

NOMBRE DEL TRABAJO

**CARUAJULCA GONZALES ALEX FERNANDEZ LSLATER.pdf**

AUTOR

**ALEX SLATER CARUAJULCA FERNANDEZ**

RECUENTO DE PALABRAS

**12486 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**62582 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**59 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**1.9MB**

FECHA DE ENTREGA

**May 31, 2023 7:43 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**May 31, 2023 7:44 PM GMT-5****● 19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

### 1.1. Realidad problemática.

En las zonas costeras de la región sureste de china con el incremento de tránsito ferroviario urbano, una gran cantidad de cimientos profundos se han desarrollado con proyectos de boxes. Hoy en día un gran número de estudiantes han realizado el estudio del problema del espacio del pozo de cimentación con diferentes características de suelos [1]. Es importante mejorar los métodos de cimentaciones profundas para diseño de los cimientos de los edificios de gran altura en las zonas con suelo irregular compresibilidad y alta sismicidad. Los accidentes de seguridad causados por la deformación e inestabilidad del sistema de soporte de anclaje de pilotes ocurren con frecuencia [2]. En los últimos años se ha generado un rápido desarrollo soporte de pozos de cimentaciones profundas donde se ha convertido en un problema de importante en la construcción de edificaciones [3].

En el Perú las construcciones vienen siendo un reto, donde la búsqueda de invocación y nuevos procesos constructivos son los que facilitan óptimos resultados para conseguir el desarrollo de un proyecto [4].

Así mismo, se sostiene que, por el aumento de la población y la pobreza, la adquisición de terrenos en zonas urbanas es muy demandante puesto que las personas encuentran mejores oportunidades laborales en las ciudades más desarrolladas, esto hace que se genere un crecimiento de edificaciones en forma vertical con cimientos profundos. Donde el proceso de compactación deficiente, se encuentran características de suelos de mala calidad, suelos y aguas contaminadas químicamente donde sean producido agrietamientos significativos en las estructuras de cimentación [5].

En la ciudad de Chiclayo, distrito de Pimentel se tiene los suelos de capacidad portante media baja, es por ello que la caracterización hidromecánica proveerá de ciertos parámetros geotécnicos para poder establecer diseños que no ocasionen problemas estructurales debido a que existe vacíos en el conocimiento pues no existe un estudio en la

ciudad de Chiclayo que abarque una hidromecánica de los suelos para dichos fines, tanto a la cimentación como a la super estructura. Es por eso, que se tiene como objetivo principal determinar la caracterización hidromecánica de un suelo considerando el corte directo, y estos datos poder utilizarlos en la propuesta de una cimentación acorde lo presentando in situ.

Se muestran los siguientes antecedentes con fines científicos para analizar la falencia de resultados y contrastar posteriormente, [6]. en su artículo <sup>18</sup> titulado “*Variabilidad espacial un suelo arcilloso del sector Sabana Centro para la confiabilidad de asentamientos por consolidación primaria: caso de estudio Campus Nueva Granada*” tuvieron como objetivo presentar un estudio y caracterización hidromecánica del suelo con fines de cimentación profunda. Los resultados del perfil estratigráficos mediante el método del tubo Shelby con el fin de clasificar el suelo (SUCS), para un total de tres especímenes mostró la descripción de cada material debido a que a la profundidad de 0-0.20 m se tuvo capa vegetal, 0.2-0.50 m tuvo un limo orgánico de color gris claro, 0.5-1.0 m hubo un limo de color gris, consistencia firme, de 1-4.0 m tuvo arcillas de consistencia blanda y plasticidad alta, de 4-4.30 m tuvo arenas fina suelta y de 4.3-5.0 m una arcilla de consistencia blanda y plasticidad media, respecto a los sondeos según la SUCS se tuvo suelos MH e índices de plasticidad entre 52.4 hasta 53.8%.

Martínez [7] en su tesis de pregrado “*Determinación de asentamientos en cimentaciones superficiales sobre suelos no saturados*” determino los asentamientos bajo una cimentación aislada sometida a carga axial centrada, para grados de saturación y succión del suelo a analizar a través de modelos tridimensionales. La metodología que empleo es el modelo de comprobación de la influencia de succión y permeabilidad en los asentamientos de suelos parcialmente saturados, donde se obtuvo que el modelado de estudio de los casos en el software Abuqes 2017, es el que se utiliza para elementos finitos.

Shi et al., [8]. en su artículo titulada <sup>37</sup> “*Deformation analysis of deep foundation pit in soft soil area considering space time effect*”, tuvieron como finalidad analizar los datos de la cimentación profunda de Shanghai Taojiazhai en diversas fases de construcción. Los

resultados mostraron que el desplazamiento lateral de la estructura de mantenimiento y de las tuberías adyacentes es pequeño en la esquina de la fosa de cimentación y grande en el centro de la pared de la fosa. El asentamiento del terreno alrededor de la fosa de cimentación aumenta primero y luego disminuye a lo largo de la dirección que se aleja de la pared. El desplazamiento lateral máximo de la estructura de contención fuera del pozo de cimentación es 0,15 veces la profundidad de excavación. La ubicación del desplazamiento lateral máximo está por encima de la superficie de excavación y cerca de la superficie de excavación, que es 0,8 veces la profundidad de excavación.

Bo wu et al., [9]. en su investigación titulada <sup>34</sup> *Empirical Method and Finite Element Analysis of Deep Foundation Pit Excavation in Ningbo Soft Soil* tuvo como objetivo que las excavaciones de pozos de cimentaciones profundas en ciudad de Ningbo se ha convertido un problema urgente a resolver; se llegó a concluir que las características físicas del desplazamiento horizontal y el asentamiento de la superficie durante la excavación del pozo de cimentación obtuvieron comparaciones de métodos empíricos, donde el método de elementos finitos tiene una mejor precisión de predicción y el método de elementos finitos es más complicado. El asentamiento superficial máximo del valor simulado es de -50,02 mm, el valor medido es de -60,20 mm, el error es del 16,9%, y el valor de asentamiento máximo de la curva de distribución de Wang Weidong es de -50,02 mm. Wang Weidong es aproximadamente 3 veces mayor que el valor medido, y el error es mucho mayor que el valor simulado. mayor que el valor simulado.

presentaron en su investigación científica titulada como *“Research on deep excavation of foundation pits based on monitoring data”* tuvo como objetivo determinar los datos del monitoreo durante la excavación del proyecto de pozo de cimentación profunda de un hospital de Guiyang; llegó a concluir que la excavación profunda del pozo a 9 metros su factor clave que afecta al asentamiento de cimentación poco profundo, la excavación de 15 metros la influencia de longitud afecta a la cimentación. La longitud lateral es el principal factor de influencia, el asentamiento de la fosa de cimentación por debajo de 15 m tiende a ser estable; el asentamiento de la carretera circundante por encima de 12 m de profundidad de la fosa de

cimentación es más evidente, y el asentamiento tiende a converger después de 12 m de profundidad [10].

Zhongju et al., [11]. los autores en su investigación científica titulada "*Numerical simulation study of eye-shaped foundation pit*" tuvo como objetivo estudiar la estabilización del soporte del foso de cimentación profunda en forma de ojo; se concluyó que las muestras encontradas en el pozo de cimentación tienen buena estabilidad y la deformación se controla dentro de un rango razonable. El desplazamiento lateral del muro en la región del muro interior transversal es significativamente menor que en la región del arco circular. El desplazamiento lateral máximo del muro es de 2,96 cm en la intersección de los dos "arcos" en la región transversal y la vertical en la capa de arcilla limosa. A lo largo de la profundidad de excavación, el valor de levantamiento es excavado por 1> excavación y 3> excavación 2. Los resultados de la investigación demuestran plenamente que la fosa de cimentación en forma de ojo tiene una buena estabilidad y la deformación se controlada dentro de un rango razonable.

Zambrano et al., [12]. en su tesis de pregrado llamado "*Consideraciones de diseño-resistente para cimentaciones profundas en la ciudad de Guayaquil*", tuvo como finalidad principal analizar y evaluar la cimentación profunda de un edificio hallado en un sitio sur de Guayaquil. Se analizó un edificio de 28.5 m de ancho y 38.4 m de largo, con 4 elevaciones; la cimentación es de tipo profunda con pilotes concéntricos con columnas de la planta baja de la super estructura se diseñaron pilotes de 29 m y 33 m de longitud ubicándose en el centro pues gravitacionalmente las cargas son incrementadas en esa parte, de ancho de 0.50 x 0.50 m con acero de 12Ø18 3ESTØ10 c/s, un  $f_c$ : 420 kg/cm<sup>2</sup> y  $f_y$ : 4200 kg/cm<sup>2</sup>., Se realizaron ensayos de CPT y SPT para la caracterización, se logró clasificar el suelo entre arcillas CH y arenas SM geotécnica, las distancias del perfil estratigráfico de 0 a 15.25 mostró un suelo CH, entre 15.25 hasta 17.75 m un suelo SM, desde 17.75 hasta 22.25 m un suelo CH y desde 22.25 hasta 24.25 m un suelo SM. El modelo computacional se empleó SAP2000, para la superestructura y sub estructura.

Pantoja Calderón et al., [13]. en su estudio nombrado "*Análisis comparativo entre*

metodologías analíticas tradicionales y de elementos finitos para el diseño geotécnicos de cimentaciones”, tuvieron como propósito general analizar comparativamente la determinación de la carga admisible y asentamiento en el diseño geotécnico de cimentaciones de una edificación de categoría media, analizada por NSR-10, el peso unitario  $\gamma$  es  $16.8 \text{ kN/m}^3$ ,  $\gamma_{\text{sat}}$  es  $20.10 \text{ kN/m}^3$ , y ángulo de fricción  $29^\circ$ , siendo una arena limosa suelta SM a una profundidad de 3.5 m utilizando el ensayo SPT. La cimentación, la resistencia a la compresión de 25 MPa.

Chikhaoui et al., [14]. en su estudio titulada *Experimental Characterization of the Hydromechanical Properties of the Gypsum Soil of Sebkha of Oran*, tuvo como finalidad estudiar las propiedades hidromecánicas de las propiedades del suelo de yeso salino de Sebkha de Orán, Argelia. Tuvo como resultados que las muestras de suelo de 0.6 a 2 m tuvo un  $\gamma_{\text{máx}}$   $17.1 \text{ kN/m}^3$  y W de 13.52%, para una profundidad de 2 a 4 m tuvo un  $\gamma_{\text{máx}}$   $17.2 \text{ kN/m}^3$  y W de 12%, para una profundidad de 4 a 8 m tuvo un  $\gamma_{\text{máx}}$   $16.3 \text{ kN/m}^3$  y W de 14.5%, el C en kPa tuvo valores de 24.96, 0, 0 y el  $\phi$  fue de  $33.63$ ,  $43.74$  y  $44.11^\circ$ , respectivamente.

Echeverri-Ramirez, Oscar [15]. en su estudio científico nombrado *Geotechnical characterization of the silt from the terrace of the municipality of Olaya in Antioquia, Colombia*, tuvo como objetivo obtener los resultados de la caracterización, físicas, mecánicas y del comportamiento hidromecánico de los suelos limosos de la terraza del municipio de Olaya, Antioquía, Colombia. Tuvo como resultados que las muestras fueron divididas en M1, M2, M3 y sus Gs fue 2.94, 2.90 y 2.95, su índice de plasticidad no presentó NP, y su clasificación según SUCS tuvo la denominación ML, respectivamente. En cuanto, al corte directo, cabe resulta que el ensayo de corte directo fue analizados con respecto a los esfuerzos totales, y se observó una pérdida significativa de la cohesión cuando se satura el suelo de 128 kPa a 28 kPa, en condición no drenado, su resistencia fue 200 kPa, cohesión (c), N/A y  $\phi$  de  $33^\circ$  y el drenado no presentó resistencia y c: 0 pero si  $\phi$  de  $33^\circ$ .

En el ámbito nacional, se tiene a [16], en su investigación de pregrado titulada *Diseño de cimentación en suelos tropicales para torres de comunicación en los centros poblados de la selva* tuvo como objetivo diseñar la cimentación para torres de comunicación tipo ventadas en el departamento de Loreto, Ucayali. Los resultados del ensayo de penetración estándar

SPT, se tuvo la medición de los golpes cada 1.0 metro hasta los 17.40 metros., posterior  $\gamma$  mostró valores entre 1.81 hasta 1.97 g/cm<sup>3</sup> para una profundidad 1.50 m, respecto a la estratigrafía de 0.15 a 1.45 m estuvo conformado por estratos de arcilla CL, de 1.45 a 2.45m suelos CL, de 2.45 a 3.45 m conformado por CL, de 3.45 a 4.45 m conformado por CH, 4.45 a 5.45 m conformado por CL, de 5.45 a 6.45 m conformado por CL, concerniente al centro poblado Contamana Alto. Los parámetros geotécnicos  $\gamma_{seca}$  15.9 kN/m<sup>3</sup>, c: 0.19 kg/cm<sup>2</sup>,  $\phi$ : 25.1°, respectivamente, su  $q_{ult}$  17.65 tn/m<sup>2</sup>m  $Q_{adm}$  441.33 tn.

Gonzales Guillen et al., [17]. en su tesis titulado "Análisis, diseño y procesos constructivo del muro pantalla en edificio de 7 niveles y 3 sótanos", tuvieron como finalidad principal desarrollar un análisis y diseño y proceso constructivo de un muro pantalla de una edificación de 10 niveles y 03 sótanos en la ciudad de Arequipa. La altura del edificio total es de 31.5 metros y un área techada de 1620 m<sup>2</sup>, se consideró la Carga muerta CM, de 460 kg/m<sup>2</sup> y carga viva CV de 250 kg/m<sup>2</sup>, siendo un sistema estructural X-X Dual tipo I y Y-Y de muros estructurales, un Factor zona de 0.4, U de 1, S de 1.2., siendo las cortantes en XX de 1355 y para YY de 1647, cumpliendo las derivas máximas en cada nivel, siendo las máximas de 0.0066 y 0.0064 para sentido X y Y, respectivamente. EL diseño de los muros pantallas tuvo en cuenta la profundidad de zapatas aisladas de profundidad mínima de 0.80 m la presión admisible del suelo fue de 1.78 kg/cm<sup>2</sup> siendo suelo de arena y grava en estado denso lo muros fueron diseñados a una profundidad de 10.5 m, considerando  $\gamma$ : 1.98 Tn/m<sup>3</sup>, ángulo de fricción interna de 33.1° y cohesión de 0 Tn/m<sup>3</sup>, un  $f'c$ : 280 kg/cm<sup>2</sup> y  $f_y$ : 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

De la Cruz y Cornelio [18]. en su nota técnica "Geomechanical characteristics of controlled backfill soil for foundations, Pucallpa, Perú", desarrollado con la finalidad determinar mediante ensayos las características mecánicas del suelo relleno controlado para cimentaciones. Su metodología encontrada fue análisis documental, pruebas de laboratorio y procesamiento estadístico. Como resultado se obtuvo que la clasificación de AAHSTO y SUCS, arrojó una compactación de CRB al 100% de la MDS del 14% a 0.1% de variabilidad, además la resistencia arrojó un ángulo de corte de fricción a 25.1° y la cohesión de 0.00

kg/cm<sup>2</sup>. Con ello se evidencia<sup>12</sup> que las características geomecánicas del suelo controlado y la sub restante del terreno es un material que genera buenos resultados las cimentaciones.

En el ámbito local solo se tiene a Castrejo [19]. en su estudio titulado<sup>2</sup> *Determinación de los parámetros geotécnicos mediante ensayo de penetración estándar y corte directo en la habilitación urbana fundo La Peña-Lambayeque, 2018*”, tuvo como finalidad determinar las propiedades físico<sup>2</sup> mecánicas de los suelos de fundación obteniendo la capacidad portantes del terreno con parámetros geotécnico para diseñar viviendas confortantes, se tuvo como resultados que el estudio de suelos la tipología SUCS como SP siendo arenas bajas graduadas, SC arenas arcillosas, SM arenas limosas y SP-SC siendo arenas pobremente gradadas con arcillas,<sup>2</sup> la capacidad portante fluctúa entre 0.5 a 0.91 kg/cm<sup>2</sup> con factor seguridad 3. Concluyeron que se recomienda edificar de 2 a 3 niveles manteniendo profundidad de 1.5 y un ancho de zapata de 2 a 3 metros zapatas aisladas y vigas de cimentación para reducir asentamientos.

