

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autor:

Bachiller YUBER OMAR SALINAS FLORES

Asesor:

MG. /ING. VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS

Trujillo – Perú

2020



APROBACIÓN DE TESIS

El Asesor y los miembros del Jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la Tesis desarrollada por el Bachiller **Yuber Omar Salinas Flores**, denominada:

DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018.

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL



DEDICATORIA

Dedicado. A mis hijas,
mi esposa y mis padres por
apoyarme a cumplir mi sueño.



AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Privada de Trujillo,
por brindarme el apoyo educativo y moral para cumplir mi meta anhelada
y a mi familia que en todo momento obtuve su apoyo.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Hoja de firma	2
Dedicatoria	3
Agradecimiento	4
Índice de contenidos	5
Índice de Tablas	6
Índice de Figuras	7
Resumen	8
Abstrac	9
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad Problemática	12
1.2. Formulación del problema	19
1.3. Justificación	19
1.4. Objetivos	20
1.5. Antecedentes	21
1.6. Bases teorías	27
1.7. Definición términos básicos	46
1.8. Formulación de la hipótesis	47
II. Material y Métodos	48
2.1. Material	48
2.2. Material de estudio	48
2.2.1 Población	48
2.2.2 Muestra	49
2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos	49
2.3.1. Para recolectar datos	49
2.3.2. Para procesar datos	52
2.4. Operacionalización de la variable	56
III. DESARROLLO Y RESULTADOS	57
Resultados	67
IV. DISCUSIÓN	88
V. CONCLUSIONES	91



VI. RECOMENDACIONES	92
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
VIII. ANEXOS	
ANEXO 1: Registro fotográfico	95
ANEXO 2: Guía de observación	103
ANEXO 3: Plano	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Límite de tamaño de suelos separados	31
Tabla 02: Nombres típicos de suelo	33
Tabla 03: Cuadro de muestreo	49
Tabla 04: Diseño de investigación	51
Tabla 05: Muestra	52
Tabla 06: Compacidad relativa de la arena	61
Tabla 07: Conformación del suelo	62
Tabla 08: Fórmula de Terzaghi	64



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de curva graduado de grano grueso	32
Figura 2: Carta de Casagrande	32
Figura 3: Triángulo de textura según clasificación de USDA	35
Figura 4: Tabla de colores de Munsell	39
Figura 5: Secuencia de procedimiento	51
Figura 6: Procedimiento	53



RESUMEN

La presente investigación se realizó en el fundo El Puquio de propiedad privada perteneciente al señor Rubén Gonzales Zavaleta, y se encuentra ubicada en la carretera al Caserío de Pichampampa, Provincia de Otuzco Región la Libertad. Se lleva a cabo con la finalidad de investigar y ver la posibilidad de solucionar el problema que tiene el poblador en sus construcciones, para saber el tipo de suelo, la profundidad y su resistencia; para construir los diversos tipos de estructuras civiles y no tener daños estructurales por falla de suelo en el futuro, y a la vez, que sirve como referencia para promover nuevas investigaciones. El proyecto tiene también la finalidad de describir el contenido de humedad, peso específico, granulometría, límite de Atterberg, y color del suelo de la parcela El Puquio. Esta investigación lograra describir el nivel físico y mecánico beneficiando directamente al propietario actual y a los futuros propietarios de los lotes, mejorando la durabilidad de sus estructuras permitiendo gastos antieconómicos innecesarios en la reparación de sus estructuras. Al concluir la investigación se presentan las características macro morfológicas del suelo a través de la descripción del mismo en el laboratorio, de tal forma que se soluciona la calidad de estructuras sin deformaciones que en la actualidad existen en la parcela El Puquio. Este proyecto de investigación servirá como banco de datos contribuyendo la



formación académica de futuros tesis, autoridades del gobierno Regional, Provincial y local. También a empresas que deseen tener este proyecto como referencia bibliográfica para generar nuevos proyectos que será en beneficio de la población Otuzcana.

Palabras Claves: Resistencia, peso específico, granulometría.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the El Puquio property of private property belonging to Mr. Rubén Gonzales Zavaleta, and it is located on the road to the hamlet of Pichampampa, Province of Otuzco Region la Libertad. It is carried out with the purpose of investigating and seeing the possibility of solving the problem that the population has in their constructions, to know the type of soil, the depth and its resistance; to build the various types of civil structures and not have structural damage due to ground failure in the future, and at the same time, it serves as a reference to promote new research. The project also aims to describe the moisture content, specific weight, large volume, Atterberg limit, and soil color of the El Puquio plot. This research will be able to describe the physical and mechanical level directly benefiting the current owner and the future owners of the lots, improving the durability of their structures allowing unnecessary uneconomic expenses in the repair of their structures. At the conclusion of the investigation, the macro morphological characteristics of the soil are presented through its description in the laboratory, in such a way that the quality of structures without deformations that currently exist in the El Puquio plot is solved. This research project will serve as a database contributing to the academic training of future thesis, regional, provincial and local government authorities. Also to companies that wish to have



this project as a bibliographic reference to generate new projects that will benefit the Otuzcana population.

Key words: *Resistance, specific gravity, granulometry.*

I. INTRODUCCIÓN



I. INTRODUCCIÓN

La geotecnia es la rama de la geología que trata de la aplicación de los principios geológicos describiendo el suelo y los materiales naturales -como las rocas- que constituyen la corteza terrestre implicados en el diseño, la construcción y la explotación de proyectos de ingeniería civil, como autopistas, vías férreas, puentes, presas, oleoductos, acueductos, unidades habitacionales, sitios de confinamiento y edificios en general. El conocimiento preciso de las propiedades mecánicas del suelo donde se pretende edificar y de las condiciones físicas del ambiente, constituyen el mejor medio de prevención a los seres humanos que las habitan (Servicio Geológico Mexicana (SGM), 2015). En el primer congreso internacional de mecánica de suelos, Terzaghi (1936) señaló que uno de los mayores desafíos para hacer relevante la descripción del suelo a niveles científicos, en ese entonces, presentaba la ingeniería en suelos la falta de una teoría sólida que sustente todo el conocimiento empírico que se tenía hasta esa época. Hoy en día, no obstante, el problema persiste, pero de una forma distinta, pues si bien la mecánica de suelos adquirió una solidez teórica importante a pesar del corto tiempo de desarrollo que posee, muchas de esas ideas o métodos suponen también simplificaciones que, para los desafíos actuales, pueden traducirse en un alto riesgo; es aquí donde el modelamiento numérico de los problemas a los que nos enfrentamos a diario se hace un lugar en esta disyuntiva teórico - práctica (Cier Honores , 2018). Al respecto, la ingeniería geotécnica no es una excepción, sino todo lo contrario: desde su formalización – gracias al

aporte de Terzaghi a fines de los años 30 e inicios de los años 40 – ha estado íntimamente relacionada con métodos y modelos muy complejos para la solución de los diversos problemas relacionados a los fenómenos ocurridos en los suelos y las rocas.

1.1 Realidad problemática

En Chile el desafío de la geotecnia hoy es más que la descripción técnica del suelo y su comportamiento en la cimentación de un edificio o un puente, abarcando problemas tan variados como la contención de excavaciones, sostenimiento de terraplenes, mejoramiento de suelos, amplificaciones sísmicas, u otros. Su actual orientación pretende ir un paso más adelante a la hora de sortear este tipo de eventos. Tal es el caso de las normas NCh 1508, “Estudio de Mecánica de Suelos”; NCh 3206, “Excavaciones, entibaciones y socialzados”, y el anteproyecto de norma, “Empujes sísmicos de suelos sobre subterráneos”, todas cuyo propósito es establecer los procedimientos y recomendaciones para que las edificaciones de nuestro país sean cada vez más seguras (Vera, 2011).

