aguas subterráneas o quebradas cerca.

Para la cimentación se recomienda zapatas cuadradas con vigas conectadas no menor a 2 metros de profundidad.

En la zona del proyecto se presenta un nivel freático por lo cual se recomienda diseñar un adecuado sistema de subdrenaje horizontal o vertical (colchones de drenaje y/o pozos verticales de drenaje por gravedad) para poder evacuar el agua subterránea y de filtraciones, para que no puedan afectar a la cimentación una vez construidas.

Se recomienda realizar un adecuado diseño estructural, considerando rellenos de controlados de ingeniería y sistema de drenaje que garantice la estabilidad y funcionamiento adecuado de las estructuras frente a solicitaciones de este tipo

De la conclusión del objetivo específico 1 se recomienda

Según el reglamento nacional de edificaciones E.050 Suelos y cimentaciones 2018 - diciembre se debe realizar la profundidad de exploración deberá ser no menor de 3 metros y que acorde al tipo de edificación en nuestro caso tipo III para un área techa igual o menor de 900 m² el número de puntos de exploración (n) deberá ser 1 calicata, pero "n" nunca deberá ser menor de 3

De la conclusión del objetivo específico 2 se recomienda

De acuerdo al tipo de suelo encontrado por ser un tipo de suelo arenoso se deberá realiza cambio de material con un relleno controlado de ingeniería.

De la conclusión del objetivo específico 3 se recomienda

Según los cálculos de los resultados de las capacidades portantes para el tipo de suelo evaluado deberán ser no menor a 2 metros de profundidad para una zapata cuadrada.

REFERENCIAS

- 1 AMERICAN Society For Testing and Materials D420 (ASTM). Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis, United States, 2017
- 2 AMERICAN Society for Testing and Materials D2487 (ASTM) Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- 3 AMERICAN Society for Testing and Materials D4318 (ASTM). Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soil.
- 4 AMERICAN Society for Testing and Materials **D6913** (ASTM) Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis¹
- 5 AMERICAN Society for Testing and Materials **D7263** (ASTM) Standard Test Methods for Laboratory Determination of Density and Unit Weight of Soil Specimens
- 6 AMERICAN Society for Testing and Materials D2216 (ASTM). Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass, United States, 2019
- 7 AMERICAN Society for Testing and Materials D1586 (ASTM). Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils, United States, 2018
- 8 AMERICAN Society for Testing and Materials **D854** (ASTM) Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer
- 9 American Association of State Highway and Transportation Officials T 291 (AASHTO) Standard Method of Test for Determining Water-Soluble Chloride Ion Content in Soil
- 10 American Association of State Highway and Transportation Officials T 290 (AASHTO) Standard Method of Test for Determining Water-Soluble Sulfate Ion Content in Soil
- 11 American Association of State Highway and Transportation Officials T 291 (AASHTO)
- 12 Terzaghi, K. (1943). Theoretical Soil Mechanics. New York: John Wiley & Sons, ISBN: 978-047-017-276-6

- 13 Bowles, J.E. (1958). Foundation analysis and design. 5ta ed. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc All right reserved.
- 14 Bowles, J. E. (1996). Foundation Analysis and Design (Fifth edition). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- 15 Budhu, M. (2011). Soil Mechanics and Foundations (Third edition). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- 16 Donald G. N. (2004). Civil Engineering (license review)

- 1 Braga m. Das (1999) Fundamentos de Ingeniería Geotécnica.
- 2 CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y Cimentaciones. 5.a ed. Monterrey: Editorial Limusa, 2004
- 3 Curso de Cimentaciones de Maestría – UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - Dr. Alva Hurtado.
- 4 FERNÁNDEZ, Irving. Zonificación geotécnica mediante el ensayo de SPT Y corte directo para la ampliación de la sub estación eléctrica de la provincia de Piura. Tesis (Ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2014.
- 5 HERNÁNDES, Roberto. Metodología de la Investigación. 6.a ed. México
- 6 Ingeniería Geotécnica - Braja M Das.
- 7 INGEMMET Boletín Puno 32-v.
- 8 Manual de laboratorio - Joshep Bowles.
- 9 “Manual de Carreteras” Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – MTC
- 10 MTC - Manual Ensayo de Materiales 2016.
- 11 Norma Técnica Peruana 339.127. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. Perú, 2001.
- 12 Norma Técnica Peruana 339.128. Análisis granulométrico de suelos por tamizado. Perú, 2001.
- 13 Norma Técnica Peruana 339.129. Determinación del límite líquido y plástico de los suelos. Perú, 2001.
- 14 Norma Técnica Peruana 339.131. Gravedad específica de los suelos. Perú, 2001