El estudio de geotecnia para cimentaciones es importante porque, para realizar construcciones que puedan soportar el suelo para edificaciones y a su vez que no sufra ningún tipo de daño. Promueve que las estructuras sean versátiles y estructuradas. La brecha de conocimiento es que no existen estudios completos en suelos de las propiedades hidromecánicas que pueden ser de gran utilizada para tener mayor conocimiento sobre el estrato a estudiar y cimentar. Basándose de parámetros como las características del suelo, peso unitario, y corte directo. El estudio presente concierne a una serie de ensayos para obtener valores de la hidromecánica de suelos se la zona de estudio del sector de Pimentel, delimitado en un área de estudio en específico, el cual sirvió para conocer sobre la estratigrafía de la zona como las condiciones en que se encontró para el diseño a cimentar propuesto y a que fenómenos se puede uno como profesional encontrar.

## 1.2. Formulación del problema

Es la interrogante que se plantea el investigador frente a la realidad descrita, un hecho o fenómeno desconocido: ¿En qué medida influye la caracterización hidromecánica del suelo en el diseño cimentaciones profundas, teniendo en cuenta el corte directo?

## 1.3. Hipótesis

La caracterización hidromecánica del suelo, teniendo en cuenta el corte directo, permitirá evaluar de manera eficiente el diseño de cimentaciones profundas.

## 1.4. Objetivos

### Objetivo general

Determinar la caracterización hidromecánica de un suelo considerando el corte directo, con fines de cimentaciones profundas.

### Objetivos específicos

- Realizar la exploración geotécnica de la estratigrafía con tubo Shelby a 15 m de profundidad.
- Realizar la caracterización hidromecánica del suelo en estudio.
- Realizar un diseño típico de una cimentación propuesta de un edificio de 5 niveles y un sótano.

## 1.5. Teorías relacionadas al tema

Se debe indicar los aportes científicos: Paradigmas, modelos y teorías, que orientan al análisis del problema y objeto de estudio y permiten el enjuiciamiento crítico de las teorías relacionadas directamente las variables de estudio.

### 1.5.1. Norma de Suelos y Cimentaciones

El Reglamento Nacional de Edificaciones [RNE] [20], con esta norma la sección E.050 de Suelos y Cimentaciones que tiene esta norma, es prácticamente determinar las condiciones mínimas y establecer los estudios de mecánica de suelos (EMS), donde las cimentaciones se deben cumplir de acuerdo a las normas establecidas. que se ejecutan con seguridad, consistencia y permanecer una firmeza en las obras. En las cimentaciones que

transmite el peso o capas al suelo mediante pilotes, pilares u otros elementos.

El estudio mecánico de suelos (EMS), de la sección de Suelos y Cimentaciones E.050 (2019), es un conjunto <sup>63</sup> de exploración e investigación de campo, ensayos, análisis y laboratorio que tiene que estudiar los hábitos de los estratos y su refutación de condiciones dinámicas y estáticas de una estructura con pilotes que debe ser aplicado durante las excavaciones. [20]

### **1.5.2. Geotecnia aplicada al diseño y construcción de cimentaciones.**

En su título de ingeniería geotecnia menciona que el objetivo es dar una contemplación geotecnia, se debe tener <sup>4</sup> en cuenta para el diseño y fabricación de cimentaciones profundas, donde se establece los mapas de peligro para la construcción de grandes edificaciones [21].

El estudio de suelos, ensayos en in-situ y de laboratorio es el proceso de las elaboraciones que se construyen durante las excavaciones que se desarrollan en campo ya sea para edificaciones confines de cimentaciones profundas, puentes con pilotes u otras excavaciones que se presentes, como las cimentaciones sustitución a base de pilas y pilotes [21].

Las cimentaciones por sustitución, consiste en cambiar la carga de la armadura por su uniformidad del suelo, que consiste en masas de suelos arcillosos, arenosos etc. que no soportan el peso <sup>60</sup> de la estructura. Este tipo de cimentación se adquiere en uso de suelos comprensibles y con poder de distribución y baja capacidad de carga. Los pilotes y pilares son de transmisión de carga de la armadura a las capas más resistentes de medio de elementos verticales [22]. Los diferentes tipos de pilotes son los siguientes:

Pilotes de Las cimentaciones profundas son usadas cuando los suelos en donde se van a construir no tienen la resistencia adecuada donde se va a transmitir el peso de carga de la armadura, por lo tanto, es necesario enviar las capas a cargas más profundas ficción en geotecnia con granos gruesos y permeables [22].

Pilotes de ficción en terrenos de granos muy finos y baja permeabilidad [22].

### 1.5.3. Exploración del suelo

#### Propósito de un trabajo de exploración

Para la programación de la exploración de subsuelo el propósito es obtener información que pueda ayudar a los ingenieros [20]. Se muestran las siguientes solicitudes:

- Establecer el tipo de estructura.
- Evaluar el peso de la armadura que se va a ejecutar.
- Asentamiento en las estructuras.
- Determinar el problema de cimentación tanto en suelos expansivos y suelos colapsables.
- Establecimiento del nivel freático.
- Debido al cambio del subsuelo hay establecimiento de construcción.

#### Exploración del suelo in-situ.

La fase de exploración de geotecnia permite en planear, la recolección de testigos para su subsecuente análisis en gabinete, donde se puede hacer los siguientes ensayos:

- Excavación a cielo abierto [23].
- Exploración de suelos con palanca pastedora [23].
- Ensayos de estándar [23].
- Exploración en roca (método rotativo) [23].
- Exploración geotécnica y geofísica [23].

### 1.5.4. Resultados de prueba y aplicaciones adicionales de carga estáticas en el diseño geotécnico de cimentaciones.

En obras de geotecnia de cimentaciones son las más ejecutadas en Suramérica, es notorio de la que los ensayos realizados en in-situ. Estos ensayos son diseñados en fase de campo en casi toda su totalidad se limitan al clásico SPT. En campo los resultados de carga, existen los que prefieren las cargas dinámicas por el menor costo y rapidez, la carga estática es de mayor costo y aquellos prefieren por ser más rápido y directo en los resultados [23]

La carga estática sobre componentes de cimentaciones profunda, son determinadas por los gráficos de asentamiento vs carga. Donde la rotura no encaja es utilizada la capacidad de carga siendo la de van ven los utilizados. El peso de la estructura es asociado a una terminada altura de estabilidad que es tomada por una fricción del elemento adquirido de la super estructura [23].

#### **1.5.5. Diseño de cimentaciones.**

El diseño de grandes edificaciones en el uso de pilotes es lo más antiguo del hombre que supera estructuras profundas en suelos blandos. Antiguamente los pilotes eran de madera para facilitar su uso y manejo con más facilidad y sin ningún criterio del constructor. Es cuando la carga del pilote es establecida por el grosor de madera y su carga soportara el peso del martillo artillarse [24].

Características y usos de los pilotes:

- La superestructura y el resto de la estructura que transfieren cargas a los estratos débiles, a través de aire, agua hasta estratos interiores con capacidad de carga como para soportar el peso de la armadura y ejercer cargas a columna o pilar.
- Transfiere y reparte cargas a través de la fricción de pilote y el suelo.
- Los suelos al estar rodeado de un pilote lo mueven hacia abajo. se lo llama "fricción negativa" el pilote tiende hundir y si no puede penetrar más en la punta del pilote se genera una presión estable.
- Proporciona estructuras sujetas a momentos de volteo o cualquiera reacción del suelo que trate de alzar a la edificación.
- Pilotes en suelos cohesivos y carga ultima.

Cada pilote este compuesto por cargas que tiene por resistencia de punta y de fricción. Es donde el peso de los pilotes en arcillas es mucho mayor por fricción que por fuerza de punta de un pilote [24].

$$Q_u = Q_s + Q_b$$

**Ecuación 1. Fórmula de la capacidad última**

La carga por fricción lateral por un pilote está dada por:

$$Q_s = \alpha \cdot c \cdot A_s$$

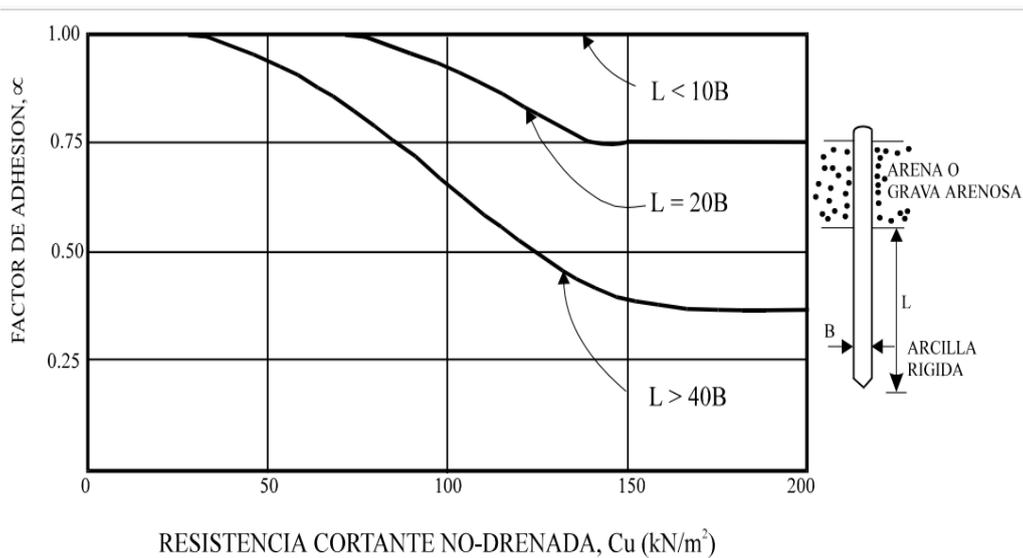
**Ecuación 2. Ecuación de carga por fricción lateral**

As: empotrada de pilote lateral de superficie.

C: resistencia cortante, de la arcilla a lo largo de los lados del pilote.

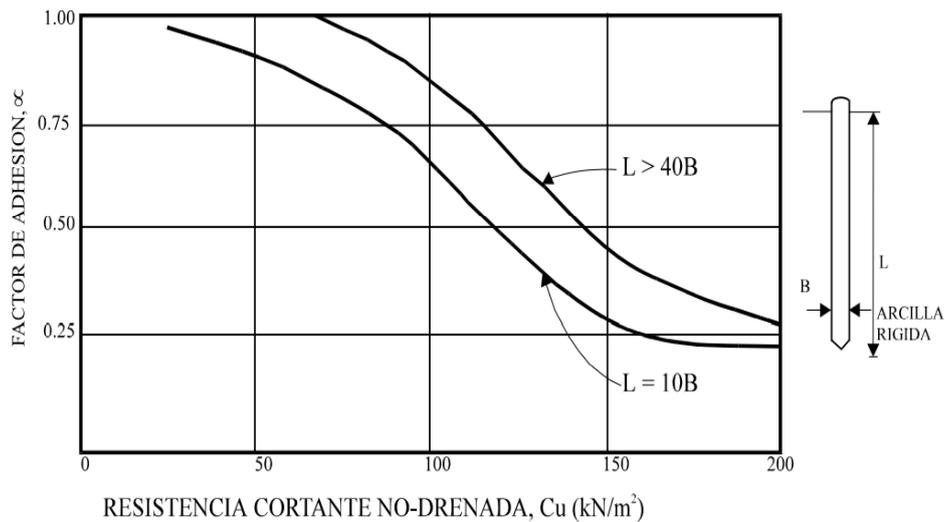
$\alpha$  factor de adhesión.

Factores de adhesión para pilotes excavados (TOMLINSON)



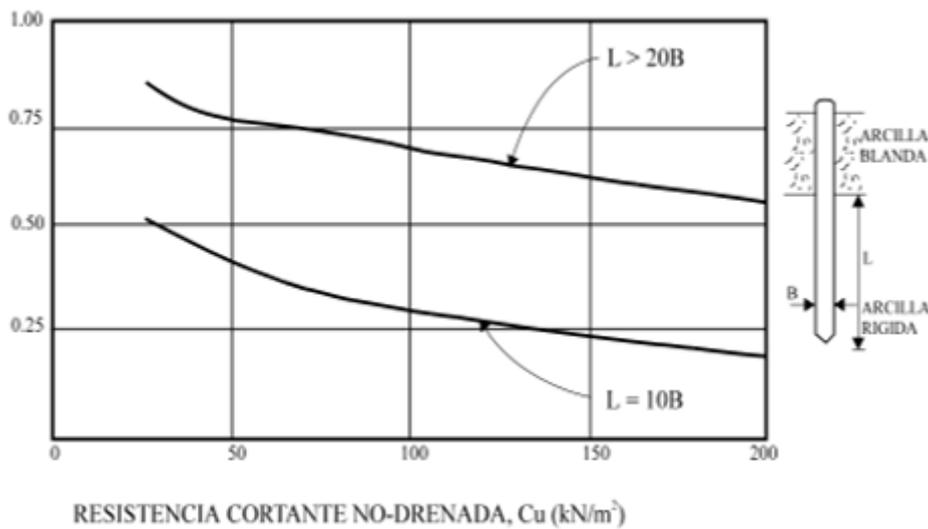
**Fig. 1.** Resistencia al corte no – drenado (Arena o grava arenosa).

**Nota.** Se muestra en la figura 1 la simbología del suelo según Braja Das, [25].



**Fig. 2.** Resistencia al corte no – drenado (arcilla rígida)

**Nota.** Se muestra en la figura 2 la simbología del suelo según Braja Das, [25]



**Fig. 3.** Resistencia al corte no – drenado (arcilla blanda).

**Nota.** Se muestra en la figura 3 la simbología del suelo según Braja Das, [25]

### 1.5.6. Geotecnia y cimentaciones.

Las propiedades geotécnicas de los suelos tropicales están principalmente en relación del grado de meteorización y de su origen, en tanto, un detalle descriptivo sobre la presencia de agregaciones, los minerales compuestos y la estructura del suelo son de gran relevancia no sólo obtener sus características y clasificación sino también para describir y comprender su comportamiento hidromecánico [26].

Considerando ello, la metodología de caracterización propuesta se sugiere la descripción del material en cinco etapas:

- Física (contenido de humedad natural, gravedad específica de los sólidos, límites de consistencia, granulometría por tamizado, por hidrómetro con defloculante) [27].
- Química (pH y determinación del punto carga cero) [27].
- Mineralógica (Difracción de rayos X) [27].
- Estructural (Microscopía electrónica de barrido MEB) [27].
- Hidromecánica (Corte directo, succión por papel filtro, consolidación dupla edométrica, desagregación) [27].

Las zonas de estudio, teniendo en cuenta la caracterización de los suelos deben ser muestras con propiedades físicas, químicas y mineralógicas, que se puede aplicar en la estructura y comportamiento hidro-mecánico [26].

#### 1.5.6.1. **Caracterización hidro-mecánica**

La descripción del comportamiento hidromecánico del material en relación con su resistencia y fenómenos asociados, como el colapso y la erodabilidad, son fundamentales para la construcción de modelos numéricos, diseño, ejecución, análisis de riesgo y amenaza de proyectos civiles, entre otros, tanto para un enfoque desde la mecánica de suelos clásica (suelo-agua) como para la mecánica de suelos no saturados (suelo-agua-aire) [26]. Por lo tanto, de forma general se proponen los siguientes ensayos:

Corte directo (consolidado drenado), se realiza en especímenes en estado sumergido y humedad natural [27].

Succión por el método del papel filtro, consiste en determinar la curva características suelo-agua mediante una trayectoria mixta a partir de especímenes de 50 mm de diámetro y 20 mm de altura. Estos se humedecen y secan a partir de la humedad natural para luego ser puestos en contacto con papeles filtro y poder determinar la succión matricial [27].

Desagregación, estima cualitativamente la erodabilidad del suelo a través de la inundación total y/o parcial de especímenes cúbicos de 60 mm, los especímenes son

sumergidos gradualmente en intervalos tiempo y se evalúa visualmente su estructura para cada intervalo [27].

### 1.5.6.2. Capacidad de criterios bajo cargas de resistencia al corte.

Una estructura bajo las cargas se tiene que estar diseñado al tipo de edificación que se llegue a concretar, es por ello se debe realizar estudios de suelos para poder determinar la capacidad de resistencia de dichos suelos. Las fallas de los pilotes, del sistema de la capa o suelo, en este caso el peso de falla del sistema es menor a lo siguiente. [28]

- Capacidad de peso de los pilotes individuales.
- Capacidad de carga de un bloque de suelo sea igual al envoltorio del pilote.
- Facilita la capacidad de carga a grupos de pilotes que se encuentran establecidos.