En Brasil, los suelos se caracterizan por ser suelos de clima tropical lo cual tiene como dificultad el estado líquido al momento de describirlo por laboratorio se presenta una síntesis sobre tópicos referentes a la mecánica de suelos con la finalidad de incentivar su adopción en la Geotecnia. La descripción del suelo a este nivel tiene problemas al ponerlo a prueba aspectos más relevantes relativos al tema tales como: características del suelo, conceptos de succión, variables de estados de tensión y algunas teorías para retratar algunas propiedades mecánicas como variación de volumen y resistencia al corte y por otro lado, propiedades hidráulicas como permeabilidad en suelos no saturados (Alfaro Soto, 2004).

En Colombia, el secamiento de las reservas hídricas del **subsuelo** de la capital colombiana es uno de los principales factores que hundien de forma lenta a la ciudad. Descripciones de suelo hechas por varias entidades prueban que hay sectores que se deprimen hasta 7,5 centímetros por año. En primer lugar, el suelo de Bogotá está constituido geológicamente por depósitos de arcilla formados por la desecación de un antiguo lago, con estratos intermedios y discontinuos de arenas y suelos orgánicos. El espesor de los depósitos aumenta gradualmente desde las zonas próximas a los cerros orientales, en donde tienen pocos metros de profundidad, hasta el sector occidental de la Sabana, con sedimentos de hasta 600 m. En la parte media de la ciudad, cerca de la Universidad Nacional de Colombia, el espesor varía entre los 180 y los 200 m. Se trata de grandes capas de **suelos** relativamente blandos y compresibles. Es un problema tan grande que necesitaría de la mecánica de suelos llevado al límite para describirlo el suelo a gran escala para solucionar la capacidad portante del mismo, Así lo afirma (Universidad Nacional de Colombia, 2014)

En el **Perú** es innegable que los problemas en la ingeniería, así como en otras áreas del conocimiento, se han ido complejizando con el paso de los años, no solo por el aumento del número de problemas a los que esta se enfrenta, sino también por las exigencias de las solicitaciones a las que se ve confrontada, con estructuras cada vez más sofisticadas y de mayor envergadura.

En la región **La libertad** es notoria la deficiencia de no recolectar descripciones técnicas de suelo, aparentemente se tiene la idea errada que invertir poco o nada en la investigación geo mecánica y estudios de suelos y rocas esta descripción de suelo significa ahorro para la obra, sin caer en cuenta que en realidad el



sobredimensionamiento de las mismas es lo que hace que una obra en particular sea más costosa. Un programa de investigación y ensayos generará normalmente cantidades grandes de datos, aunque sólo se ensaya una porción pequeña del suelo. El ingeniero debe sintetizar e interpretar estos datos para ser usados en los análisis y en el diseño. La descripción del suelo y los ensayos siempre involucran incertidumbres y riesgos. Éstos pueden reducirse, pero no eliminarse, taladrando más sondajes, recuperando más muestras y ensayando un mayor número de pruebas. Sin embargo hay límites económicos para tales propósitos, así que es importante que el ingeniero encargado de la investigación determine la cantidad y tipo de investigaciones que demanden un mayor costo efectivo (Hernán Ernesto Aguirre Castro, 2007).

En la **provincia de Otuzco** el suelo se describe de manera deficiente por falta de laboratorio ya que tienen que trasladarse hasta Trujillo para hacer sus análisis de suelos en laboratorios de mecánica de suelos, por otro lado las instituciones que necesitan hacer un estudio de suelo tienen dificultad al utilizar las herramientas para obtener las muestras ya que el terreno en la ciudad de Otuzco es rocoso de tal forma que para que hagan un estudio de suelo necesitan de maquinaria especializada, los pobladores al momento de construir sus estructuras lo hacen sin descripción de estudio de suelo de tal forma que sus edificaciones con el tiempo empiezan a deformarse así lo afirma el ing. (LEZAMA LEIVA, 2015)

(Cruz Calapuja, Néstor Alejandro, 2016) Encontró que las construcciones de viviendas en la urbanización residencial Villa Médica, se efectuó sobre terrenos, que tienen carácter de humedales, que no son recomendables; por otro lado, los suelos



naturales son de capacidad portante muy baja, el relleno no ha sido controlado ni cumple con las características mecánicas, por lo que se originó daños estructurales.

(Mendoza & Albarracín, 2013) Encontraron que la baja capacidad portante y la baja plasticidad del suelo, resultantes en el estudio preliminar de suelos, genera una gran expectativa de trabajo; la clasificación de suelos hace que debamos analizar cada aspecto con una mayor intensidad para no cometer errores.

(Abanto, Mendoza & Leonardo 2015) Encontraron que el programa de exploración geotécnica ha consistido en la ejecución de calicatas, ensayos estándar y especiales de laboratorio. La evaluación de toda esta información ha permitido definir dos zonas geotécnicas en el Distrito de Salaverry, de acuerdo a las características físicas y mecánicas de los suelos de fundación. ZONA I: Presenta una capa superficial de relleno de 0.10 m. a 0.30 m. de espesor. Continúa arena mal graduada (SP), con inexistente presencia de gravas, de compacidad media, de poca a relativa a mediana humedad. No se nota presencia del NAF hasta la profundidad explorada de 1.80 m. a 2.6 m. La Capacidad admisible para esta zona varía de 0.826 a 1.069 Kg/cm², para un Df = 1.00 m. y 1.20m

Los suelos son de gran importancia al describirse encontrando diferentes tipos de suelos en diferentes áreas de estudio dando importancia al uso del suelo, ya sea en edificaciones, agricultura, forestación, pero cuando empresas hacen estudio de suelo a gran escala lo hacen para hacer estudio de campo con fines de obras de construcción, lo cual utiliza tecnología utilizada en países desarrollados de primer mundo, así que en nuestro país solo las empresas que tienen contrato con el estado u obras públicas



y/o privadas hacen su estudio de suelo pero en cambio el poblador en un 95% no es consciente de cuan es tan importante hacer un estudio de suelo para sus edificaciones es así que en nuestro medio de investigación no contamos con lo suficiente herramientas para describir el suelo.

LA EMPRESA ERKOMPERU, empresa que hace estudio y descripción de suelo, su trabajo principal de estudio de suelo lo hizo en EMS Pucallpa.

LA EMPRESA INGENIO TEST – INGENIEROS. Estudio Geológico, Geotécnico para la reubicación de la línea de descarga de relaves – ANTAMINA.

Detalle del Proyecto:

Cliente: Compañía Minera Antamina S.A

Ubicación: San Marcos, Huari – Ancash

Periodo de Ejecución: Enero – abril 2017

HUERTAS INGENIEROS S.A.C. laboratorio geotécnico y ensayos de materiales de construcción, hizo el estudio de suelos para vivienda multifamiliar ubicado en la Urbanización Monserrate V etapa del Distrito y Provincia de Trujillo Departamento La Libertad de propiedad de la señora María Delia de la Torre de Hinostroza.

Otuzco está ubicado al norte del Perú, a la sierra del Departamento de la Libertad en la actualidad consta de diez Distritos en donde uno de ellos es el distrito de Otuzco es el lugar donde se ubica nuestra unidad de estudio de investigación, su clima es variado en los meses de enero a abril son temporadas de invierno con climas muy húmedos y friolentos mientras que de mayo a octubre son meses de verano, su población se dedica al comercio y a la agricultura ,conocida también como capital de



la fe por estar presente la virgen de la puerta dando un espacio para el turismo y la fe católica.

Conocer más de **Otuzco** es parte de la investigación ya que es una provincia en crecimiento poblacional y también es un problema porque las familias jóvenes necesitan un hogar donde vivir y se hace de ello la necesidad de comprar lotes de terrenos para construir su casa ya sea en dentro de la ciudad o en Habilitaciones Urbanas.