- 15 Palomino Aguila, Ana Carolina, Evaluación geotécnica aplicada al diseño de cimentaciones superficiales, en el distrito de Ventanilla, Lima-2018. Tesis (pregrado ingeniería civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- 16 Pérez Quispe Wendy Jhennifer, Zonificación geotécnica mediante Penetración Dinámica Ligera (DPL), sector Buenos Aires Sur, Víctor Larco Herrera – Trujillo – La Libertad 2018. Tesis (pregrado ingeniería civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.
- 17 Principios de Ingeniería de Cimentaciones - Braja M Das.
- 18 Ramos Medina, Nelber Yoney, Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal de la localidad de Agomarca, distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Cajamarca – 2018. Tesis (pregrado ingeniería civil). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo.
- 19 Reglamento Nacional de Edificaciones E.030 Norma Técnica Peruana – Diseño Sismorresistente con resolución Ministerial N° 355-2018-Vivienda.
- 20 Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.050 Norma Técnica Peruana - Suelos y cimentaciones con resolución Ministerial N° 406-2018-Vivienda.
- 21 TERZAGHI, Karl. Mecánica de suelos en la Ingeniería práctica. Segunda edición. España, 1980.
- 22 Fernández M., W. R. (2015). Evaluación de la capacidad portante de los suelos de fundación de la ciudad universitaria – Universidad Nacional de Cajamarca – 2014. Tesis de Doctorado, Escuela de Postgrado, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- 23 Gómez T., J. y Cenepo P., J. C. (2019). Evaluación y diseño de la capacidad portante del suelo con fines de cimentación para viviendas multifamiliares en la CC.NN. Pucallpa, en el distrito de Shanao, Lamas, San Martín. Tesis de titulación, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.
- 24 Das, B. M. (2012). Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones (Séptima edición). México: Cengage Learning Editor

ANEXOS

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Evaluación geotécnica	La evaluación geotécnica se refiere a grupos de distintos parámetros geológicos y diferentes suelos, este estudio geotécnico accede a conocer las propiedades mecánicas y físicas y determinar cuánto será la base que puede soportar el suelo lo más importante poder ver el asentamiento que la estructura tiene que sufrir.	Según la norma E050 - Suelos y cimentaciones la evaluación geotécnica se desarrolla a partir de la determinación del tipo de suelo y la prueba de laboratorio para obtener los parámetros mecánicos y físicos, por lo tanto, puede combinar la forma máxima permitida que el suelo puede soportar a la carga de la cimentación.	Estudio de mecánica de suelos. Peso volumétrico. Capacidad portante. Nivel de desplante.	Contenido de humedad. Análisis granulométrico. Límite de consistencia. Peso unitario. Capacidad de carga admisible. Capacidad de carga ultima.	Razón (%) Razón (%) Razón (%) Razón(gr/c m3) Razón Razón

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

<p>Diseño cimentación</p>	<p>Los suelos y cimientos define la parte de un edificio que transmite cargas estructurales al suelo. En la cimentación se considera el tipo poco profundo y profundo basado en el tipo de suelo de fundación.</p>	<p>Según la norma E050 - Suelos y cimentaciones, el diseño de cimentación se obtiene según los datos obtenidos en los ensayos de mecánica de suelos.</p>	<p>Cohesión. Angulo de fricción interna. Nivel freático. Perfil del terreno.</p>	<p>Método de determinación de capacidad portante. Tipo de cimentación. Predimensionamiento de la cimentación.</p>	<p>Razón</p>
---------------------------	--	--	--	---	--------------

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE CAPACIDAD PORTANTE PARA DISEÑAR CIMENTACIÓN DE VIVIENDA UTILIZANDO PARÁMETROS DE RESISTENCIA - CALLE MUÑOZ CP. JAYLLIHUAYA - PUNO - 2021