Las capacidades del peso de las cargas excéntricas se calculan la distribución del peso de la estructura mediante la teoría elástica, de un análisis suelo estructura, los pilotes no se tendrán en cuenta su capacidad y serán sometidas a cargas de tracción.

El volumen del peso de un pilote es lo siguiente.

$$Q_{ult} = Q_s + Q_t = S f_{si} \cdot A_{si} + Q_t \cdot A_t$$

#### Ecuación 3. Fórmula de capacidad última

$Q_s$ : resistencia o capacidad por fuste.

$Q_t$ : resistencia o capacidad por punta.

$sf$ : es resistencia unitaria al fuste  $i$

$A_s$ : área del pilote perimetral

$A_t$ : área de la punta del pilote (sección transversal)

$Q_t$ : capacidad unitaria de punta.

La carga de un pilote y la capacidad se obtiene mediante lo siguiente.

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

#### Ecuación 4. Fórmula de capacidad admisible

Donde:

$qu$ : peso ultima.

*FS*: factor de seguridad.

### **1.5.6.3. Capacidad de carga bajo criterios y análisis lateral, asentamiento.**

Los pilotes en fricción bajo cargas de gravedad, la penetración de las mismas y los desplazamientos de los suelos que soporta, así como la fricción negativa. Para determinar el desplazamiento sísmico de un suelo tipo F se podrá realizar respuestas dinámicas en el campo libre [29].

### **1.5.7. Norma E.050 suelos y cimentaciones.**

Para suelos profundos, su profundidad mínima de investigación, corresponderá a las longitudes de los elementos que transmiten las cargas a mayores profundidades (pilotes, pilar etc.) [20].

$$P = h + D_f + Z$$

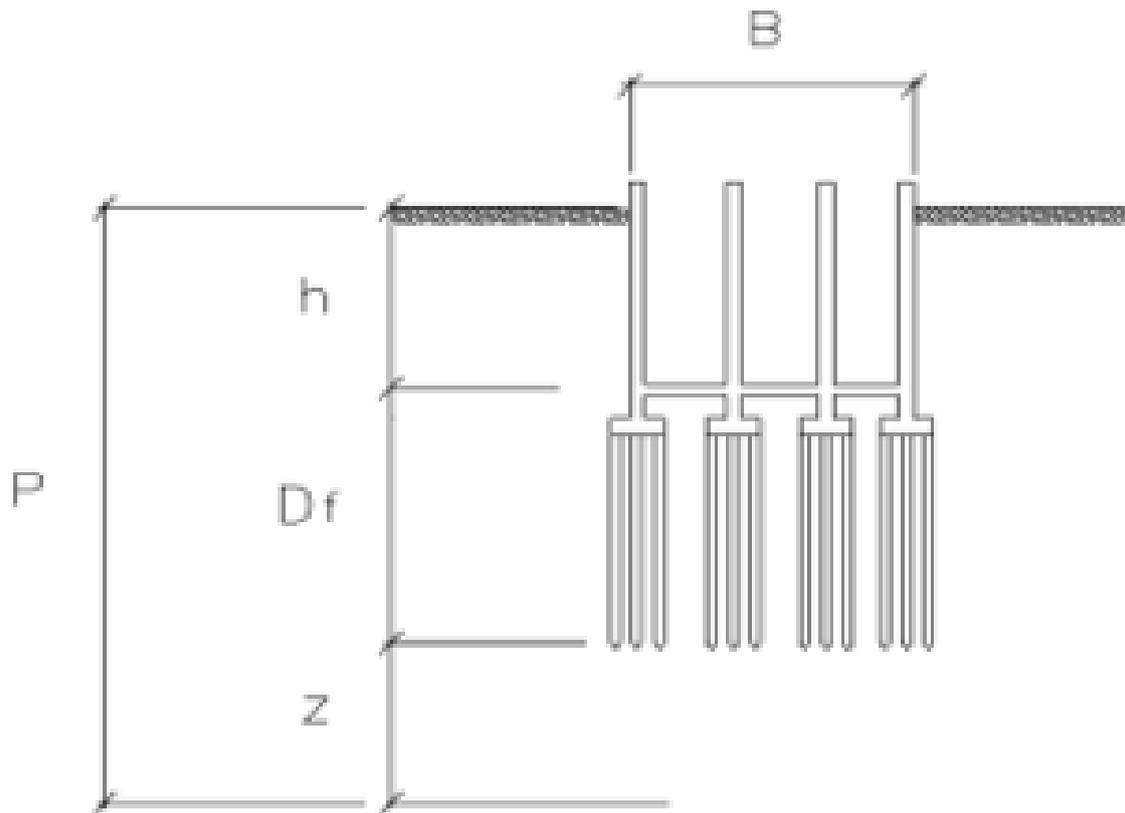
**Ecuación 5.** *Fórmula de profundidad de desplante*

Donde:

*D<sub>f</sub>*: es la profundidad de la cimentación (pilote, pilar etc.)

*h*: altura entre el sótano y la superficie del terreno.

*Z*: 80% de los sondeos 6 metros de bajo de los pilotes. Donde *B* es el ancho de la cimentación.



**Fig. 4.** Forma de un pilote.

**Nota.** <sup>2</sup> Se muestra en la figura 4 la simbología del suelo según RNE [20].

#### 1.5.7.1. Perfil del suelo.

Los diferentes tipos de suelos que construye el terreno. Los símbolos del grupo de suelos según las clasificaciones de es suelos SUCS y la consistencia relativa ante la humedad, olor, tamaño máximo y angularidad de las partículas. De acuerdo a la NTP 339.150 (ASTM D 2488) [20].

**Simbología de Suelos (Referencial)**

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.	

Fig. 5. Símbolos y clasificación de los suelos.

**Nota.** <sup>2</sup> Se muestra en la figura 5 la simbología del suelo según RNE [20].

### **1.5.7.2. Pilotes en cimentaciones.**

Son elementos estructurales elaborados por concreto, madera, acero todo esto son usado para construir estructuras donde se necesitan apoyar a la cimentación para desarrollarse un buen diseño de edificación, teniendo en cuenta que cada estrato se desarrollara sus ensayos a una mayor profundidad [RNE], Suelos y cimentaciones E050, [20]

### **1.5.7.3. Capacidad de carga y estimación de la longitud del pilote.**

Las principales categorías de los pilotes se dividen en dos, que depende del mecanismo de transferencia de carga y dependiendo de la longitud: [RNE], Suelos y cimentaciones E050, [20].

Si en la perforación se registran rocas a una profundidad estable, se extienden los pilotes hasta la superficie de las rocas [RNE], Suelos y cimentaciones E050, [20]

Si se encuentra estratos de bastante compactado el suelo su resistencia de los pilotes a una profundidad se prolonga a sacar unos cuantos metros hacia abajo unos cuantos metros. La fórmula de la carga última del pilote es [RNE], Suelos y cimentaciones E050, [20].

$$Q_u = Q_p + \sum Q_f$$

#### **Ecuación 6. Fórmula de peso último de pilote**

Donde:

$Q_u$ : peso ultimo del pilote

$Q_p$ : peso ultimo por la punta del pilote.

$\sum Q_f$ : sumatoria de la capacidad ultima por la fricción superficial de los pilotes.

Si  $\sum Q_f$  es muy pequeña se expresa de esta forma:

$$Q_u = Q_p$$

#### **Ecuación 7. Igualdad de peso último y peso último por la punta del pilote**

La profundidad de la roca no está razonable, la carga de pilotes de punta es económicos los pilotes del subsuelo se hinchon a una profundidad establecida o especifica. La expresión de los pilotes se expresa en lo siguiente [RNE], Suelos y cimentaciones E050, [20].

$$Q_u = Q_p + \sum Q_f$$

**Ecuación 8. Peso último del pilote**

Donde:

$Q_u$ : peso ultimo del pilote.

$Q_p$ : peso ultimo tomado por la punta del pilote.

$\sum Q_f$ : sumatoria de la capacidad ultima de los pilotes.

Si el valor  $Q_p$  es muy pequeño se expresa de esta forma.

$$Q_u = \sum Q_f$$

**Ecuación 9. Peso último del pilote y sumatoria de la capacidad última de pilotes**

**1.5.7.4. Cálculo de la capacidad portante y consideraciones.**

Dentro de la capacidad del peso los pilotes, los estratos licuados no se deben considerar. Todo estos suelos orgánicos y turbinas son de baja resistencia. [RNE], Suelos y cimentaciones E050, [30].

**1.5.7.5. Espaciamiento de pilotes.**

Las distancias mínimas entre pilotes se indica en la Tabla 1. [RNE], Suelos y cimentaciones E050, [30].

**Tabla I.**

*Espaciamiento Mínimo en Pilotes.*

2 ESPACIAMIENTO MINIMO ENTRE PILOTES	
LONGITUD (m)	ESPACIAMIENTO ENTRE EJES
$L < 10$	3b
$10 \leq L < 25$	4b
$L \geq 25$	5b

**Nota:** La denominación b = diámetro mayor dimensión del pilote, [22].

#### **1.5.7.6. Cimentaciones por pilares.**

Las cimentaciones profundas son estructuras de concreto, los pilares son vaciado en el campo con diámetro mayor a 1,00 metro, sin fondo y ningún esfuerzo de acero aplicado. [RNE], Suelos y cimentaciones E050 [31]

#### **1.5.7.7. Peso de la estructura de los pilotes.**

Las cargas en los pilares deben hacerse estudiados de mediante los métodos establecidos en las normas que rigen actualmente. Para determinar los cálculos de los pilotes se desarrollará por efecto de fricción y de punta. [RNE], Suelos y cimentaciones E050 [31].

#### **1.5.7.8. Cajones en cimentación.**

Las cimentaciones de cajones son estructuras de concreto donde se construye sobre un suelo que se introduce el terreno y tener su propia carga que puede ser extraídos los suelos de su interior. para determinar el peso del cajón de cimentación lateral deberá indicar el valor en fricción. [RNE], Suelos y cimentaciones E050, [32].

#### **1.5.7.9. Resistencia de carga de cajón de cimentación.**

La estructura de cimentación de cajones debe ser estudiado de acuerdo a lo establecido en el método estático utilizando los cálculos de pilotes y depende la profundidad y ancho establecido ( $D_f/B$ ). si la profundidad es menor a 5 metros que se construirá la superficie, y si es mayor a 5 metros se construirá como un pilar para soportar más la carga diseñada de la edificación. [RNE], Suelos y cimentaciones E050 [32].

#### **1.5.7.10. Asentamiento máximo tolerables.**

Los estudios de mecánica de suelos usualmente mencionan un asentamiento tolerable que deberá colocarse en dicho estudio para la estructura definida, este asentamiento diferencial no deberá mostrar una distorsión angula superior a la indicada en la siguiente tabla.

**Tabla II.**  
*Asentamientos máximos Tolerables*

<b>TABLA N° 3.2.0</b>	
<b>DISTORSION ANGULAR = <math>\alpha</math></b>	
$\alpha = \delta/L$	DESCRIPCION
1/150	Limite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales
1/250	Limite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede se visible
1/300	Limite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas
1/300	Limite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Limite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.
1/650	Límite para edificios rígido de concreto cimentados sobre un solado de espesor aproximado de 1.20 m.
1/750	Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.

**Nota:** Suelos y cimentaciones E050, [31].

## II. MATERIALES Y MÉTODO

### 3 1.1. Tipo y Diseño de Investigación

La investigación realiza cuenta con un enfoque cuantitativo, debido a que es necesario estimar y medir las magnitudes de los fenómenos presentados en la investigación.

Tipo de investigación aplicada, se define:

El tipo aplicada se denomina al estudio que involucra antecedentes relevantes para generar investigaciones actuales, para el ámbito estudiantil y la magnitud de estudio. [33]

El presente informe de investigación es de **propósito aplicada**, porque se basa en conocimientos e investigaciones previas de carácter técnico y profesional y nivel de clase Descriptivo.

El diseño de la investigación se considerará de acuerdo a:

Se considera según la variable de estudio por la ejecución de las vivencias que se originan en su ambiente natural, el diseño experimental si realiza alteraciones deliberadas de la variable de estudio [33].

La investigación presentó un diseño **experimental**

### 1.2. Variables, Operacionalización

En la operacionalización de las variables, muestra la variable de estudio: Caracterización hidromecánica del suelo.

Tabla III.

3 Operacionalización de la Variable Independiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
<b>Caracterización hidromecánica del suelo</b>	Los cambios físicos y mecánicos de las masas rocosas de flysch causados por el proceso de meteorización dan como resultado un perfil de suelo complejo con suelo residual típicamente presente en la superficie de la pendiente [26]	Es el comportamiento que sostiene el suelo frente a acciones naturales o artificiales donde involucra al humano, donde se detalla sus parámetros geotécnicos completos que tiene un específico tipo de suelo a analizar.	Características físicas	Granulometría Límite líquido y plástico Contenido de humedad Peso específico	Curva granulométrica	Observación directa y fichas de recolección de datos	--- % % g/cm <sup>3</sup> %	Univariable	Razón
			Características hidráulicas	Permeabilidad	---	Observación directa y fichas de recolección de datos	%		Razón
			Características mecánicas	Corte directo Ensayo de penetración estándar SPT Proctor modificado	Angulo de fricción interna Cohesión Esfuerzo efectivo Máxima densidad seca Óptimo contenido de humedad	Observación directa y fichas de recolección de datos	Grados sexagesimales Kg/cm <sup>2</sup> Kg/cm <sup>2</sup> g/cm <sup>3</sup> %		Razón
			Diseño de cimentación	Tipo de cimentación Modelo numérico	Cimentación superficial Safe	Observación directa y fichas de recolección de datos	---		Nominal

### 1.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

*Población de estudio*, La población de estudio para la presente investigación es el suelo con fines de cimentación ubicado en el distrito de Pimentel, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

*Muestra*, La región de Lambayeque se sitúa en la zona costera del país de Perú. El estudio investigativo constituye la elección de un terreno ubicado en la Urbanización Los Sauces, distrito Pimentel, con una superficie de 175 m<sup>2</sup>, como se muestra en la tabla. Luego se realizó 03 perforaciones correspondiente al ensayo de Penetración Estándar y 30 ensayos de corte directo en total, como se muestra en la tabla.

Las muestras estudiadas estuvieron compuestas por las muestras de suelo extraídas por la técnica de exploración geotécnica de tubo Shelby a una profundidad de 15 metros.

*Muestreo*, las muestras son no probabilística.

*Criterios de selección*, terreno del distrito de Pimentel, con una superficie de 175 m<sup>2</sup>.

Para los estudios experimentales de laboratorios la población de estudio se registró a la naturaleza propia del estudio.



Fig. 6. Zona de estudio del lote – Pimentel, donde se realizaron las 3 perforaciones con SPT.

**Tabla IV.***Ubicación de Perforaciones con Coordenadas UTM.*

Descripción	Profundidad (Metros)	Coordenadas	
		N	E
SPT01	0 – 15	0621880	9248999
SPT02	0 – 15	0621880	9249007
SPT03	0 – 15	0621880	9249010

**Tabla V.***Cuantía de perforaciones de SPT.*

Descripción	Profundidad (Metros)	Coordenadas	
		N	E
SPT01	0 – 15	0621880	9248999
SPT02	0 – 15	0621880	9249007
SPT03	0 – 15	0621880	9249010

**Tabla VI.***Cuantía de Ensayo de Corte Directo.*

Perforación	Descripción	Profundidad (Metros)	Coordenadas		Cantidad muestral
			N	E	
Perforación N <sup>28</sup>	CD-01	3.00 – 4.50	0621880	9248999	1
	CD-02	3.00 – 4.50			1
	CD-03	3.00 – 4.50			1
	CD-04	4.50 – 6.00			1
	CD-05	4.50 – 6.00			1
	CD-06	4.50 – 6.00			1
	CD-07	12.00 – 14.00			1
	CD-08	12.00 – 14.00			1
	CD-09	12.00 – 14.00			1

	CD-010	14.00 – 15.00			1
	CD-011	14.00 – 15.00			1
	CD-012	14.00 – 15.00			1
Perforación N°2 <sup>29</sup>	CD-013	6.00 – 8.00	0621880	9249007	1
	CD-014	6.00 – 8.00			1
	CD-015	6.00 – 8.00			1
	CD-016	10.00 – 12.00			1
	CD-017	10.00 – 12.00			1
	CD-018	10.00 – 12.00			1
	CD-019	14.00 – 15.00			1
	CD-020	14.00 – 15.00			1
	CD-021	14.00 – 15.00			1
Perforación N°3 <sup>30</sup>	CD-022	6.00 – 8.00	0621880	9249010	1
	CD-023	6.00 – 8.00			1
	CD-024	6.00 – 8.00			1
	CD-025	10.00 – 12.00			1
	CD-026	10.00 – 12.00			1
	CD-027	10.00 – 12.00			1
	CD-028	14.00 – 15.00			1
	CD-029	14.00 – 15.00			1
	CD-030	14.00 – 15.00			1
Total, de muestras					30

## 1.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### Observación Directa

Por medio de esta técnica se obtienen todos los datos relevantes resultantes de los ensayos respectivos para la caracterización hidromecánica del suelo, obteniendo todos los datos de manera visual.