En los años 2000 todavía se venía construyendo viviendas de adobe pero partir de año 2010 se empezó ya a construir viviendas de albañilería confinada pero sin sustento de un profesional encargado de planificar, con el tiempo, hoy en día el uso del suelo lo están zonificando en Habilitaciones Urbanas lo cual se venden terrenos para edificaciones, es así que se va construyendo viviendas con sistemas propuestos por los especialistas en ingeniería civil teniendo un grave error, el estudio de suelo para asentar sus estructuras ya que este estudio de geotecnia no es concientizado por el poblador lo cual como resultado de sus viviendas es encontrar fallas estructurales por motivo de falla en el suelo y es una preocupación para el poblador que construye su vivienda sin hacer ningún estudio de suelo.

Es así que al momento de hacer una excavación de suelo para cimentar empíricamente no saben si tiene la resistencia apropiada para cierta obra ya que los constructores no son conscientes de las deformaciones de la estructura, ni saben por qué en el futuro se presenta fallas estructurales.

Por lo tanto, en este año se las edificaciones siguen creciendo de viento en popa y teniendo consecuencias en el futuro con sus estructuras debido al colapso de suelo,



por lo tanto, se requiere un estudio y descripción de suelo para conocer sus propiedades, tipos, color y resistencia para determinar el uso del suelo.

Conociendo la importancia que tiene la descripción del suelo a través del estudio de la geotecnia, esta investigación busca describir el suelo a nivel de calicata y laboratorio para determinar sus propiedades físicas macro y micro morfológicas.

Esta investigación es de gran importancia por que ayudara a conocer las propiedades físicas del suelo, la mecánica de suelo que nos ayudara a la aplicación de las leyes de la física a los problemas que involucran las cargas impuestas a la capa superficial de la corteza terrestre. Al no hacer una la investigación de descripción de suelo estaría ocasionando pérdidas de valor en sus edificaciones y a si mismo económicamente porque: desconociendo la principal importancia que tiene la geotecnia con respecto al estudio de suelo y utilizarlo para diferentes actividades como la construcción de viviendas producidas por los propios pobladores de la ciudad de Otuzco.

Se produciría fallas más rápidas a nivel estructural en sus edificaciones ya que no tendrían un sustento de como es el suelo de la parcela El Puquio. Con el tiempo sus estructuras no tendrán valor económico por presentarse fallas por colapso de suelo.

Todo este problema será por falta de estudio de suelo en un determinado tiempo y espacio por lo tanto las construcciones seguirán teniendo deformación en su estructura y el poblador sin conocimiento se afana a autoconstruir sin tener la mayor seguridad ni las fallas que podría provocar para su estructura, esto daría como resultado las cargas económicas que tendría en el futuro para reparar dicha edificación.



1.2. Formulación del problema.

¿Cuál es la descripción del suelo de la parcela El Puquio, Otuzco, 2018?

1.3. Justificación.

Esta investigación logrará describir el suelo de la parcela El Puquio, porque *se describe a nivel físico y mecánico* beneficiando directamente al propietario de la parcela El Puquio y a los futuros propietarios de los lotes que venderá en el futuro, logrando así convencer al poblador de la de la parcela que tan importante es el estudio de suelo para sus estructuras donde vivirán, mejorando la calidad de vida de su estructura el poblador ya no se preocupará por las fisuras presentadas en su estructura, no tendrá más que invertir económicamente para reparar sus estructuras.

Esta investigación sobre la descripción del suelo estoy aportando como es el comportamiento del suelo para futuras construcciones dentro de la parcela El Puquio y conociendo a través del método aplicado las principales propiedades físicas que tiene respectivo suelo en uso.

Al concluir la investigación se soluciona el tipo, características macro morfológicas de suelo a través de la descripción del mismo en laboratorio de tal forma que soluciona la calidad de estructuras sin deformaciones que existirán en la parcela El Puquio también ciertos criterios de utilización del suelo como parte de su vida diaria y con el entorno del ecosistema.

Al emplear en la investigación los métodos para describir el Suelo se obtendrá resultados con las muestras obtenidas en el sitio de estudio logrando y analizadas en laboratorio, logrando una investigación original, que tendrá relevancia en otros estudios que se pueda realizar con respecto al estudio del suelo en la parcela El Puquio.

Este proyecto de investigación que servirá como banco de datos contribuyendo la formación académica de futuros tesista, autoridades del gobierno Regional, Provincial y local, también a empresas que deseen tener este proyecto como referencia bibliográfica para generar nuevos proyectos que será en beneficio de la población Otuzcana.

1.4. Objetivos:

1.4.1 Objetivo general.

Describir el suelo de la parcela El Puquio, en el distrito de Otuzco.

1.4.2. Objetivo específico.

- O.E.1 Describir sus características físicas naturales del suelo de la parcela El Puquio, Otuzco,2018.
- O.E.2 Determinar el contenido de humedad. de la parcela El Puquio, Otuzco,2018.
- O.E.3 Determinar la granulometría de la parcela El Puquio, Otuzco,2018.
- O.E.4 Determinar la capacidad de soporte del suelo de la parcela El Puquio, Otuzco,2018.
- O.E.5 Determinar el asentamiento en las cimentaciones en los estratos de la parcela El Puquio, Otuzco,2018.

1.5. Antecedentes.

1.5.1. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL TRABAJO DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN PARA EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA ALCANTARILLADO EN EL SECTOR DE TABABELA, ESTABLECIENDO EL FACTOR DE TIPO DE SUELO.

(Gabriela, 2017). Determinar la eficiencia de maquinaria de construcción, específicamente la excavadora, para realizar trabajos de excavación de zanjas de alcantarillado en los diferentes tipos de suelos existentes en el sector de Tababela. A continuación, se presentan los resultados correspondientes: El primer estrato de cero a cuatro metros de profundidad, son limos y arcillas de baja plasticidad, con un peso unitario promedio de 17.93 kN/m³, el número de golpes del ensayo SPT promedio es de 24, obteniendo una densidad relativa de 67.43%. El segundo estrato definido concierne desde cuatro hasta siete metros de profundidad, conformado por limos arenosos de baja plasticidad y arenas de grano fino no plásticas, con peso unitario promedio de 19.0 kN/m³, respecto al ensayo de SPT el número de golpes medio es de 44, dando una densidad relativa de 80.74%. Según los datos obtenidos por el GAD Parroquial de Tababela, los mismos que se basan en el censo realizado el 2010, se proyecta un crecimiento poblacional para el 2017 de 3293 personas, por lo que la construcción de un sistema de alcantarillado que abastezca a todos es de suma importancia, razón por la cual se realiza el presente trabajo de disertación cuyo



fin busca determinar la eficiencia de la maquinaria de excavación para zanjas de alcantarillado, según los tipos de suelos existentes en la misma.

Este estudio aporta un análisis de los tipos de suelo la resistencia del mismo, servirá de base para describir los tipos de suelo existentes y la resistencia del suelo, así como para complementar el marco teórico de mi investigación con respecto a la descripción del suelo en la parcela El Puquio y compararlo con otras bibliografías a investigar.

1.5.2. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA IMPLANTACIÓN DE EDIFICACIONES DE CATEGORÍA BAJA, CIUDADELA BELLAVISTA CIUDAD JIPIJAPA.

(Rodríguez 2018), Determinar las características físicas y mecánicas del subsuelo para fundación de edificaciones de categoría baja en la ciudadela Bellavista ubicada en la ciudad de Jipijapa, Mediante la prueba de laboratorios se obtuvieron resultados confiables para determinar las características físicas y mecánicas del suelo. Una vez realizada el levantamiento de campo y analizado cada una de las muestras obtenida en la ciudadela bellavista, se procede a describir el procedimiento utilizado para determinar las características básicas del suelo según normas NEC, utilizando los diferentes ensayos que se detallan a continuación e indicando sus respectivas normas: Humedad natural (INEN 690 – ASTM D 2216), Límites de consistencia (INEN 691, INEN 692 – ASTM D 4318) Y Ensayo de granulometría (ASTM D-422). El método analizado para la exploración de campo, así como también los diferentes tipos de ensayo son

de suma importancia al momento de diseñar una implantación para la construcción de edificaciones de categoría baja.