PROBLEMAS GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
		GENERAL				
PG.- El problema general responde a la pregunta: ¿Cómo podemos evaluar la capacidad portante del suelo de fundación de la vivienda utilizando parámetros geotécnicos de la calle Muñoz del CP. Jayllihuaya – Puno?	OG – Como objetivo general he considerado para esta investigación evaluar la capacidad portante del suelo de fundación de la vivienda utilizando parámetros geotécnicos en la calle Muñoz del CP. Jayllihuaya – Puno.	HG. - La evaluación adecuada de la capacidad portante, permite determinar los parámetros geotécnicos de la calle Muñoz del CP Jayllihuaya - Puno	Variable 1 Evaluación geotécnica	D1: Estudio de mecánica de suelo Peso volumétrico D2: capacidad portante Nivel de desplante D3: cohesión	I1: Contenido de humedad I1: Análisis granulométrico I1: Limite de consistencia I1: Peso unitario I2.- Capacidad de Carga Admisible I2.- Capacidad de Carga Última	Tipo de investigación Cuantitativo Nivel de investigación descriptivo y Explicativo Diseño de investigación No experimental Población Viviendas unifamiliares de la Calle Muñoz del CP. JAYLLIHUAYA – PUNO
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS				
PE1.- Como primer problema específico se tiene la siguiente pregunta:	OE1.- Como primer objetivo específico: Realizar la exploración in situ del suelo de la vivienda de la calle	HE1. – Realizando la exploración in situ se logra recopilar información	Variable 2			

<p>¿Cómo realizar la exploración in situ del suelo de la vivienda de la calle Muñoz CP Jayllihuaya – Puno?</p>	<p>Muñoz CP Jayllihuaya – Puno</p>	<p>geológica y geotécnica.</p>	<p>Diseño cimentación</p>	<p>D4: Angulo de fricción interna,</p>		<p>Muestra No probabilística vivienda unifamiliar</p>
<p>PE2.- Como primer problema específico planteo la siguiente pregunta: ¿Cómo podemos determinar los parámetros geotécnicos de la vivienda de la calle Muñoz – cp. Jayllihuaya – Puno?</p>	<p>OE2.- Como segundo objetivo específico se ha propuesto lo siguiente: Determinar los parámetros geotécnicos de la vivienda de la calle Muñoz – cp. Jayllihuaya – Puno</p>	<p>HE2.- Determinando los parámetros geotécnicos de la vivienda se logra obtener los ensayos de laboratorio</p>		<p>D5: Nivel freático D6: Perfil del terreno</p>	<p>I1: Método de Determinación de capacidad portante I2: Tipo de cimentación I3: Pre-dimensionamiento de la cimentación</p>	
<p>PE3.- Finalmente, para el desarrollo de esta investigación he planteado la pregunta: ¿Cómo podemos calcular la capacidad portante del suelo de</p>	<p>OE3.- Finalmente, como tercer objetivo específico: Calcular la capacidad portante del suelo de fundación de la vivienda utilizando parámetros</p>	<p>HE3.- Calculando la capacidad portante del suelo de fundación de la vivienda se logra obtener los resultados físicos</p>				

fundación de la vivienda utilizando parámetros geotécnicos de la calle Muñoz del CP. Jayllihuaya – Puno?	geotécnicos de la calle Muñoz del CP. Jayllihuaya – Puno	mecánicas del suelo.					
--	--	-------------------------	--	--	--	--	--

Declaratoria de Originalidad de los Autores

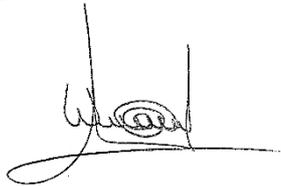
Nosotros, ESCOBAR MENDOZA, LIZ MARIELA Y CUTIMBO CHECALLA RIMSKY ZENON, egresado de la Facultad de ingeniería y arquitectura y Escuela Profesional de ingeniería civil de la Universidad César Vallejo Sede callao, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulado: “EVALUACION GEOTECNICA DE CAPACIDAD PORTANTE PARA DISEÑAR CIMENTACION DE VIVIENDA UTILIZANDO PARAMETROS DE RESISTENCIA - CALLE MUÑOZ CP. JAYLLIHUAYA - PUNO - 2021”.

Es nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Ciudad de lima, 19 de diciembre de 2021

Autor: ESCOBAR MENDOZA, LIZ MARIELA	
DNI: 70154919	Firma 
ORCID: 0000-0002-0472-5821	
Autor: CUTIMBO CHECALLA RIMSKY ZENON	
DNI: 46369784	Firma 
ORCID: 0000-0002-3192-3313	