### Análisis documental

Previamente a los ensayos a las muestras de suelo, con la técnica de análisis documental se obtuvo la información relevante para investigación, haciendo una revisión de diversas fuentes bibliográficas como lo son las tesis, los artículos científicos y de revisión, libros, y normativas referentes a los ensayos de suelos.

### Guía de observación

Las guías de observación son los formatos de cálculo proporcionados por el técnico o encargado del laboratorio quien prestó su servicio para la realización de los ensayos a las muestras del suelo, en dichos formatos se procesó todos los datos obtenidos de los respectivos ensayos.

### Guía de análisis documental

Para la presente investigación las guías de análisis de documentos son cada normativa utilizada para los ensayos de suelos, haciendo uso sobre de las normas nacionales como el Manual de Ensayos de Materiales del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) o normas internacionales de suelos pertenecientes al apartado ASTM.

## 1.5. Procedimiento de análisis de datos

El diagrama de flujo de procesos es el esquema donde se detalla todas las etapas realizadas durante la investigación con el fin de obtener los resultados y comprobar la veracidad o nulidad de la hipótesis planteada, en la Figura 7 se presenta dicho diagrama.

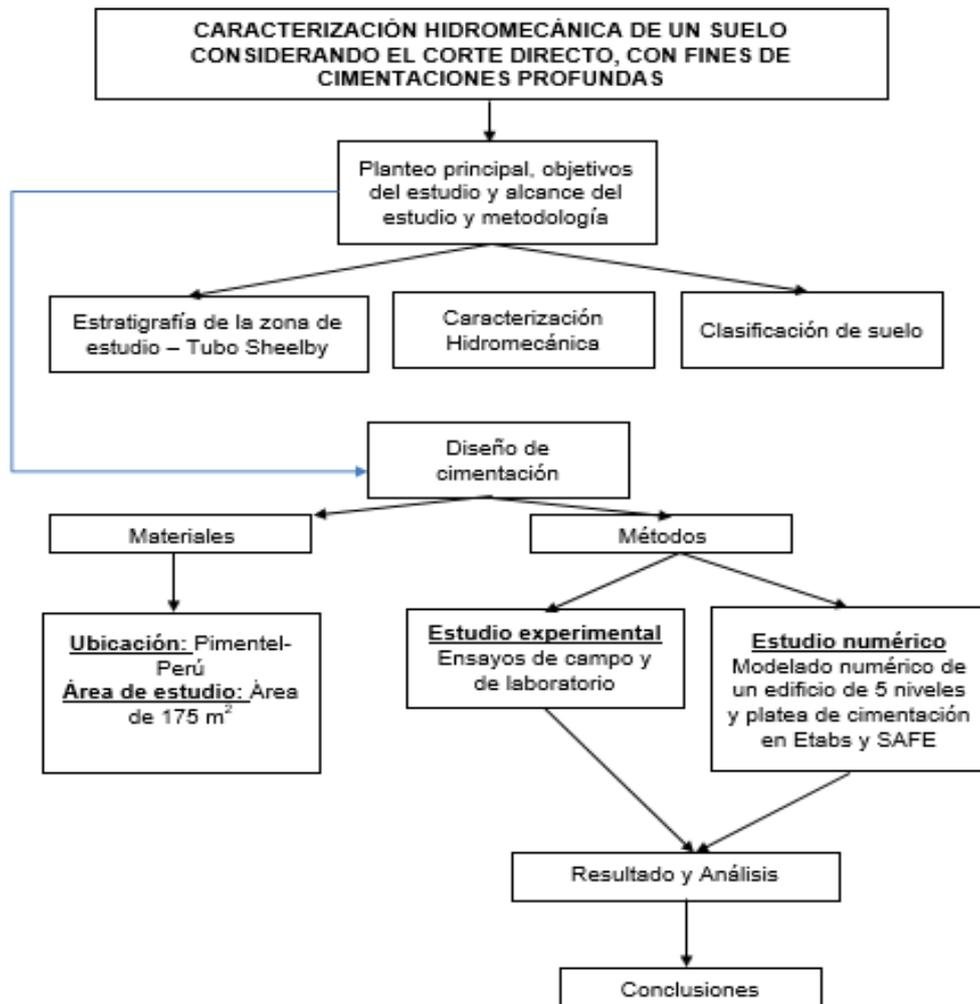


Fig. 7. Esquema de desarrollo de flujo de procesos

## Descripción de procesos

### ***Exploración geotécnica Tubo Shellby***

Para causar en menor daño posible en los suelos blandos se deben utilizar muestreadores que tengan características para pared delgada, constituido por un tubo de acero, con el extremo inferior afilado y con barras de perforación. Dentro de los diámetros del muestreado tiene que ser de 7.5 a 10 cm, de longitud 75 cm y la velocidad de 15 a 30 cm/s protección [22].

## Caracterización física del suelo

El suelo extraído fue ensayado para determinar sus características físicas y el tipo de suelo (clasificación SUCS), haciendo uso de los siguientes ensayos, realizados de acuerdo a lo descrito en su respectiva normativa [16], en la tabla se resumen los ensayos a realizar.

**Tabla VII.**

*Ensayos realizados y su Normativa de Referencia.*

Ensayo	Normativa de referencia
Análisis granulométrico	MTC E 107
Limite líquido y plástico.	MTC E 110
Determinación del contenido de humedad	MTC E 111
Peso específico	MTC E 108
Corte directo	MTC E 113
	MTC E 123

**Nota:** Serie de normativas utilizadas y consideradas.

### Ensayo de Corte Directo

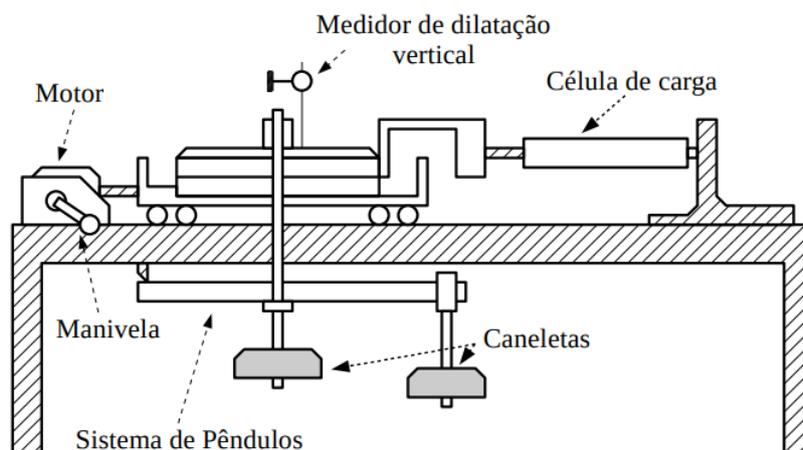
El tradicional ensayo de corte directo consiste en determinar la resistencia al corte del suelo ensayado y se rige por la norma internacional ASTM D3080/D3080M o la normal nacional MTC E 123. El ensayo se produce mediante la aplicación de una carga vertical concomitante con una deformación horizontal de velocidad constante bajo un plano fijo. La prueba se realiza a tres o más voltajes diferentes [21].

Al final del ensayo, obtenemos tres gráficas: Desplazamiento Horizontal X Esfuerzo Cortante; Desplazamiento Horizontal X Variación Volumétrica; y Esfuerzo Vertical X Esfuerzo Cortante, siendo la última, la envolvente de Mohr-Coulomb, de la que obtenemos el ángulo de rozamiento interno ( $\Phi$ ) y de cohesión (c) [22].

## Equipamiento

18 El equipo necesario para la prueba se compone de algunos componentes esenciales: caja de corte; placas dentadas perforadas; piedras porosas; sistema de pesas; célula de carga; entre otros. La caja de corte es rígida y mantiene la muestra confinada lateralmente en el interior [22]. Las placas dentadas se colocan en las caras mayores de la probeta, sus dientes se clavan en la cara de la probeta impidiendo el desplazamiento relativo, además, los orificios permiten el drenaje.

Las piedras porosas se colocan después de las placas dentadas, tienen la función de permitir el libre flujo de agua. El sistema de pesas es responsable de la tensión axial impuesta a la muestra. La celda de carga mide la fuerza de corte. La Figura 8 presenta esquemáticamente el equipo de corte directo y sus componentes básicos [22].



**Fig. 8.** Componentes del equipo de corte directo.

**Nota:** Figura extraída de los hallazgos del autor [25].

## Procedimiento

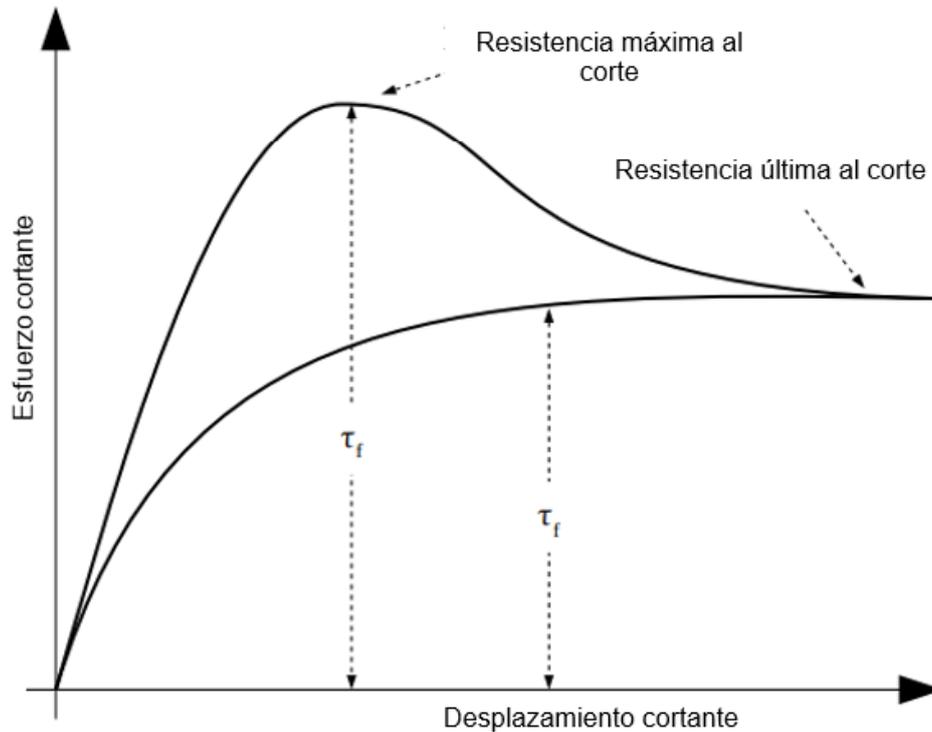
La prueba se lleva a cabo en dos etapas principales, las fases de consolidación y corte. La fase de consolidación consiste en colocar correctamente <sup>14</sup> la muestra en la caja de corte, con todas las partes ensambladas, y luego aplicar un esfuerzo de consolidación en la cara más grande de la muestra (axial a la superficie de corte). Se deben medir las deformaciones verticales y se determina el final de la fase de consolidación cuando las deformaciones se estabilizan [22].

En la fase de corte, se aplica una fuerza en la dirección del corte a una <sup>44</sup> de las mitades de la caja de corte. Para evitar que la fricción de la carcasa superior con la inferior interfiera en el resultado de la prueba, las carcasas deben separarse ligeramente con la ayuda de tornillos. El ensayo se puede realizar aplicando un esfuerzo cortante constante, pero lo más habitual es mantener constante el desplazamiento. En esta etapa se miden las deformaciones, horizontal y vertical, además del esfuerzo cortante. [22].

Para que se produzca un corte en un régimen drenado, se debe controlar la velocidad. La velocidad adecuada está relacionada con las características del drenaje y el tamaño de la muestra. El drenaje, a su vez, está relacionado con el coeficiente de consolidación cuyos datos se pueden obtener en la fase de consolidación del ensayo. [22].

## Cálculo de los resultados del ensayo

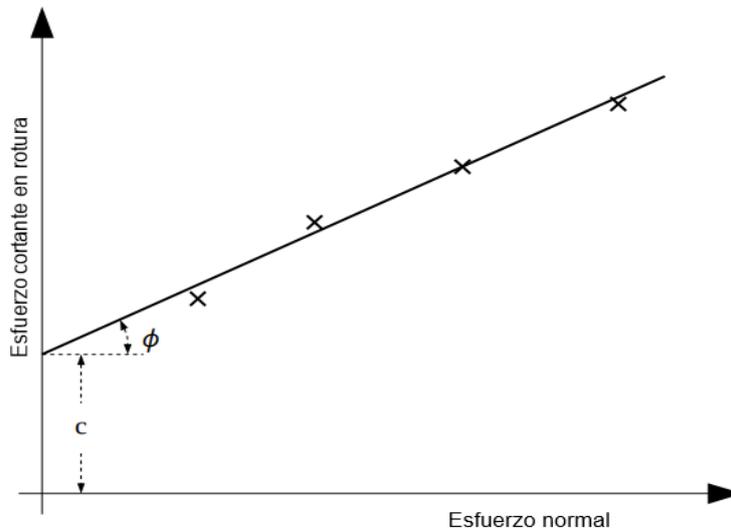
En un gráfico, los valores de esfuerzo cortante deben ubicarse en la ordenada y los valores de desplazamiento cortante en la abscisa. Según las características del suelo, se puede producir un pico de resistencia, que se disipa con la continuación del movimiento de la caja, manteniéndose la resistencia última. La resistencia máxima a cortante se tomará como la tensión de rotura en el ensayo de cortante directo. [22].



**Fig. 9.** Gráfica de esfuerzo cortante.

**Nota:** Imagen tomada del autor [25].

Para muestras similares de suelo, las resistencias máximas al corte se miden durante al menos tres etapas, es decir, tres tensiones normales diferentes aplicadas a muestras similares. Estos valores luego se ingresan en un gráfico (Figura 10) que representa la resistencia al corte en función del esfuerzo normal. A partir de estos puntos se dibuja la línea de tendencia, la pendiente de esta línea se define como la tangente del ángulo de fricción ( $\tan \phi$ ) y el valor en el que esta línea se cruza con el eje de ordenadas se define como la intersección cohesiva ( $c'$ ) [25].



**Fig. 10.** Curva típica del ensayo de consolidación.

**Nota:** Figura extraída de los hallazgos del autor [25].

### 35 **Ensayo de Penetración estándar**

El ensayo de penetración estándar o SPT (Standard Penetration Test), es un tipo de prueba de penetración dinámica, empleado para realizar ensayos en terrenos donde se desea elaborar un reconocimiento geotécnico. Las pruebas de campo alcanzan una gran relevancia, sobre todo en suelos muy susceptibles a la perturbación y cuando, tanto en sentido horizontal y vertical, las condiciones del terreno varían [22].

Las pruebas de penetración estándar sirven para determinar la compacidad y la capacidad portante de suelos no cohesivos. Mediante la recolección de muestras, es posible obtener varias correlaciones, como la relación entre el número de golpes  $N$  medido, la compacidad del suelo, el ángulo de fricción, la resistencia a la compresión simple por plataformas y ábacos existentes [22].

El ensayo SPT se da uso en el interior de los sondeos para la perforación, se debe tener en cuenta el conteo de los sondeos durante la perforación, con un "toma muestras" de 30 cm de largo, y diámetro interior de 35 mm y exterior de 51 mm, se toman las muestras naturalmente alteradas en su interior, difiriendo en la profundidad (comúnmente con variación de metro en metro). [22].



Fig. 11. Equipo de SPT para perforación N°2.