Este estudio aporta de cómo se hace la descripción del suelo después de hacer la toma de muestras en campo luego llevarlo para laboratorio y ser analizado a nivel de físico y químico obteniendo los resultados para procesarlo de acuerdo a los métodos del(ASTM D-422) y normas técnicas utilizados para dicha descripción de suelo utilizando diferentes ensayos , así mismo sirve como fuente bibliográfica para reforzar el marco teórico de la investigación.

1.5.3. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS EXPANSIVOS EN LA VÍA SAN MATEO - ESMERALDAS ZONA DE WINCHELE REALIZANDO LOS ENSAYOS CON AGUA POTABLE Y CON AGUA DE MAR.

(Sebastián ,2013), Determinación de las propiedades índice y mecánicas de los suelos expansivos en la vía San Mateo - Esmeralda zona de winche realizando los ensayos con agua potable y con agua de mar, toma de muestras de suelo para ensayos de precisión utilizando herramientas adecuadas este método es conveniente debido a que ofreció una menor resistencia de protección por lo que la muestra no se altera, el lienzo se ajusta al tamaño, los índices plásticos tienen una potencial alta expansión, cómo se puede apreciar en el análisis de resultados 5.1, sin embargo los valores de la capacidad de soporte del suelo CBR tiene un valor promedio menor a 3 (Gráfico 5.9), lo que indica que la consistencia está entre muy blanda a blanda esto se refleja a los ensayos de precisión de expansión que tuvieron resultados relativamente bajos.



Este estudio aporta como realizar las muestras de suelo para luego llevar el análisis en laboratorio, servirá como fuente bibliográfica para llevar a cabo los pasos de toma de muestras y luego describirlo su aspecto químico, realizar los pasos de análisis de suelo en laboratorio para luego obtener un resultado final que anotare en el desarrollo de mi tesis.

1.5.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DEL SUELO EN EL PRIMER SECTOR DE FILA ALTA DE LA CIUDAD DE JAÉN.

(Víctor 2016), Determinar las características físico - químicas del suelo del Primer Sector de Fila Alta de la Ciudad de Jaén, para los ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos, se harán uso de gráficos y cálculos, siendo procesados mediante los programas AUTOCAD, Microsoft Excel, Microsoft Word; la cual los resultados serán analizados cuantitativamente y cualitativamente, mediante estadística descriptiva, es la cantidad de agua que hay en una muestra de suelo, se determina como la relación que existe entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de su fase sólida, expresada generalmente en porcentaje. Los ensayos realizados, con las muestras obtenidas de las calicatas, se han realizado los procedimientos y especificaciones de acuerdo con las normas establecidas (SUCS), y el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Este estudio aporta como determinar las características físicas - químicas del suelo para los ensayos realizados en laboratorio y cómo procesar los datos en porcentajes a

través de programas especiales, servirá como fuente bibliográfica para realizar la toma de muestras en campo para luego describirlo.

1.5.5. ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA EMPLEANDO EL PENETRÓMETRO DINÁMICO LIVIANO (DPL) EN LOS SECTORES COSTEROS DE: SALAVERRY, AURORA DÍAZ 1 Y 2, FUJIMORI Y LUIS ALBERTO SÁNCHEZ DEL DISTRITO DE SALAVERRY, PROVINCIA DE TRUJILLO-DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

(Johann 2015), Elaborar un Mapa de Microzonificación Geotécnica empleando el Penetrómetro Dinámico Liviano (DPL) para obtener la capacidad portante del suelo en los sectores de: Salaverry, Aurora Díaz 1 y 2, Fujimori y Luis Alberto Sánchez del distrito de Salaverry, provincia de Trujillo - departamento de La Libertad, método general: Lo primero que se debe hacer es delimitar el área de estudio, debe ser la ciudad actual y las posibles zonas de expansión. Se determinan los fenómenos naturales y Antropogénicos que amenazan el área de estudio, usando los estudios geológicos “in situ” y los datos históricos que se tengan a la mano. Para cada fenómeno identificado, se evalúa su grado de amenaza: muy alto, alto, medio y bajo, y se fija sus límites geográficos de incidencia. En un mapa patrón se superponen los efectos de todos los mapas estudiados, considerando prioritariamente el peligro de mayor grado en cada sector. El programa de exploración geotécnica ha consistido en la ejecución de calicatas, ensayos estándar y especiales de laboratorio. La evaluación de toda esta información ha permitido definir dos zonas geotécnicas en el Distrito de

Salaverry, de acuerdo a las características físicas y mecánicas de los suelos de fundación.

Esta investigación brindara un conocimiento nuevo sobre cómo realizar estudio de suelo durante el muestreo en campo, se rescata la forma como se hace el estudio de suelo a nivel de campo y como se utiliza los métodos que se emplean y como se analizan las muestras tomadas en campo, así que es mucha importancia para el desarrollo de mi tesis.

1.5.6. ESTUDIO DEL SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN CRISTÓBAL , SAN JUAN BOSCO Y SAN FERNANDO DEL SECTOR VII DEL DISTRITO DE ALTO DE LA ALIANZA – REGIÓN TACNA.

(Aya, 2015), Realizar el estudio geotécnico del suelo en la zona de estudio, sector VII del distrito Alto de la Alianza de Tacna, el tipo de muestra utilizado es alterado para ensayos estándares e inalterado para los ensayos de corte directo y colapso, obtenidos y transportados en forma de bloques manteniendo las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural, de los resultados obtenidos en densidades relativas, se verifica que las muestras presentan una compacidad relativa entre 47,19 % y 49,61 %, lo que resulta que las muestras presentan una consistencia medio suelta, caracterizando un suelo granular moderadamente suelto. Las características geotécnicas del suelo estudiadas señalan que las viviendas situadas en el cerro Intiorko no ofrecen calidad ni seguridad frente a los eventos sísmicos similares a los que han precedido en Tacna.

Los resultados en este proyecto con fines de cimentación pueden rescatarse como utilizan ciertas normas técnicas de nuestro país para el estudio de suelo para cimentaciones en el caso que estoy estudiando está dentro de un parámetro para edificaciones y se puede aplicar a dicho criterio, pero al describir el suelo a nivel de cimiento tomare como criterio para el marco teórico de mi tesis.

1.6. Beses Teóricas.

1.6.1. Definición de Suelo.

Hillel (1998) citado en (Jaramillo, 2002) afirma que se “considera el suelo como un cuerpo natural involucrado en interacciones dinámicas con la atmósfera que está encima y con los estratos que están debajo, que influye el clima y el ciclo hidrológico del planeta y que sirve como medio de crecimiento para una variada comunidad de organismos vivos. Además, él juega un papel ambiental preponderante como reactor bio-físico-químico que descompone materiales de desecho y recicla dentro de él nutrientes para la regeneración continua de la vida en la Tierra” (p,07)

1.6.1.1. Características Físicas del Suelo

(Rodríguez Zuares, 2018) Afirma que el conocimiento de las principales características físicas de los suelos es de fundamental importancia en el estudio de la mecánica de suelo, pues mediante su atinada interpretación se puede predecir el futuro comportamiento de un terreno bajo cargas cuando dicho terreno presente diferente

contenido de humedad. Estas características se explican a continuación:

A. *Tamaño Granulométrico:*

(Karl Terzaghi y Realph B, 2016) citado en su tesis de (Rodríguez Suárez, 2018) “ El tamaño de las partículas que constituyen los suelos varía entre aquel de un canto rodado y el de una molécula grande. Los granos de un tamaño mayor de unos 0.06 milímetros pueden ser examinados a simple vista o por medio de una lupa, la fracción gruesa de los suelos.