Si bien es cierto el peso de la masa está normalizado, la altura de caída libre que respectivamente tiene un valor representativo de 63.5kl y 76.2 cm. Por ello los estratos arenoso y la arcilla blanda, no es un medio recomendable para que se lleve a cabo en depósitos de roca o arcillas consolidada, por lo posibles daños que puede sufrir el equipo de perforación al introducir dichos estrados [22].

### Equipamiento

- Peso 63.5 kg con una altura de caída de 76.2 cm
- Barras y brazos de perforación
- Flexómetro
- Fundas de plástico
- Tarjetas de identificación
- Trípode de carga
- Toma muestra o tubo partido con las siguientes dimensiones:

Largo: 50 cm

Diámetro exterior: 51 mm

Diámetro interior: 35 mm

Peso total 70N (16 lb.)



Fig. 12. Equipo para ensayo de penetración estándar.

## 11 Procedimiento

El método de Penetración Estándar es el más ampliamente usado para la exploración de suelos, y comprende dos etapas:

- El Sondeo: Consiste en hacer una perforación con barreno, inyección de agua o sondeo rotatorio usando un taladro con movimientos de rotación de alta velocidad y circulando agua para extraer los detritos [22].
- **5** El Muestreo: se realiza el sondeo hasta la profundidad establecida, y a continuación se lleva al fondo de dicha perforación una cuchara normalizada que se hince 15 cm (6") en la capa a reconocer, a fin de eliminar la zona superficial parcialmente alterada, por efectos del procedimiento utilizado durante la ejecución del sondaje [22].



Fig. 13. Muestras obtenidas del ensayo de SPT por medio del tubo Shelby.

### **Diseño de cimentación profunda**

Una vez obtenidos los parámetros necesarios de la caracterización hidromecánica del suelo, se procede al diseño de una cimentación para una edificación multifamiliar en la zona de estudio. Dicha edificación contará con 5 niveles y construida en un área de 175 m<sup>2</sup>. El diseño de la cimentación consiste en una platea de cimentación, incluyendo un sótano, por lo cual se diseñará también muros de corte, teniendo en cuenta los esfuerzos transmitidos por el suelo [27].

**Propuesta de cimentación:** La cimentación propuesta es una cimentación superficial la cual se denomina cuando la altura de cimentación o peralte de cimentación es menor a este caso del estudio de mecánica de suelos que se realiza a 3 metros, este estudio corresponde debido a que se realizó una inspección con la diamantina hasta 15 metros para observar las características generales a mayor profundidad del suelo utilizando la prueba de SPT más preciso. La solución de elegir la losa de cimentación se argumenta, por las características de

la edificación por la relación de costos y características y el estudio a 15 metros de profundidad que se ha llegado, dio características más claras, más precisas del tipo de suelo que pueden de alguna manera a influir a tener un valor de la capacidad portante del suelo más precisa y detallada.

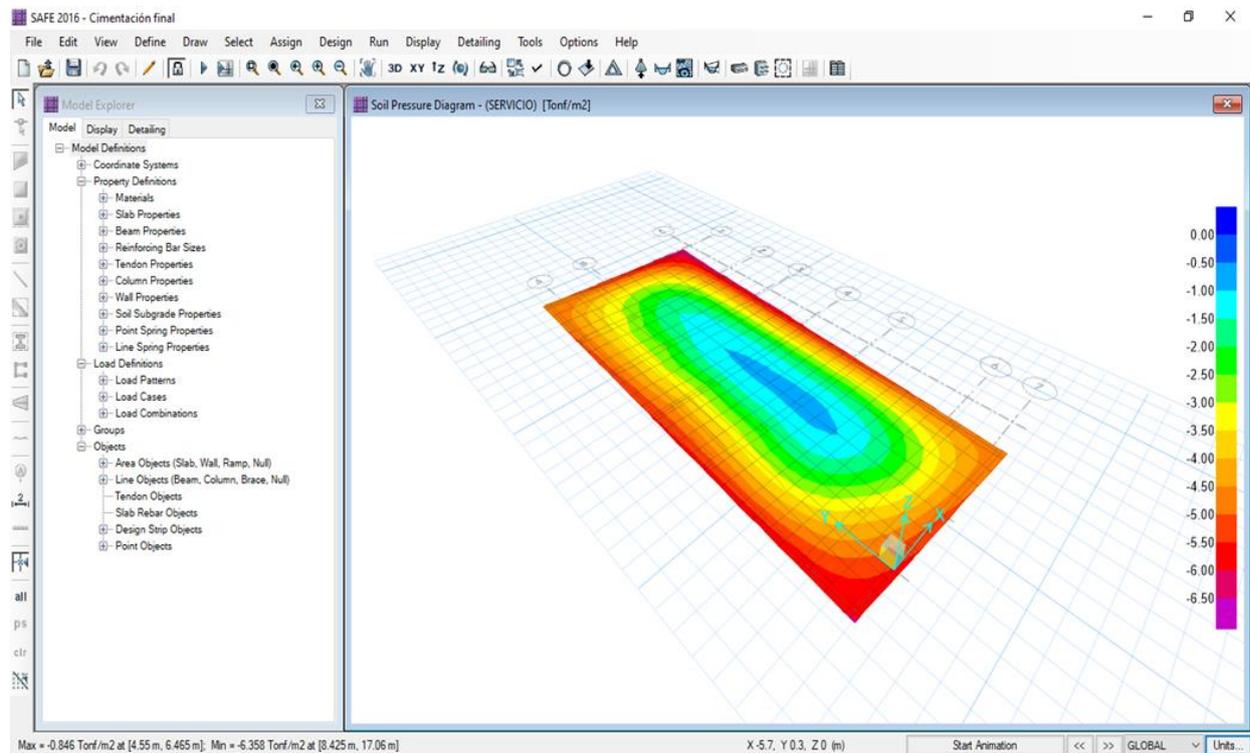


Fig. 14. Planta general de la edificación para el diseño de cimentación.

## 1.6. Criterios éticos

Los criterios éticos fueron elaborados tomando en cuenta los Art. 5 y Art. 6 del Código de Ética en Investigación de la USS S.A.C.

3. **Fiabilidad**, todos los resultados de los ensayos realizados en este estudio cuentan con la garantía del laboratorio LEMS W&C EIRL, y con un laboratorio externo A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R.Ltda., 3 lo cual da la credibilidad a la investigación, puesto que en laboratorio se siguió los procedimientos descritos en las normativas.

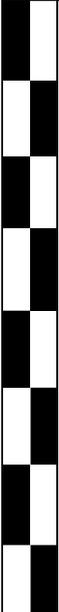
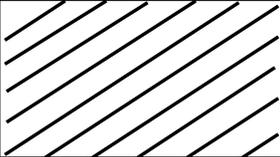
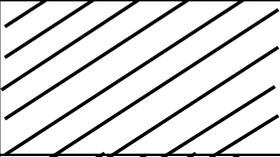
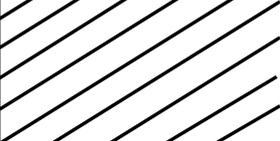
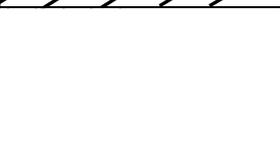
**Replicabilidad**, quiere decir que los datos obtenidos en el proceso de la investigación es un medio que servirá como antecedente para futuras investigaciones, para otros estudios con las variables de elaboración de bloques de concreto ligero o temas similares.

### 5. III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

Referente al primer objetivo específico realizar la exploración geotécnica con tubo Shelby a 15 m de profundidad, la exploración del suelo se realizó del subsuelo para conocer sus características físicas como se muestra en la tabla, el suelo de estudio que fue estudiado es la capa superficial, ya que tiene un mayor predominio para el diseño que se realizará. El estudio se realizó en un área de 175 m<sup>2</sup>, las coordenadas de ubicación del área se muestran en la siguiente tabla, donde el sistema de coordenadas UTM que se trabajó fue el Datum horizontal sistema geodésico mundial WGS-84, respectivamente.

Para el estudio de interés el estrato se realizó hasta una profundidad de 15 m con el objetivo de alcanzar la estratigrafía de la zona, y suelo de Pimentel. Posteriormente realización del ensayo de Penetración Estándar in situ, se basó bajo la normativa peruana NTP 339.133 y basándose en normas norteamericanas como la ASTM D1586, respectivamente.

COTA	PROFUNDIDAD (m)	GRÁFICA	SIMBOLO	OBSERVACIONES
	0.00		CH	SUELO ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD SUELO OSCURO
	1.45		CH	SUELO ARCILLOSO DE ALTA PLASTICIDAD COLOR VERDE CON MANCHAS BLANCAS Y PRESENCIA DE OXIDACION Y CONSISTENCIA MUY DURA
	3.00		CH	SUELO ARCILLOSO DE ALTA PLASTICIDAD
	3.05		CH	SUELO ARCILLOSO DE ALTA PLASTICIDAD COLOR MARRON OSCURO, POSIBLEMENTE ARCILLA, 5% DE PRESENCIA INORGANICA
	4.50		CH	

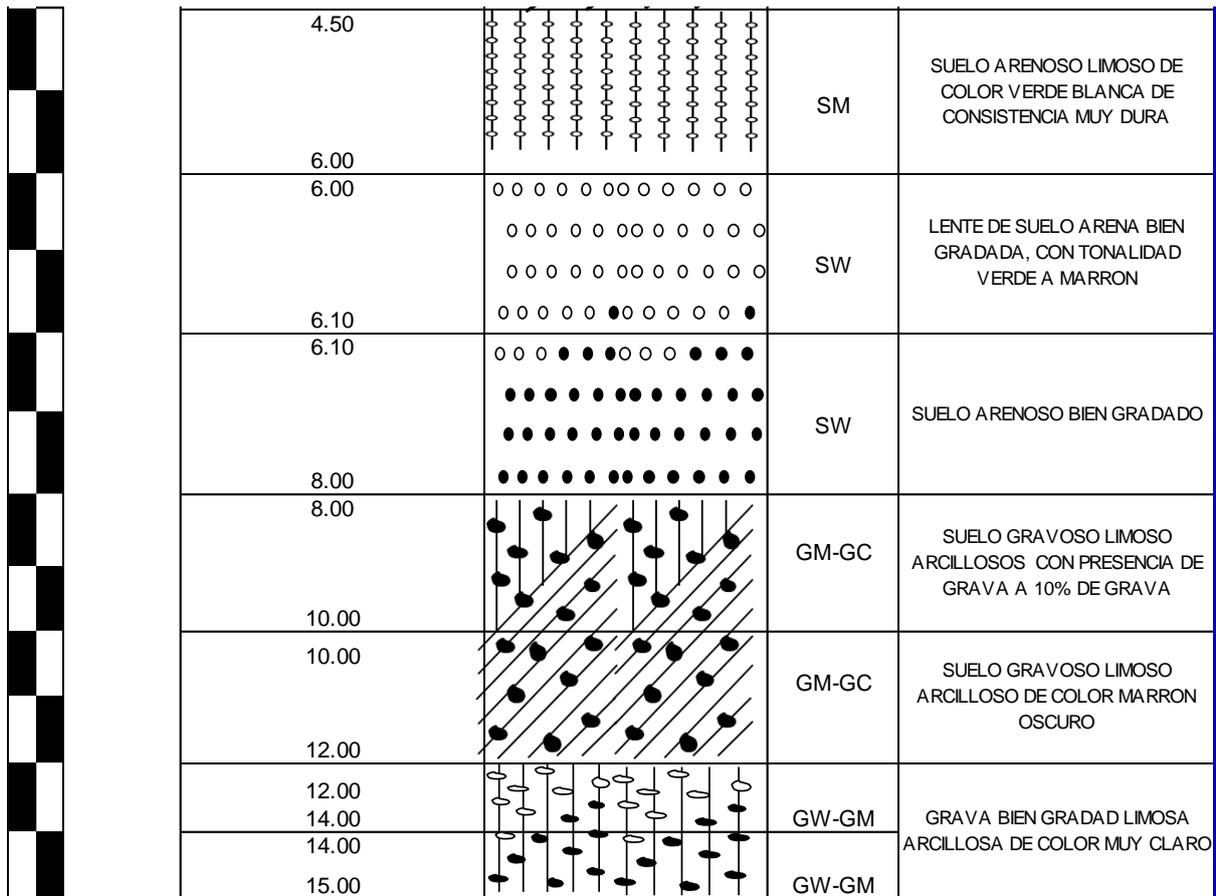
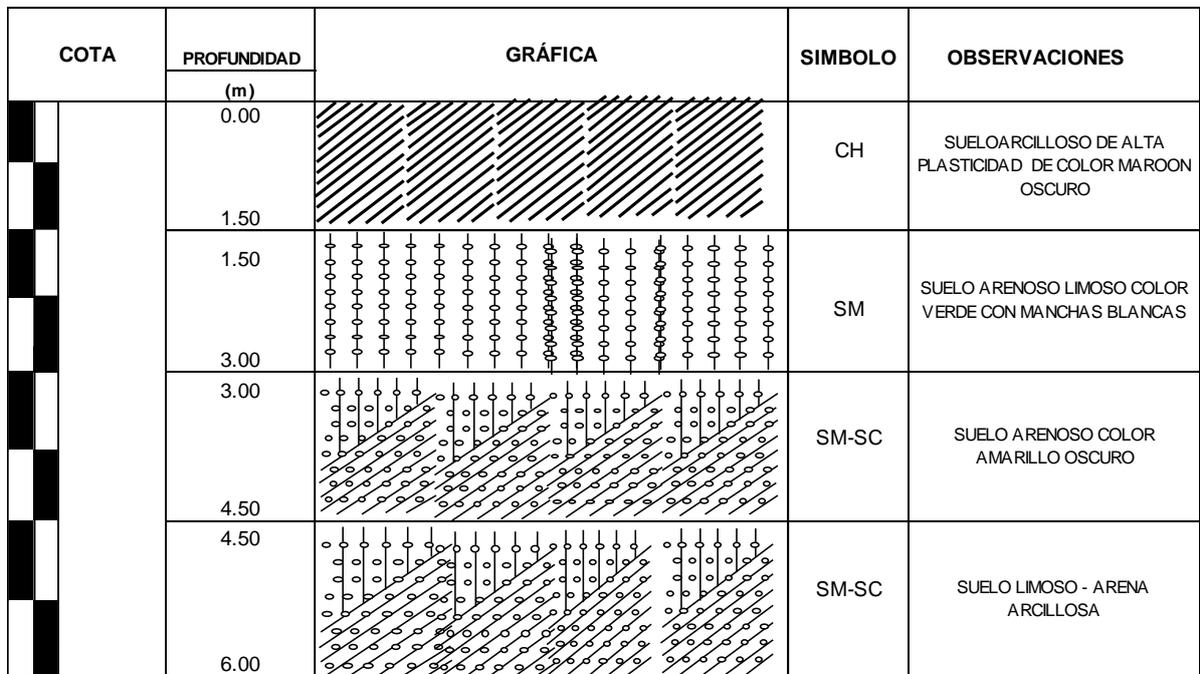


Fig. 15. Estratigrafía de la zona de estudio SPT-01- Tipos de suelos.



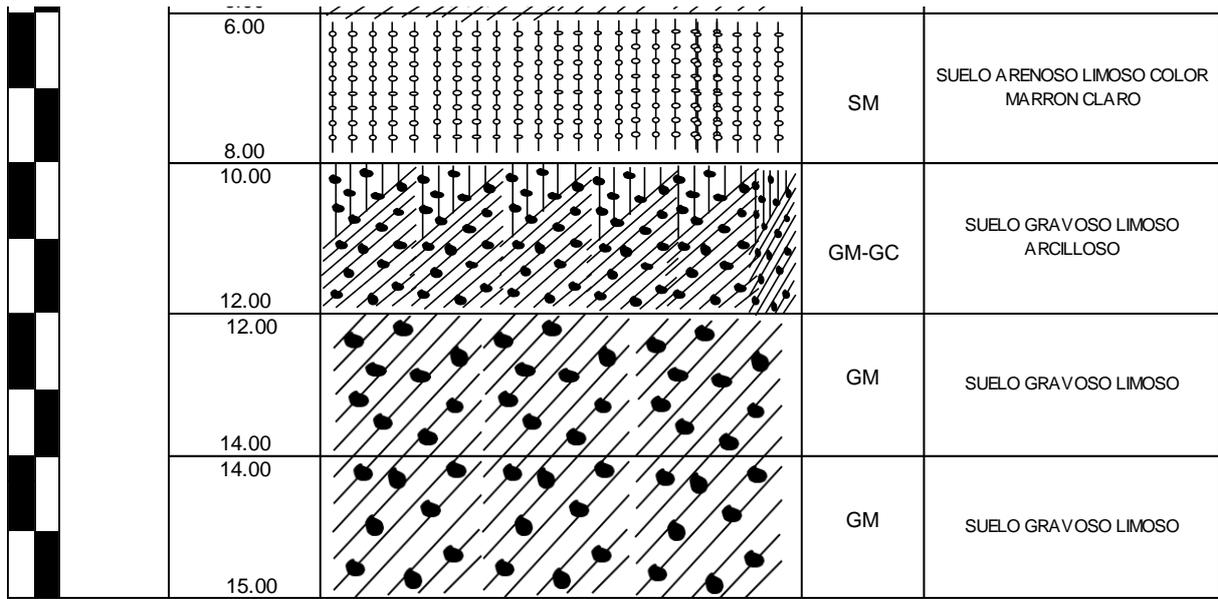


Fig. 16. Estratigrafía de la zona de estudio SPT-02- Tipos de suelos.

COTA	PROFUNDIDAD (m)	GRÁFICA	SIMBOLO	OBSERVACIONES
	0.00		ML	SUELO LIMOSO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRON OSCURO
	1.50		ML-CL	SUELO SEMI LIMOSO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON CLARO
	2.50		SM-SC	SUELO ARENOSO LIMOSO - ARCILLOSO ARENOSO
	6.00		SM-SC	SUELO ARENOSO COLOR AMARILLO OSCURO
	8.00		GC	SUELO MUY DURO GRAVOSO ARCILLOSO
	10.00		GC	SUELO MUY DURO GRAVOSO ARCILLOSO
	12.00			

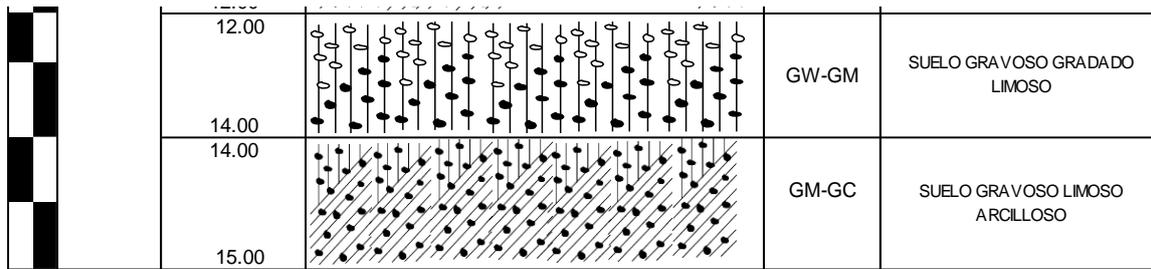


Fig. 17. Estratigrafía de la zona de estudio SPT-03- Tipos de suelos.

Como se muestran en las figuras anteriores, la interpretación del ensayo de SPT mostró los resultados obtenidos para parámetros como la tipología de suelos y la clasificación según SUCS. Debido a que los resultados corresponden a un solo ensayo, no se consideró como regla general los valores obtenidos, aunque se tomaron en cuenta para poder corroborar la estratigrafía de la zona, dejando en evidencia las cotas en que existe la presencia de arcillas, arenas y gravas según corresponda.

Respecto al segundo objetivo específico, realizar la caracterización hidromecánica del suelo en estudio, los resultados del ensayo de corte directo en muestras inalteradas y remodeladas adquiridas mediante los sondajes de Penetración Estándar, a una profundidad máxima de 15 metros. Fueron del resultado de muestras de tipo inalterada (Mib) con el objeto de realizar la prueba de corte directo en condiciones consolidadas drenadas, además poder determinar los distintos valores como el ángulo de fricción, cohesión y finalmente la capacidad portante del terreno, respectivamente.

Tabla VIII.

Características del suelo de estudio del punto p-1

Descripción	C -1			
	M-1	M-2	M-3	M-4
Profundidad (m)	3.00 – 4.50	4.50 – 6.00	12.00 – 14.00	14.00 – 15.00
SUCS	CH	SM	GW-GM	GW-GM
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	1.604	1.906	1.916	1.728
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.375	1.677	1.710	1.559
Humedad natural (%)	16.61	13.61	12.09	10.82

<b>Humedad saturada (%)</b>	27.87	25.59	21.43	31.44
<b>Cohesión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0.104	0.013	0.473	0.537
<b>Ángulo de fricción (°)</b>	23.56	28.99	56.30	42.81
<b>Capacidad portante (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0.54	0.567	1.589	1.463

En la Tabla XIII, se muestra los datos correspondientes del punto de inspección P-1, se observa los diferentes resultados obtenidos mediante el ensayo de corte directo de los suelos de estudio donde se visualiza que a mayor profundidad mayor es la capacidad de soporte del suelo conteniendo un intervalo de incremento de 0.91 kg/cm<sup>2</sup>, desde la profundidad inicial hasta la final, respectivamente.

**Tabla IX.**  
*Características del suelo de estudio del punto p-2*

<b>Descripción</b>	<b>C -2</b>		
	M-1	M-2	M-3
<b>Profundidad (m)</b>	6.00 – 8.00	10.00 – 12.00	14.00 – 15.00
<b>SUCS</b>	SM	GM-GC	GM
<b>Densidad natural (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.623	1.607	1.815
<b>Densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.411	1.417	1.611
<b>Humedad natural (%)</b>	15.23	13.40	12.64
<b>Humedad saturada (%)</b>	29.29	21.04	20.90
<b>Cohesión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0.247	0.543	0.080
<b>Ángulo de fricción (°)</b>	15.95	45.38	52.11
<b>Capacidad portante (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0.556	1.557	1.365

En la Tabla IX, se muestra los datos correspondientes del punto de inspección P-2, se observa los diferentes resultados obtenidos mediante el ensayo de corte directo de los suelos de estudio donde se visualiza que a mayor profundidad mayor es la capacidad de soporte del suelo conteniendo un intervalo de incremento de 0.809 kg/cm<sup>2</sup>, desde la

profundidad inicial hasta la final, respectivamente.

**Tabla X.**  
*características del suelo de estudio del punto p-3*

Descripción	C -3		
	M-1	M-2	M-3
<b>Profundidad (m)</b>	6.00 – 8.00	10.00 – 12.00	12.00 – 14.00
<b>SUCS</b>	SM-GC	GC	GW-GM
<b>Densidad natural (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.782	1.756	1.777
<b>Densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.487	1.447	1.477
<b>Humedad natural (%)</b>	19.87	30.19	20.303
<b>Humedad saturada (%)</b>	30.37	31.39	23.747
<b>Cohesión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0.269	0.49	0.307
<b>Ángulo de fricción (°)</b>	27.56	42.89	50.79
<b>Capacidad portante (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0.791	1.419	1.533

En la Tabla IX, se muestra los datos correspondientes del punto de inspección P-3, se observa los diferentes resultados obtenidos mediante el ensayo de corte directo de los suelos de estudio donde se visualiza que a mayor profundidad mayor es la capacidad de soporte del suelo conteniendo un intervalo de incremento de 0.742 kg/cm<sup>2</sup>, desde la profundidad inicial hasta la final, respectivamente.

Respecto al tercer objetivo específico, realizar un diseño típico de una cimentación propuesta de un edificio de 5 niveles y un sótano. La cimentación propuesta es una cimentación superficial la cual se denomina cual la altura de cimentación o peralte de cimentación es menor a este caso del estudio de mecánica de suelos que se realiza a 3 metros, este estudio corresponde debido a que se realizó una inspección con la diamantina hasta 15 metros para observar las características generales a mayor profundidad del suelo utilizando la prueba de SPT más preciso. La solución de elegir la losa de cimentación se argumenta, por las características de la edificación por la relación de costos y características

y el estudio a 15 metros de profundidad que se ha llegado, dio características más claras, más precisas del tipo de suelo que pueden de alguna manera a influir a tener un valor de la capacidad portante del suelo más precisa y detallada. Además, en base a los ensayos anteriores, se estimó las capacidades admisibles del suelo en base a la resistencia al corte directo para los suelos adquiridos. A continuación, se muestran los valores asumidos para el diseño de cimentación, en la siguiente Tabla 10.

**Tabla XI.**

*Valores Asumidos para la Cimentación.*

<b>Descripción</b>	<b>Valores tomados</b>
<b><math>f'_c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	210
<b><math>F'_y</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	4200
<b>Df (m)</b>	1.50
<b><math>\sigma_p</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	2.27
<b>ep (m)</b>	0.15
<b>s/c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	200
<b>dv losa (Pulg.)</b>	½
<b>dv columna (Pulg.)</b>	¾
<b>Columna (m)</b>	0.40 x 0.40
<b><math>\gamma_{\text{suelo}}</math> (tn/m<sup>3</sup>)</b>	1.677

Las consideraciones que se muestran en la tabla anterior, se detalla la longitud de desarrollo de 44.29 cm, la altura de la losa de cimentación se tomó de 60 cm, el esfuerzo admisible se obtuvo 19.19 tn/m<sup>2</sup>, según la tabla de valores de coeficiente de balastro se interpoló obteniendo 4.54 kg/cm<sup>3</sup>, respectivamente.

## Bulbo de presiones y Asentamientos

En la obtención de los asentamientos máximo se obtuvo mediante el programa computacional Safe versión 2016 y para el bulbo de presiones el programa GeoStruc\_Load versión 2018. Se muestra en la figura los asentamientos máximos y mínimos en escala de colores.

Estratigrafía terreno

Estratigrafía

Nr. Estratigrafías...  Descripción

N°	DB	Espesor del estrato (m)	Gk (kN/m <sup>3</sup> )	Gk Saturado (kN/m <sup>3</sup> )	Fik (°)	ck (kN/m <sup>2</sup> )	cuk (kN/m <sup>2</sup> )	Eyk (kN/m <sup>2</sup> )	Edk (kN/m <sup>2</sup> )	Datos adicionales	Texture	Descripción
1		4.5	15.73	17.25	23.56	10.20	0.0	10000.0	0.0			
2		6	18.69	20.65	28.99	1.27	0.0	10000.0	0.0			
3		14	18.79	20.36	56.30	46.39	0.0	10000.0	0.0			
4		15	16.95	20.09	41.82	52.66	0.0	10000.0	0.0			

**Nspt - Licuefacción**

La licuefacción de un depósito arenoso con nivel freático no existe si: a) El valor de Nspt' (corregido-normalizado) es > 25 con contenido fino ausente. b) El valor de Nspt' (corregido-

N°	Inclinación estrato (°)	Clay Fraction (%)	Nspt	Comportamiento geotécnico	Coef. Poisson
1	0	0	20		0

**Colapso por desplazamiento**

Adhesión terreno cimentación (kN/m<sup>2</sup>)

Áng. rozamiento terreno cimentación  °

Fracción empuje pasivo  %

Sin cohesión

Download Textures

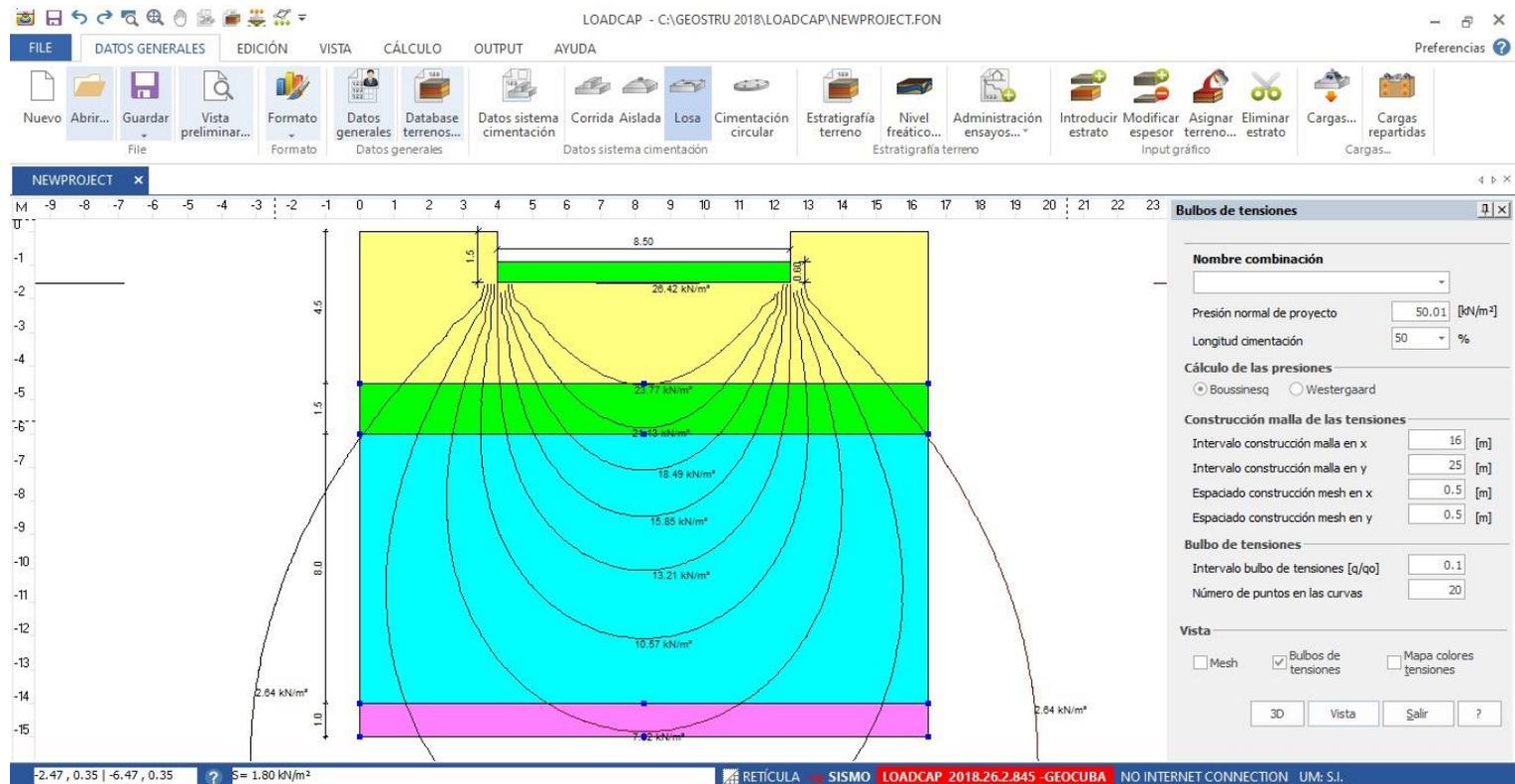
Configure Textures

Texturas sin instalar o ca

Importar parámetros característicos

[a]

Fig. 18. Bulbo de presiones del diseño de cimentación.



[b]

En la en la Figura 18(a) estas son los datos que he introducido en el perfil estratigráfico y en la figura 18(b), se puede observar que las presiones sobre el suelo producidas por la cimentación tienden a disminuir cuando se encuentran a una mayor profundidad, es así que la presión producida en la base de la cimentación fue de 26.42 KN/m<sup>2</sup>, luego las presiones descendieron, obteniendo para el primer estrato de (3m a 4.5m) una presión de 23.77 KN/m<sup>2</sup>, para el segundo estrato de (4.5m a 6m) una presión de 21.13 KN/m<sup>2</sup>, para el tercer estrato de (12m a 14m) una presión de 10.57 KN/m<sup>2</sup> y finalmente para el ultimo estrato de (14m a 15m) una presión de 7.92 KN/m<sup>2</sup>.