Los granos comprendidos entre 0.06 milímetros y 2 micrones (1 micrón=0.001 milímetro) pueden ser examinados con la ayuda del microscopio y constituyen la fracción fina de los suelos. Los granos menores de 2 micrones constituyen la fracción muy fina. De estos, los comprendidos entre 2 micrones y 0.1 micrón. El proceso de separar un agregado de suelo en sus diferentes fracciones, cada uno consiste en granos de tamaños distintos. Dentro de ciertos límites, se conoce con el nombre de análisis mecánico o análisis granulométrico. Por medio del análisis granulométrico se ha encontrado que la mayoría de los suelos naturales contienen granos de dos o más fracciones. Las fracciones muy gruesas, por ejemplo, la grava, consisten en fragmentos de rocas compuestos de uno o más minerales. Los fragmentos pueden ser angulares, redondeados o chatos. Pueden ser sanos o mostrar signos de considerable descomposición, ser resistente o deleznable. Las fracciones gruesas, representadas por las arenas, consisten en granos compuestos por lo

general de cuarzo. Los granos pueden ser angulares o redondeados. Algunas arenas contienen un porcentaje importante de escamas de mica, que las hace muy elásticas o esponjosa. En las fracciones finas y muy finas cada grano está constituido generalmente de un solo mineral. Las partículas pueden ser angulares, en forma de escamas y ocasionalmente con forma tubular, pero nunca redondeadas” (p. 03).

B. Grava.

(Villalaz, 2004,p.21) “Las gravas son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de dos milímetros de diámetro. Dado el origen, cuando son acarreadas por las aguas las gravas sufren desgaste en sus aristas y son, por lo tanto, redondeadas. Como material suelto suele encontrarse en los lechos, en las márgenes y los conos de deyección de los ríos, también en muchas depresiones de terrenos rellenados por acarreo de los ríos y en muchos otros lugares a los cuales las gravas han sido re transportadas. Las gravas ocupan grandes extensiones, pero casi siempre se encuentran con mayor o menor proporción de cantos rodados, arenas, limos y arcillas. Sus partículas varían desde 7.62cm (3”) hasta 2.0 mm. Las formas de las partículas de las grabas y la relativa frescura mineralógica depende de su formación histórica de su formación, encontrándose variaciones desde elementos rodados a los poliédricos”.

C. Arena.

“La arena es el nombre que se le da a los materiales de grano finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial.

Cuyas partículas varían entre 2 mm y 0.05 mm El origen y la existencia de las arenas es análoga a la de las gravas: las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. Las arenas de río contienen muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla. Las arenas estándar limpias no se contraen al secarse, no son plásticas, son mucho menos compresibles que las arcilla y si se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea”. (Villalaz, 2004,p.22)

D. *Los Limos.*

“Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el producido en canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos. Siendo este último caso de características plásticas. El diámetro de las partículas de los limos está comprendido entre 0.05 mm y 0.005mm Los limos sueltos y saturados son completamente inadecuados para soportar cargas por medio de zapatas. Su color varía desde gris claro a muy oscuro. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su compresibilidad muy alta. Los limos, de no encontrarse en estado denso. A menudo son considerados como suelos pobres para cimentar”. (Villalaz, 2004,p.22)

E. *Arcillas.*

“Se da el nombre de arcilla a las partículas sólidas con diámetro menor de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. Químicamente es un silicato de alúmina hidratado, aunque en no pocas ocasiones contiene también silicatos de hierro o de

magnesio hidratados. La estructura de estos minerales es, generalmente, cristalina y complicada, y sus átomos están dispuestos en forma laminar”. (Villalaz, 2004,p.22) (Villalaz, 2004)

F. Turba.

(Porto, 2012) La turba, en este sentido, es un **material** compuesto por los **residuos de plantas** que se acumulan en una zona pantanosa. Es de consistencia algo esponjosa, cuenta con una importante presencia de **carbono** y exhibe un tono oscuro.

Tabla 1

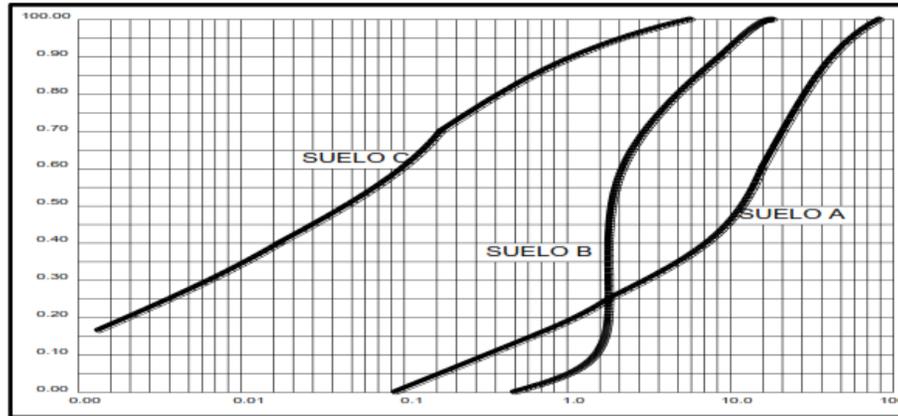
Límites de tamaño de suelos separados

	BRITANICO F (mm)	AASHTO F (mm)	ASTM F (mm)	SUCS F (mm)
Grava	60 - 2	75 - 2	> 2	75 - 4.75
Arena	2 - 0.06	2 - 0.05	2 - 0.075	4.75 - 0.075
Limo	0.06 - 0.002	0.05 - 0.002	0.075 - 0.005	<0.075 (FINOS)
Arcilla	< 0.002	< 0.002	< 0.005	
	Britis Standard	American Association of State Highway and Transportation Official	American society For Testing and Materials	Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos

Datos obtenidos de tesis Araujo (Fuente: Juárez B, 1995)

Figura 1

Diagrama de curva graduado de grano grueso



Datos obtenidos de tesis Araujo (Fuente: Juárez. B. 1995)

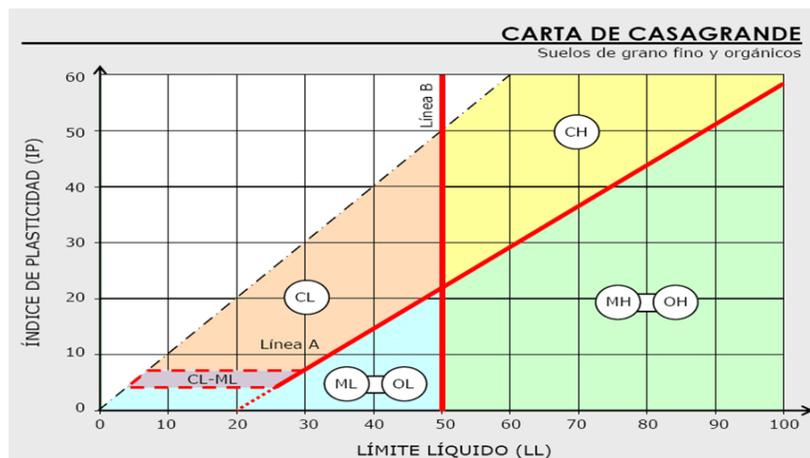
- a.- La Curva “A”; nos indica un suelo bien gradado y de grano grueso.
- b.- La Curva “B”; nos indica un suelo mal gradado, poco uniforme.
- c.- La Curva “C”; nos indica un suelo arcilloso o limoso (fino).

El siguiente cuadro es para clasificar los finos en función de su plasticidad

Figura2

Carta de Casagrande

Línea A: $IP = 0.73 \cdot (LL - 20)$
Línea B: $LL = 50$



Datos obtenidos de tesis Araujo (Fuente: Juárez. B. 1995)

Tabla 2*Nombres típicos de suelo*

GRUPO	NOMBRE
GW	Grava bien gradada, mezclas gravosas, poco o ningún fino.
GP	Grava mal gradada, mezcla grava – arena, poco o ningún fino.
GM	Grava limosa, mezclas grava, arena, limo.
GC	Grava arcillosa, mezcla grava – arena arcillosa.
SW	Arena bien gradada.
SP	Arena mal gradada, arena gravosa, poco o ningún fino.
SM	Arenas limosas, mezclas arena – limo.
SC	Arenas arcillosas, mezcla – arcilla.
ML	Limos orgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, limo arcilloso, poco plástico, arenas finas limosas, arenas finas arcillosas.
CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas negras (pulpa).
OL	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.
MH	Limos orgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos.
CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas gruesas.
OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media alta, limos orgánicos.
Pt	Turba (carbón en formación) y otros suelos altamente orgánicos.

Datos obtenidos de tesis Araujo (Fuente: Juárez. B. 1995)

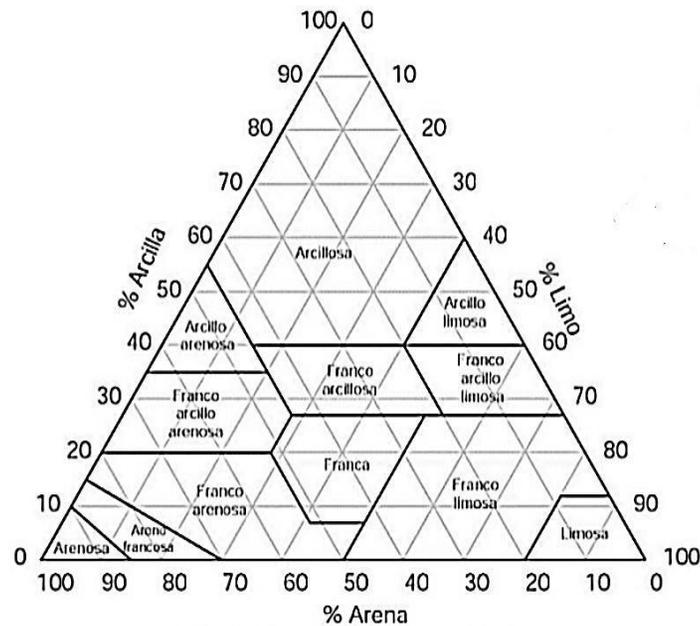
G. Textura.

(Rober, s.f.) citado en su tesis de (Suárez, 2018) “El suelo está constituido por partículas de muy diferentes tamaños. Conocer esta granulometría es esencial para cualquier estudio del suelo (ya sea desde un punto de vista genético como aplicado). Para clasificar a los constituyentes del suelo según su tamaño de partículas se han establecido muchas clasificaciones granulométricas. Básicamente todas aceptan los términos de grava, arena, limo y arcilla, pero difieren en los valores de los límites establecidos para definir cada clase. La textura indica el contenido relativo de partículas de diferentes tamaños, como la arena, el limo, y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa. Para el estudio de la textura del suelo, este se considera formado por tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida constituye cerca del 50% del volumen de la mayor parte de los suelos superficiales y consta de una mezcla de partículas inorgánicas y orgánicas cuyo tamaño y forma varían considerablemente” (p.06).

Para hacer la clasificación de las texturas utiliza el denominado triángulo de textura de suelos, una vez que se ha determinado experimentalmente la proporción de las partículas constitutivas de un suelo. (Ramos Tovar, 2016).

Figura N° 03

Triángulo de textura según Clasificación de USDA



(Fuente: Ramos Tovar, 2016, citado por Rodríguez 2018)

H. Color.

(Nieto, 2012) Es la característica más evidente de los suelos. El color del suelo viene dado por la existencia y proporción de compuestos orgánicos y minerales. La verdadera importancia radica en que el suelo tiene atributos que, de alguna forma, se relaciona con el color.

a. Forma de determinar el color.

Citado en su tesis (Suarez, 2018, p.8)

-
- ✓ **Con instrumento.** - Se puede determinar el color por medio de colorímetro, diseñado para obtener color exacto por medición de un suelo.
 - ✓ **A simple vista.** - El color se puede determinar a simple vista con el uso de la tabla Munsell, teniendo en cuenta estimar primero el color en húmedo, dejar secar la muestra al aire y determinar a su vez el color en seco de la muestra pues, el agua, absorbe más cantidad de radiación que el aire al ser atravesada por la luz reflejada por el suelo. Además, los coloides, arcilla y materia orgánica, cambian de volumen al hidratarse y modifican también su absorción luminosa, razón por la cual no todos los suelos se oscurecen de la misma forma.
- b. **Tipos de colores:** (Nieto, 2012) afirma lo siguiente.
- **Negro.** - el color negro se presenta principalmente por la acumulación de materia orgánica descompuesta en el humus. Es por esta razón que estos suelos son ricos en minerales y son muy fértiles.
 - **Rojo.** - este color esta principalmente asociado a procesos de oxidación de metales. Estos suelos, en su mayoría, están asociados a condiciones de pH ácidos y una baja fertilidad de los suelos. Pueden encontrarse en suelos tropicales, subtropicales y suelos de climas mediterráneos.

-
- **Blanco.** - el color blanco del suelo se presenta, principalmente ante la acumulación de elementos de este color como los son la calcita, dolomita, yeso, sales, entre otros. Esta también puede ocurrir por remoción de algunos componentes del suelo.
 - **Amarillo – marrón claro.** - ocurre principalmente por oxidación de suelos, pero, en este caso, se presenta una oxidación menor a los suelos rojos y según los niveles de cristales formados como la goetita donde los grandes dan coloración amilla y los pequeños una tonalidad más fértil. Se pueden encontrar en: suelos de climas templados, frescos, húmedos a subhúmedos y moderadamente hidromorfos en clima subtropicales.

c. Determinación de los Colores con las Tablas de Munsell

(Moreno Ramón, 2010) Las tablas Munsell son un sistema de notación de color basado en una serie de parámetros que nos permiten obtener una gama de colores que varían en función del matiz, brillo y croma Rojo, marrón, negro o gris, son algunos de los colores más característicos y descriptivos del suelo, pero no son exactos. Debido a esto, la comunidad científica decidió establecer como patrón de medición del color del suelo el sistema de notaciones de Color Munsell, el cual permite a los científicos comparar suelos en cualquier lugar del mundo.

El sistema de notación del color se basa en la determinación de 3 parámetros diferentes:

✓ **Matiz:**

Representa al color espectral puro correspondiente a una determinada longitud de onda, es decir, expresa la longitud de onda dominante en la radiación reflejada. Así pues, se consideran 5 colores principales (R, P, B, G, Y) y cinco complementarios o intermedios (RP, PB, BG, GY, YR) que se representan por las iniciales de su nombre en inglés, excepto el naranja que se representa por YR (yellow-red), para evitar confusiones. Cada color se le asigna una graduación de 0 a 10, que corresponde a la banda del arcoiris. El valor 5, significa que nos encontramos en el punto central de la banda. Al bajar nos aproximamos al color de longitud de onda más baja y al subir lo hacemos al que la tiene inmediatamente más alta. Así el 0YR coincide con el 10R y el 10YR lo hace con el 0Y.

✓ **Croma o Pureza:**

Expresa la pureza relativa del color del matiz de que se trate. La pureza 0 correspondería al color gris, de modo que si la pureza se anula el matiz carece de importancia porque no existe. En este caso se utiliza la letra N de neutro sin asignar valor de pureza.

✓ **Intensidad O Brillo:**

Expresa la proporción de la luz reflejada y representa la amplitud de la radiación midiendo al fin y al cabo el grado de claridad u

oscuridad. Para un matiz N, la pureza 0 representa al negro y la 10 al blanco (p.04-05)

Figura 4

Tabla de colores de Munsell



(Fuente: Nieto, 2012 citado por Rodríguez 2018)

I. Plasticidad y Límite de Consistencia (Límites de Atterberg)

(Osorio, 2010) La plasticidad es la propiedad que tienen algunos suelos de deformarse sin agrietarse, ni producir rebote elástico. Es aquella propiedad que permite a las arcillas cambiar de forma cuando están sujetas a una fuerza deformante superior a las fuerzas cohesivas, y mantener esa forma

cuando la fuerza deja de ser aplicada. Es el efecto resultante de una presión y una deformación. La magnitud de la deformación que puede soportar un suelo, con un determinado contenido de humedad, está dada por la distancia que las partículas pueden distanciarse, sin romperse los enlaces entre estas. La presión que se requiere para producir una deformación específica es un índice de la magnitud de las fuerzas de cohesión que mantienen las partículas juntas. Estas fuerzas, varían con el espesor de las películas de agua entre las partículas minerales del suelo. Por tanto, la plasticidad es la propiedad que expresa la magnitud de las fuerzas de las películas de agua dentro del suelo, ya que éstos, a su vez, permiten que el suelo sea moldeado sin romperse hasta un determinado punto. Para conocer la plasticidad de un suelo se hace uso de los límites de Atterberg. Los mencionados límites son: limite líquido (LL), limite plástico (LP), y mediante ellos se puede dar una idea del tipo de suelo en estudio.