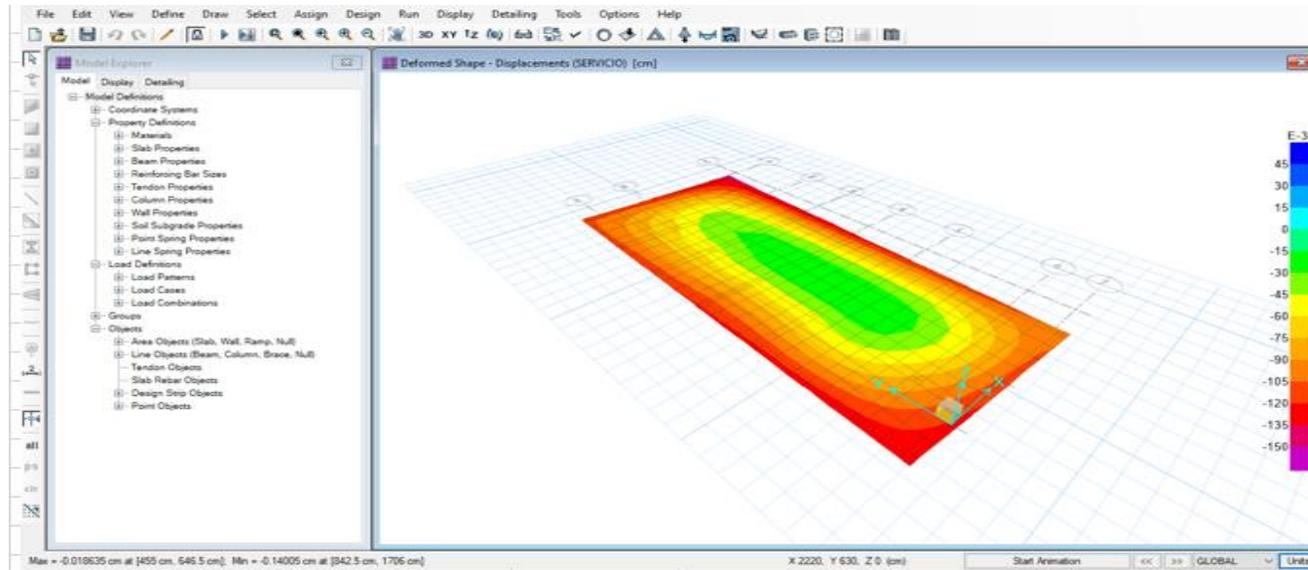
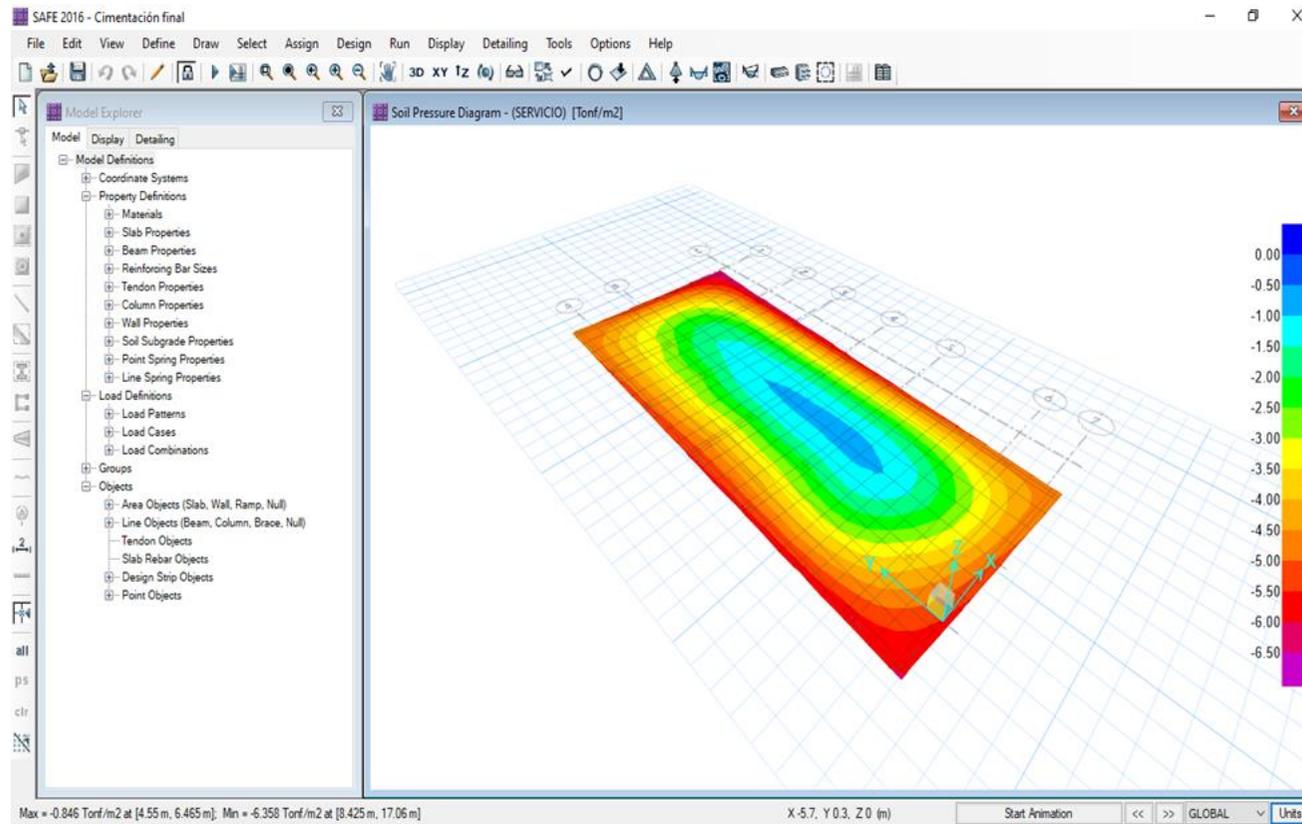


Fig. 19. Asentamientos máximos de la losa de cimentación.

Como se puede observar, en la Figura 19 en la que se representa el asentamiento obtenido en toda el área de cimentación tiene una dimensión de (850 cm x 2014 cm), se puede saber que el asentamiento máximo fue de 0.14005 cm localizándose dicho asentamiento en el perímetro de la cimentación, dado que en esta zona se distribuye una gran cantidad de cargas debido a los muros de sótano que hace que dichas zonas estén sombreadas de color rojo. Asimismo, con el uso de la norma E.050 de Suelos y Cimentación se pudo saber cuál es la distorsión angular máxima tolerable para dicha estructura que corresponde a (límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas) siendo de  $\alpha = \delta/L = 1/500 = 0.00200$ , y mediante nuestros datos de la estructura obtenemos que  $\alpha = 0.14005 \text{ cm} / 850 \text{ cm} = 0.00016$  y  $\alpha = 0.14005 \text{ cm} / 2014 \text{ cm} = 0.00007$ , pudiendo que concluir nuestra estructura cumple con la distorsión máxima tolerable indicada por la norma.



**Fig. 20.** Obtención del esfuerzo admisible con el programa computacional SAFE.

En la Figura 20 se muestra el  $\sigma_{adm}$  ( $Tn/m^2$ ) de 19.19  $Tn/m^2$ , a comparación del esfuerzo del programa Safe se tuvo 6.358  $Tn/m^2$ , respectivamente.

## Obtención del acero de la platea de cimentación en “X” y en la dirección “Y”

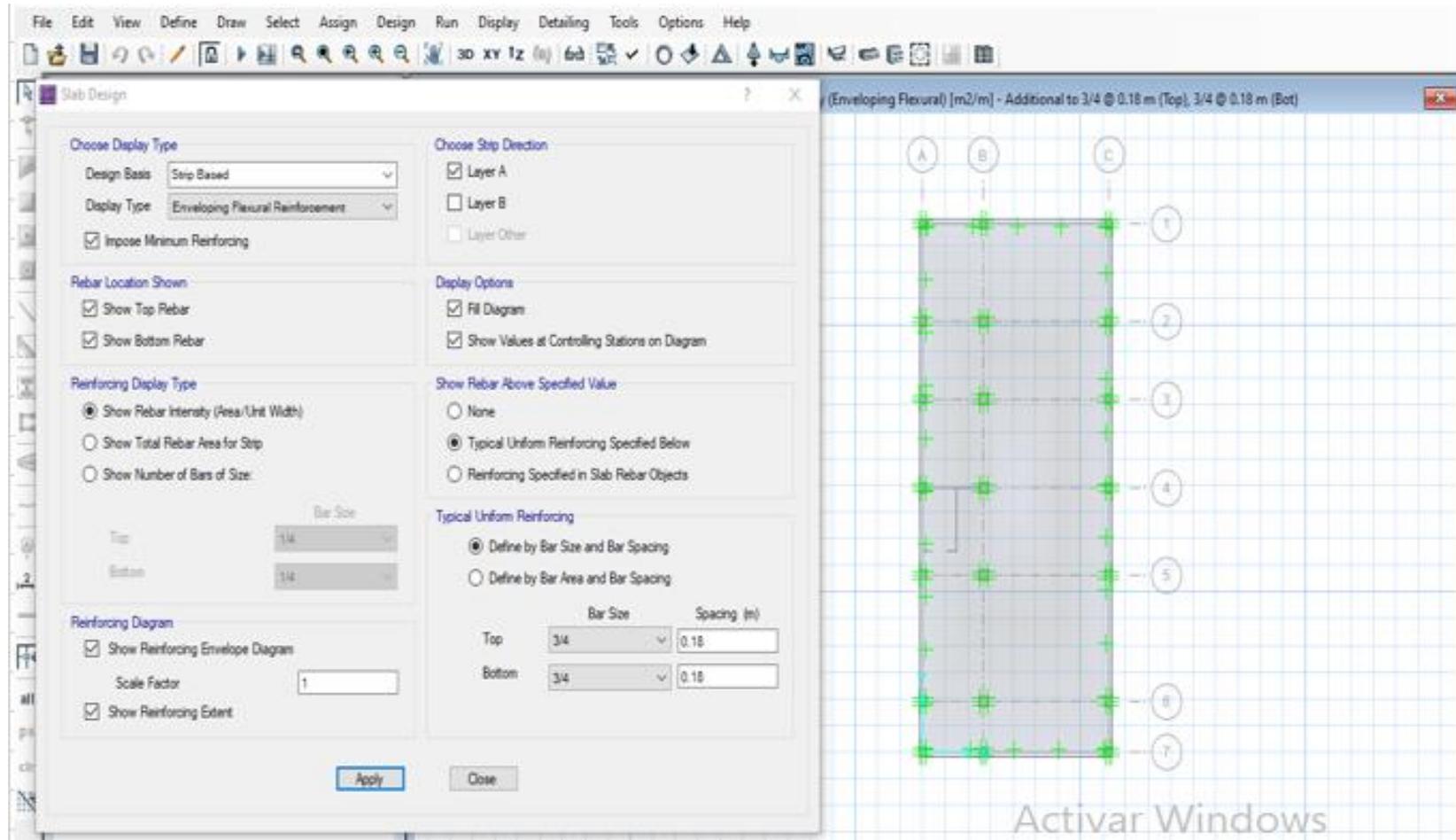


Fig. 21. Esquema del acero en la dirección X.

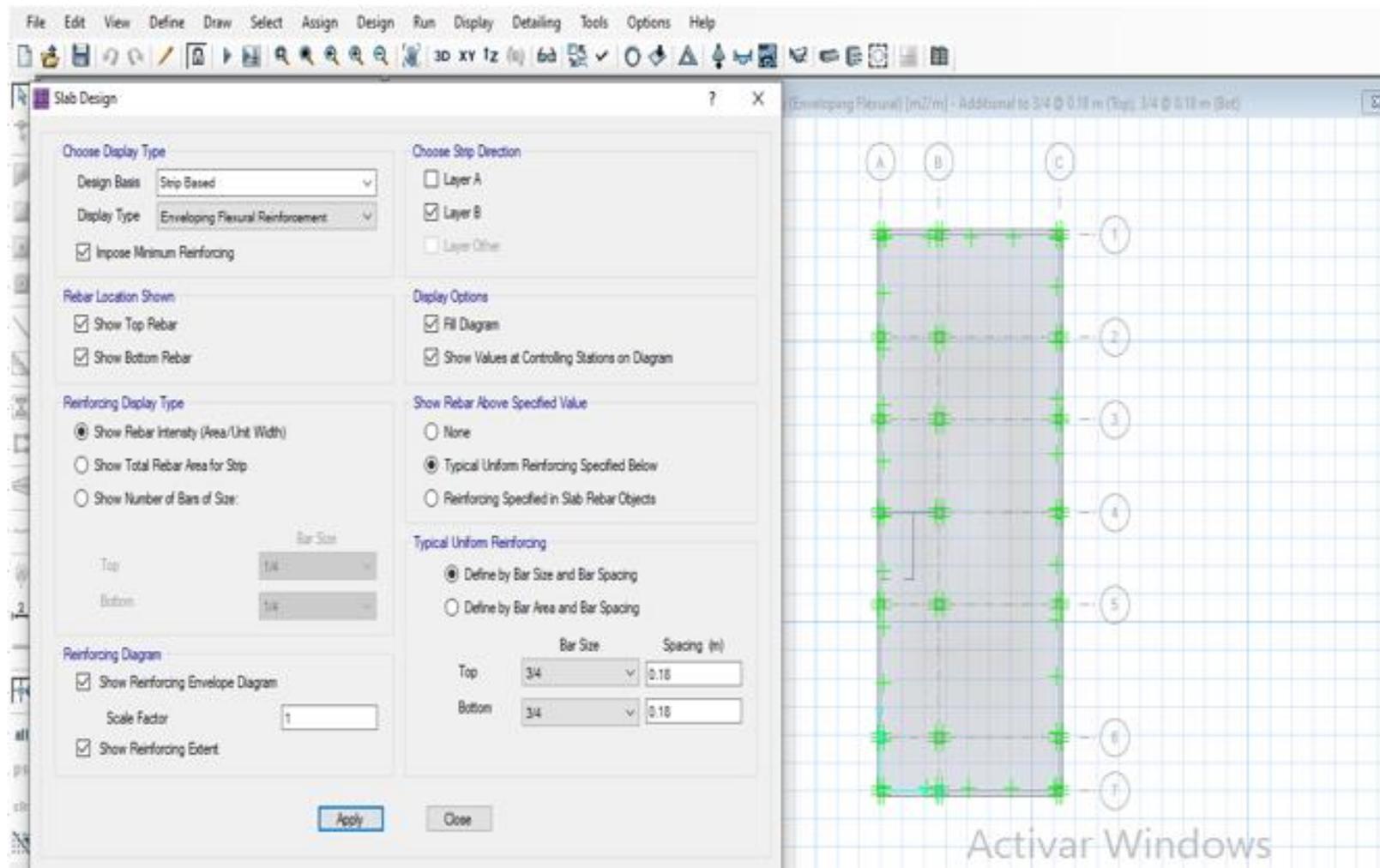


Fig. 22. Esquema del acero en la dirección Y.

En la Figura 21, se muestran la obtención de los aceros utilizando el programa computacional SAFE, la distribución de los aceros en la dirección X, donde contempla usar una varilla de diámetro de 3/4" cada 18 cm, respectivamente. Asimismo, en la figura 22, se observa la distribución de los aceros en la dirección Y, donde contempla usar varillas de 3/4" cada 18 cm, respectivamente.

Acerca del ensayo triaxial NTP-339-164-ASTM-D-2850 consiste en someter una probeta cilíndrica, preparada con una relación de dos beses el diámetro y se encuentra confinada por medio de una presión hidráulica constante. El procedimiento más satisfactorio para medir la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, en la mayoría de las situaciones. Una de las principales ventajas radica en el hecho de poder controlar las tensiones principales. El drenaje y la presión intersticial, lo cual conduce al conocimiento del comportamiento básico del suelo y de las características que se utilizarán posteriormente en el diseño. En este ensayo podemos determinar el Angulo de rozamiento interno y cohesión del suelo, que permite establecer su resistencia del corte, aplicando a las probetas esfuerzos verticales y laterales. En comparación con el ensayo de corte directo que sea desarrollado los ensayos de tres perforaciones y los cálculos numéricos que permite determinar la resistencia al esfuerzo cortante o capacidad portante del suelo estudiado, donde se utiliza ensayos para determinar el ángulo de fricción interno, la cohesión y la capacidad portante.

### 3.2. Discusión

En este apartado se distribuirá los comentarios de diversos antecedentes expuestos anteriormente planteados para el presente estudio investigativo, con ellos se analizarán y explicará sobre los valores hallados para encontrar alguna similitud o contradicción, la cual fue comparada con el actual estudio de los tesisistas en donde se analizó la caracterización hidromecánica de los suelos empleando el corte directo con fines de cimentación profunda.