- **Limite líquido.** - se define como el contenido de humedad expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido a plástico.
- **Limite plástico.** - Se define como el contenido de humedad, expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico.

Todos los límites de consistencia se determinan empleando suelo que pasa por la malla N°40. La diferencia entre los valores del límite líquido (LL) y el límite plástico (LP) da el llamado índice de plasticidad (IP)

$$IP = LL - LP$$

Los límites líquidos y plásticos dependen de la cantidad de arcilla del suelo, pero el índice plástico depende generalmente de la cantidad de arcilla. Cuando no se puede determinar el límite plástico de un suelo se dice que es no plástico (NP), y en este caso el índice plástico se dice que es igual a cero. El índice de plasticidad indica el rango de humedad a través del cual los suelos con cohesión tienen propiedades de un material plástico.

Según Atterberg (1846 – 1916), cuando un suelo tiene índice plástico (IP) igual a cero el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es menor de 7, el suelo presenta baja plasticidad; cuando el índice plástico está comprendido entre 7 y 17 se dice que el suelo es medianamente plástico, y cuando el suelo presenta un índice plástico mayor de 17 se dice que es altamente plástico.

Según Arthur Casagrande (1902 -1981), comparando suelos de igual límites líquidos con índice de plasticidad que aumenta, la compresibilidad es la misma, la constante de permeabilidad disminuye, la tenacidad cerca del límite plástico aumenta y también aumenta su resistencia en seco.

(Villalaz, 2004) “Ahora, comparando suelos de igual índice plástico con límite líquido que aumenta, la compresibilidad aumenta, la constante de permeabilidad aumenta, y tanto la tenacidad cerca del límite plástico como la resistencia en seco disminuyen”. (p.70)

1.6.2. Características Mecánicas.

(Graux, Fundamentos de mecánica de suelo). Las características mecánicas pueden variar de forma sensible con el tiempo, con el método de experimentación y con las condiciones exteriores; una variación incluso pequeña de sus valores puede influir considerablemente con la distribución de los esfuerzos, la naturaleza del equilibrio, y modificar radicalmente la seguridad de la obra.

A. Capacidad de Soporte de un Suelo:

(Naranjo & Dranichnikov, 2012) La capacidad portante es a la capacidad de soporte del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzca un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo. Por tanto, la capacidad portante admisible debe estar basada en uno de los siguientes criterios funcionales:

Si la función del terreno de cimentación es soportar una determinada tensión independientemente de la deformación, la capacidad portante se denomina carga de hundimiento.

Si lo que se busca es un equilibrio entre la tensión aplicada al terreno y la deformación sufrida por este, deberá calcularse la capacidad portante a partir de criterios de asiento admisible.

B. Cohesión:

(Rodríguez 2018) La cohesión es la fuerza que une partículas en la estructura de la tierra. Esta fuerza no requiere de la existencia de ninguna presión que la comprima. Antes de comenzar una construcción, se realizan estudios para determinar la cohesión del suelo.

(Leoni, 2017) La resistencia por cohesión es definida como la medida de las fuerzas que cementan las partículas de suelos. Hay suelos (las arcillas por ejemplo), donde además de los esfuerzos friccionales, contribuyen con otros factores que se suman al momento de evaluar la resistencia final al esfuerzo de corte. Si tenemos una arcilla que haya soportado, a través de su vida geológica, sobrecargas tales como estratos que luego fueron erosionados, glaciares, estructuras, etc. Podemos decir que se encuentra pre consolidada es decir que tuvo a lo largo del tiempo, una carga superior a la que soporta actualmente.

C. Fricción:

(Leoni, 2017) La fricción es la resistencia que ofrece una masa de suelo frente al deslizamiento de otra, tiene que ver con las fuerzas friccionales que se desarrollan entre los granos que la componen. Se entiende también que cuanto más grano entren en contacto entre sí por unidad de superficie, mayor será el esfuerzo necesario para que ocurra el deslizamiento (interviene acá

la compacidad del suelo, o la relación de vacíos del mismo). En este mismo sentido, se deduce fácilmente que cuanto más angulosos y trabados se encuentren los granos y cuanto mayor sea el coeficiente friccional del material que lo compone, mayores serán las fuerzas friccionales que desarrolla. Para obtener el valor de la cohesión (resistencia al corte no drenado), Angulo de fricción se puede determinar a partir de procedimientos de laboratorio y de campo, atreve de correlaciones y gráficos y si no se cuenta con ninguna información, puede obtener atreves de tablas.

D. Contenido de Humedad de los Suelos.

El contenido de humedad es la relación que existe entre el peso de agua contenida en la muestra en estado natural y el peso de la muestra después de ser secada en el horno a una temperatura entre los 105°-110° C. Se expresa de forma de porcentaje, puede variar desde cero cuando está perfectamente seco hasta un máximo determinado que no necesariamente es el 100%. La importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa, una delas características más importantes para explicar el comportamiento de este, por ejemplo, cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica.

E. Densidad del suelo.

Jaramillo (2002) define, La densidad de un material se define como el peso que tiene dicho material, por unidad de volumen. En el suelo, por ser éste un cuerpo poroso, se presentan dos situaciones diferentes con respecto a la densidad: si se considera la masa de las partículas sólidas, únicamente,

se tiene la densidad real, pero si, aparte de la masa de las partículas, se tiene en cuenta su organización, entonces se tiene la densidad aparente.

➤ ***Densidad Real (Dr)***

Como se dijo anteriormente, la densidad real es el peso de las partículas sólidas del suelo, relacionado con el volumen que ocupan, sin tener en cuenta su organización en el suelo, es decir, sin involucrar en el volumen el espacio ocupado por los poros; se deduce, entonces, su dependencia de la composición mineral del suelo y del contenido de algunos sólidos especiales en él, como la materia orgánica y los óxidos de hierro. El método más recomendado para medir la densidad real del suelo es el del picnómetro.

➤ ***Densidad Aparente (Da.)***

Es la densidad del suelo que se calcula teniendo en cuenta el espacio ocupado por los poros al cuantificar el volumen de la muestra de suelo, razón por la cual depende de la organización que presente la fracción sólida del mismo y está afectada por su textura, su estructura, su contenido de materia orgánica, su humedad (en especial en suelos con materiales expansivos) y su grado de compactación, principalmente. En términos prácticos, es la densidad que tiene la tierra fina del suelo, con la organización que ella posea.