Respecto a la discusión del primer objetivo específico, sobre realizar la exploración geotécnica de la estratigrafía con tubo Shelby a 15 m de profundidad. Al respecto Molina et al. (2018) cuyo trabajo de investigación tuvo como propósito presentar un estudio y caracterización hidromecánica del suelo con fines de cimentación profunda, los resultados del perfil estratigráfico mediante el método del tubo Shelby con el fin de clasificar el suelo (SUCS), para un total de tres especímenes mostró la descripción de cada material debido a que a la profundidad de 0 - 0.20 m se tuvo capa vegetal, 0.2 - 0.50 m tuvo un limo orgánico de color gris claro, 0.5 - 1.0 m hubo un limo de color gris, consistencia firme, de 1 - 4.0 m tuvo arcillas de consistencia blanda y plasticidad alta, de 4 - 4.30 m tuvo arenas fina suelta y de 4.3 - 5.0 m una arcilla de consistencia blanda y plasticidad media, respecto a los sondeos según la SUCS se tuvo suelos MH e índices de plasticidad entre 52.4 hasta 53.8%. En tanto otros hallazgos como Idelfonso (2020) mostraron que los resultados del ensayo de penetración estándar SPT, se tuvo la medición de los golpes cada 1.0 metro hasta los 17.40 metros., posterior y mostró valores entre 1.81 hasta 1.97 g/cm<sup>3</sup> para una profundidad 1.50 m, respecto a la estratigrafía de 0.15 a 1.45 m estuvo conformado por estratos de arcilla CL, de 1.45 a 2.45m suelos CL, de 2.45 a 3.45 m conformado por CL, de 3.45 a 4.45 m conformado por CH, 4.45 a 5.45 m conformado por CL, de 5.45 a 6.45 m conformado por CL, concerniente al centro poblado Contamana Alto. Las cuales los tesisistas concluyeron que mostraron diferentes resultados, debido a que la zona es árida y antiguamente fue sector agrícola, que posterior fue zona urbana la cual tuvo mejoras en su estrato. En consecuencia, en la presente investigación se obtuvieron los resultados que son similares, mostraron mediante los procesos de la normativa ASTM D1586, utilizando el tubo Shelby la estratigrafía

de la zona de estudio mostrando suelos de 0.0 m hasta 4.50 m. suelos arcillosos de alta plasticidad, desde 4.50 m hasta 8.0 m suelos arenosos y limosos, finalmente desde 8.0 m hasta 15.00 m suelos gravosos limosos o arcillosos, respectivamente. Los distintos puntos analizados mostraron características similares y variables mostrando un suelo arcilloso arenoso potencialmente.

Respecto a la discusión del segundo objetivo específico, realizar la caracterización hidromecánica del suelo en estudio. Al respecto Pantoja y Pérez (2019) cuyo trabajo de investigación tuvo como propósito general analizar comparativamente la determinación de la carga admisible y asentamiento en el diseño geotécnico de cimentaciones de una edificación de categoría media, analizada por NSR-10. Mostraron resultados sobre el peso unitario  $\gamma$  es 16.8 kN/m<sup>3</sup>,  $\gamma_{sat}$  es 20.10 kN/m<sup>3</sup>, y ángulo de fricción 29°, siendo una arena limosa suelta SM a una profundidad de 3.5 m utilizando el ensayo SPT. La cimentación, la resistencia a la compresión de 25 MPa. Las cuales los tesisistas concluyeron que los valores difieren pues en la investigación se tuvo valores a mayor profundidad hasta los 15 m de profundidad, respectivamente. En tanto, otros hallazgos como los autores Chikhaoui et al. (2017) tuvieron como finalidad estudiar las propiedades hidromecánicas de las propiedades del suelo de yeso salino de Sebkha de Orán, Argelia. Tuvo como resultados que las muestras de suelo de 0.6 a 2 m tuvo un  $\gamma_{máx}$  17.1 kN/m<sup>3</sup> y W de 13.52%, para una profundidad de 2 a 4 m tuvo un  $\gamma_{máx}$  17.2 kN/m<sup>3</sup> y W de 12%, para una profundidad de 4 a 8 m tuvo un  $\gamma_{máx}$  16.3 kN/m<sup>3</sup> y W de 14.5%, el C en kPa tuvo valores de 24.96, 0, 0 y el  $\phi$  fue de 33.63, 43.74 y 44.11°, respectivamente. En consecuencia, en la presente investigación se obtuvieron los resultados de 3 sondajes explorados a una profundidad de 15 m aproximadamente, de las cuales se realizaron bajo normativas internacionales norteamericanas American Society for Testing and Materials, para los ensayos de clasificación de suelos ASTM D2487, contenido de humedad natural ASTM D2216 y distintas normativas utilizadas. En la data hallada la capacidad portante encontrada a una profundidad de 4.50 hasta 6.0m es de 0.567 kg/cm<sup>2</sup> para el primer punto, y para el punto dos fue de 0.556 kg/cm<sup>2</sup> y por último el tercer punto fue de 0.791 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

Respecto a la discusión del tercer objetivo específico, realizar un diseño típico de una cimentación propuesta de un edificio de 5 niveles y un sótano. Según el hallazgo de Álvarez (2019) cuyo trabajo de investigación tuvo como propósito diseñar los elementos estructurales de 12 piso y un sótano con tecnología de losas aligeradas, tradicional, viga acero, y firth. El proyecto tuvo un frente de 13.75m y un largo de 26m ubicado en Huancayo, un área techada de 211.5m, hasta una profundidad de 6.0 m se encontró limos inorgánicos, de 6.0 a 11.0 metros estuvo compuesto de gravas de media plasticidad, con una capacidad portante de 2 kg/cm<sup>2</sup> con un ángulo de fricción de 31.1° y peso volumétrico de 1.867 gr/cm<sup>3</sup>, el modelo numérico se hizo en ETABS, no se tuvo desplazamientos en el sótano, en tanto la cortante basal V<sub>xx</sub>: 360 Tn y V<sub>yy</sub>: 365.04 Tn, posterior se cumplió las derivas máximas (0.007) e inelásticas para todos los niveles y el periodo modal 0.966 y 0.955 para el modo 1 y 2, siendo la masa participativa de 64.05% y 72.45%, respectivamente. Se concluyó que el diseño de losa de cimentación tuvo estribos Ø1/2", 8@ 5cm, 12@ 7.5cm, resto @ 17.5cm, respecto al muro tuvo acero de 1/2" @ 20cm y espaciamiento máximo de 30.7 cm. Las cuales los tesisistas concluyeron que existen pocas similitudes frente a que este diseño no contempla una cimentación de platea cimentación, sino una cimentación compuesta de zapatas combinadas y aisladas. En consecuencia, en la presente investigación se obtuvieron los resultados del predimensionamiento de la platea de cimentación considerando una altura de 0.60 m, y un esfuerzo admisible de 19.19 tn/m<sup>2</sup>, y una capacidad portante de 2.27 kg/cm<sup>2</sup>, además presentó un asentamiento máximo de 0.14005 cm y por servicio un  $\sigma_{adm}$  de 19.919 tn/m<sup>2</sup> y con el esfuerzo del Safe fue de 6.358 tn/m<sup>2</sup>, respectivamente. También integró la cantidad de varillas en la dirección X utilizó Ø 3/4" @ 0.18 cm y para la dirección Y utilizó Ø 3/4" @ 0.18 cm, respectivamente.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

En este presente estudio científico realizado se llegó a la conclusión global que la determinación de la caracterización hidromecánica de un suelo considerando el corte directo, con fines de cimentaciones profundas, en los suelos de la urbanización Los Sauces, distrito de Pimentel, Perú. La zona de investigación posee un área de 175 m<sup>2</sup>, de la cual mostró una topografía de forma llana y de fácil acceso rodeada de lotes y viviendas de dos a seis niveles de material noble; lo cual muestra la necesidad de diseñar una losa de cimentación por las condiciones que muestra el terreno, las siguientes conclusiones se muestran a continuación:

Los resultados de la actual investigación, sobre realizar la exploración geotécnica de la estratigrafía con tubo Shelby a 15 m de profundidad. Los investigadores concluyeron que certifica que, mediante el ensayo de SPT, y por medio de los tuvo Shelby, se extrajo las muestras inalteradas para determinar, donde se extrajo muestras de tres perforaciones, la cual mostró una estratigrafía variedad en los tres puntos predominando suelos gravosos y limosos a partir de los 8 metros hasta los 15 metros de profundidad.

Los resultados de la actual investigación, sobre realizar la caracterización hidromecánica del suelo en estudio, concluyeron que a partir de los resultados obtenidos por ensayos convencionales se puede observar que hay correlación entre el índice de vacíos ( $e$ ) y el contenido de humedad ( $w$ ), puesto que a mayor índice de vacíos ( $e$ ) mayor contenido de humedad ( $w$ ). La proximidad entre el contenido humedad ( $w$ ) y el límite líquido (LL) indican que el suelo puede llegar a desarrollar una respuesta dúctil al corte. Como la proporción de materia fina supera el 50%, el límite de consistencia determina la clasificación y los suelos se clasifican como limos altamente plásticos (CH), (SM, SW) o (GM-GC, GW-GM).

Los resultados del presente estudio, sobre realizar un diseño típico de una cimentación profunda de un edificio de 5 niveles y un sótano, los investigadores concluyeron que se determinó la capacidad portante con fines de cimentación mediante el ensayo de corte

directo en el distrito de Pimentel, Lambayeque a una profundidad de 4.96m y una capacidad portante de 2.27 kg/cm<sup>2</sup>, además presentó un asentamiento máximo de 0.14005 cm y por servicio un  $\sigma_{adm}$  de 19.919 tn/m<sup>2</sup> y con el esfuerzo del Safe fue de 6.358 tn/m<sup>2</sup>, respectivamente. También la platea de cimentación considerando una altura de 0.60 m integró la cantidad de varillas en la dirección X utilizó Ø ¾" @ 0.18 cm y para la dirección Y utilizó Ø ¾" @ 0.18 cm, respectivamente.

## 4.2. Recomendaciones

Al comprobarse que la determinación de la caracterización hidromecánica de un suelo considerando el corte directo, con fines de cimentaciones profundas tuvo ciertas consideraciones, se dan las siguientes recomendaciones:

Se recomienda que la exploración geotécnica se realice con fines técnicos para tener mayor información del suelo donde se va a diseñar la estructura y la sub estructura, respectivamente. Debidamente supervisado por profesionales capacitados y especializados en la materia. Asimismo, realizar ensayos geofísicos como sondeos eléctricos verticales SEV, refracción sísmica, para comparar con las pruebas de penetración estándar SPT y tener valores aproximados para cimentaciones profundas.

Se recomienda emplear herramientas e instrumentos de laboratorio primordialmente limpio y libre de impurezas para la elaboración correcta de las pruebas, asimismo, de contar con los equipos como es el caso de hornos eléctricos, balanzas, que demuestren viabilidad técnica totalmente calibradas para no evitar que los resultados sean ambiguos. La geomorfología de la zona de investigación, mostró suelos poco estables inferior a 8 metros, y es una zona de una posibilidad elevada a posibles peligros geológicos como la licuefacción de suelos.

Recomendamos construir edificaciones de 5 a 7 niveles, considerando profundidades de cimentación de 5.0 m y promoviendo losas de cimentación de espesor de 0.60 m, por la relación de costos y relación de características y evitar posibles asentamientos por la calidad de suelo que se presenta en dicha zona, incursionando que no existe presencia de nivel freático en esta zona. las características del estudio que se ha realizado a 15 metros de

profundidad llegamos a obtener suelos gravosos y que pueda influir a tener un valor de capacidad portante más preciso para así poder diseñar edificaciones de gran envergadura, y debe diseñarse bajo la residencia de un profesional especializado de la materia, analizando el comportamiento respectivo frente a los parámetros nuevos. Actualmente se recomienda realizar ensayos de triaxiales ya que en la mayoría de los países desarrollados están utilizando más estos ensayos y tienen mejores resultados

## ● 19% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>revistascientificas.cuc.edu.co</b>	Internet	3%
2	<b>hdl.handle.net</b>	Internet	3%
3	<b>repositorio.uss.edu.pe</b>	Internet	1%
4	<b>repositorio.ucsg.edu.ec</b>	Internet	1%
5	<b>1library.co</b>	Internet	1%
6	<b>repositorio.escuelamilitar.edu.pe</b>	Internet	<1%
7	<b>repositorio.unesum.edu.ec</b>	Internet	<1%
8	<b>repositorio.unal.edu.co</b>	Internet	<1%

9	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b>	Internet	<1%
10	<b>fdocuments.es</b>	Internet	<1%
11	<b>repositorio.udes.edu.co</b>	Internet	<1%
12	<b>portal.amelica.org</b>	Internet	<1%
13	<b>slideshare.net</b>	Internet	<1%
14	<b>es.slideshare.net</b>	Internet	<1%
15	<b>coursehero.com</b>	Internet	<1%
16	<b>Universidad Continental on 2019-05-08</b>	Submitted works	<1%
17	<b>Universidad Continental on 2019-05-26</b>	Submitted works	<1%
18	<b>repository.ugc.edu.co</b>	Internet	<1%
19	<b>Universidad Señor de Sipan on 2017-10-29</b>	Submitted works	<1%
20	<b>Universidad Señor de Sipan on 2022-12-21</b>	Submitted works	<1%

21	<b>alicia.concytec.gob.pe</b>	Internet	<1%
22	<b>repositorio.espe.edu.ec</b>	Internet	<1%
23	<b>Universidad Andina del Cusco on 2019-12-05</b>	Submitted works	<1%
24	<b>repositorio.usil.edu.pe</b>	Internet	<1%
25	<b>virtual.autonoma.edu.pe</b>	Internet	<1%
26	<b>docplayer.es</b>	Internet	<1%
27	<b>vsip.info</b>	Internet	<1%
28	<b>desert-runner-archives.com</b>	Internet	<1%
29	<b>huachen.cc</b>	Internet	<1%
30	<b>abandonware-magazines.org</b>	Internet	<1%
31	<b>Universidad Católica San Pablo on 2022-11-28</b>	Submitted works	<1%
32	<b>Universidad Ricardo Palma on 2018-11-21</b>	Submitted works	<1%

33	<b>tesis.ipn.mx</b>	Internet	<1%
34	<b>semantic scholar.org</b>	Internet	<1%
35	<b>Universidad Privada Boliviana on 2020-09-19</b>	Submitted works	<1%
36	<b>hal.archives-ouvertes.fr</b>	Internet	<1%
37	<b>journals.plos.org</b>	Internet	<1%
38	<b>Universidad Católica de Santa María on 2019-08-13</b>	Submitted works	<1%
39	<b>scielo.org.bo</b>	Internet	<1%
40	<b>hermes.unal.edu.co</b>	Internet	<1%
41	<b>Ruedas Medina Roberto Alejandro. "Comportamiento de cimentacion..."</b>	Publication	<1%
42	<b>Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2023-03-03</b>	Submitted works	<1%
43	<b>Universidad Católica de Santa María on 2016-04-22</b>	Submitted works	<1%
44	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2016-05-20</b>	Submitted works	<1%

45	<b>datospdf.com</b>	Internet	<1%
46	<b>repositorioslatinoamericanos.uchile.cl</b>	Internet	<1%
47	<b>trabajosuelos2019.site123.me</b>	Internet	<1%
48	<b>CONACYT on 2017-01-08</b>	Submitted works	<1%
49	<b>Universidad San Ignacio de Loyola on 2020-09-14</b>	Submitted works	<1%
50	<b>dgpea2.comadrid.es</b>	Internet	<1%
51	<b>rds.org.hn</b>	Internet	<1%
52	<b>Universidad Pontificia Bolivariana on 2019-11-14</b>	Submitted works	<1%
53	<b>fr.slideshare.net</b>	Internet	<1%
54	<b>ingetecon.com</b>	Internet	<1%
55	<b>Juan Manuel Carricondo Antón. "Utilización de residuos vegetales para..."</b>	Crossref posted content	<1%
56	<b>Maza Vallejos Felix Javier,Garcia Mendoza José Gerardo. "Estudios pa..."</b>	Publication	<1%

57	<b>Pontificia Universidad Catolica del Peru on 2007-09-25</b>	<1%
	Submitted works	
58	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-12</b>	<1%
	Submitted works	
59	<b>Universidad Privada Antenor Orrego on 2023-05-05</b>	<1%
	Submitted works	
60	<b>Varela Zamora Guillermo. "Diseño estructural de un racks de acero est..."</b>	<1%
	Publication	
61	<b>core.ac.uk</b>	<1%
	Internet	
62	<b>dspace.ups.edu.ec</b>	<1%
	Internet	
63	<b>es.scribd.com</b>	<1%
	Internet	
64	<b>repositorio.unsaac.edu.pe</b>	<1%
	Internet	
65	<b>vdocuments.mx</b>	<1%
	Internet	
66	<b>miliarium.com</b>	<1%
	Internet	