1.7. Definición de Términos Básicos.

- ✓ **Micrón:** Unidad de longitud equivalente a la milésima parte de un milímetro o a la millonésima parte de un metro. (Salinas, 2018)
- ✓ **Granulométrico:** consiste en cernir una muestra a través de un juego de tamices estandarizados, y en determinar el porcentaje de masa. (Salinas, 2018)
- ✓ **Limos:** El limo es un sedimento clástico incoherente transportado en suspensión por los ríos y por el viento, que se deposita en el lecho de los cursos de agua o sobre los terrenos que han sido inundados. Para que se clasifique como tal, el diámetro de las partículas de limo varía de 0,0039 mm a 0,0625 mm. (Salinas, 2018)
- ✓ **Sistema SUCS:** Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS (Unified Soil Classification System (USCS)) es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras. Cada letra es descrita debajo (con la excepción de Pt). Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado u otros. (Salinas, 2018)
- ✓ **Carta de Casagrande:** Gráfico en el que se representan los valores del límite líquido y del índice de plasticidad en un campo de coordenadas cartesianas para discriminar las arcillas y los limos de acuerdo con la relación entre dichos valores. Esta carta es utilizada sistemáticamente en la clasificación unificada de suelos. (Salinas, 2018)



-
- ✓ **Colorímetro:** El colorímetro es el dispositivo que permite la cuantificación de un color y permite su comparación con otro. Una vez hecha la cuantificación, el valor numérico asignado al color estudiado permitirá su adecuada clasificación en la escala de colores. (Salinas, 2018)

1.8. Formulación de la Hipótesis.

La presente investigación es de carácter descriptivo, por lo tanto, no es pertinente plantear una hipótesis. Según Sabino (1986), la investigación de tipo descriptiva trabaja sobre realidades de hechos, y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta. Para la investigación descriptiva, su preocupación primordial radica en descubrir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento. (Vargas, 2018)



II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material.

a) Materiales

Los materiales empleados son básicamente útiles de escritorio como papel, lapiceros, uso de equipos multimedia, impresora, entre otros.

b) Humano.

El recurso humano empleado es el tesista Yuber Omar Salinas Flores y el Mg. Ing. Eduardo Enrique Durand bazán.

c) Servicios.

Los empleados en la presente investigación son los servicios de topografía, los estudios de mecánica de suelos con equipos de perforación para obtener muestras.

d) Otros.

También se consideran servicios adicionales como alquiler de unidades para movilidad.

2.2. Material de estudio.

2.2.1. Población.

Se toma en cuenta la parcela El Puquio, con un área total de 20 000 m² y con un perímetro de 642.22ml, Distrito y Provincia de Otuzco, Región la Libertad.

2.2.2. Muestra.

Se toma como muestra de acuerdo a la NTP. E050 la realización de calicatas, que son un total de seis. **Muestreo**, para el muestreo se toma tres muestras por calicata, para realizar el muestreo será al azar simple. La técnica de muestreo es No Pro balística – Por Juicio.

Tabla 3

Cuadro de muestreo.

NO PROBALÍSTICA:	POR JUICIO:
Es una técnica donde las muestras de suelo realizadas mediante calicatas, se recogen en un proceso que no brinda a todos los metros cuadrados de suelo de la parcela El Puquio oportunidades de ser seleccionados para su estudio.	Es una técnica porque la muestra de suelo es seleccionada por criterio profesional utilizando NTP. Que señalan como realizar el muestreo de la investigación.

2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos.

a) **Para recolectar datos.**

Para hacer la descripción del suelo de la parcela El Puquio se tomó en cuenta la técnica de la **Observación**, que es la técnica que se usa para la recolección de datos porque permite obtener datos reales de las características físicas y mecánicas del suelo en su estado natural del área de estudio es así que de esta manera se podrá describir los distintos suelos que se presenten durante el muestreo dentro de la parcela El Puquio.

Como Instrumento de recolección de datos se empleó la *Guía de observación*, que es el instrumento usado para la descripción del suelo de la Habilitación Urbana Nuevo Otuzco, en donde se anotaron los datos obtenidos en campo serán los formatos de la NTP. 339. 150 (ver anexo) donde será la descripción visual – manual. Y para los datos obtenidos de laboratorio serán los formatos de las para los siguientes ensayos:

Contenido de humedad: NTP. 339. 127(ver anexo)

Análisis granulométrico: NTP. 339128(ver anexo)

Clasificación unificada de suelos (SUCS): NTP. 339. 134 (ver anexo)

Límites de Atterberg: NTP 339. 129(ver anexo)

Capacidad de soporte NTP. E 050.

Se utilizó el método y la técnica de la *estadística descriptiva* donde permitió organizar, resumir y presentar datos de manera informativa, las cuales se tomaron las muestras para los ensayos siguiendo lineamientos por las Normas Técnicas Peruanas, mostrando los resultados en un gráfico de barras.

El gráfico de barras representa en el eje de las ordenadas (x) las modalidades, y en abscisas (y) la Frecuencia absoluta o relativa.

Se mostró a través de este gráfico de barras la descripción del suelo: el contenido de humedad, granulometría, límite de Atterberg, Clasificación de suelos (SUCS), la densidad, capacidad de soporte, con sus barras de colores se pudo identificar mejor los resultados de cada muestra de suelo obtenido en laboratorio.

Los resultados de análisis de datos tomados como referencia, muestran su porcentaje de cada calicata en estudio, sus colores nos ayudaron a identificar las características físicas y mecánicas obtenidas de la descripción del suelo.

El procedimiento tiene la siguiente secuencia:

Figura 5

Secuencia de procedimiento.



El diseño se puede esquematizar de la siguiente manera.

Tabla 4

Diseño de investigación

<i>ESTUDIO</i>	<i>TI</i>
M1	O1

Dónde:

M1 = muestra

O1 = observación.

Tabla 5

Muestra.

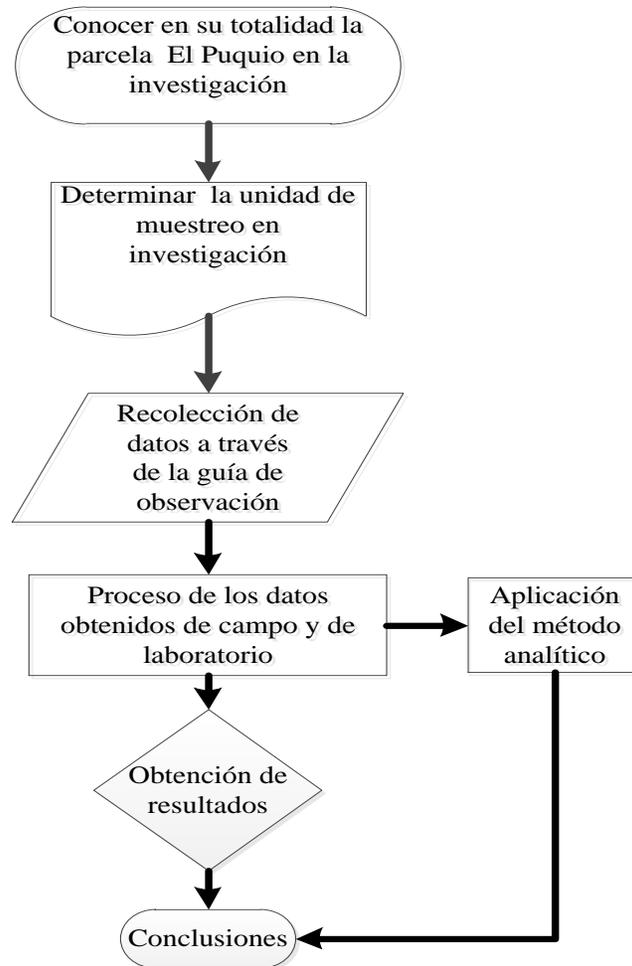
MUESTRA
Descripción 1: Características físicas naturales
Descripción 2: Contenido de humedad
Descripción 3: Granulometría
Descripción 4: Límites de Atterberg
Descripción 5: Clasificación de suelos (SUCS).
Descripción 6: Capacidad de soporte

b) Para procesar datos.

Los procedimientos de la descripción de la parcela El Puquio se hará en el lugar donde transcurren los hechos y también en laboratorio lo cual se tomará en cuenta para dicho procedimiento las normas técnicas peruana que señalan como se describe un suelo en su estado natural y también como se hace el análisis del suelo en laboratorio, utilizando el método de análisis de datos graficado de la siguiente manera.

Figura 6

Procedimiento.



a) Conocer en su totalidad la Parcela El Puquio en investigación:

Al hacer el diagnóstico de la parcela El Puquio se nos proporciona la necesidad de hacer un estudio de suelo porque sobre ella se harán en el futuro estructuras de edificaciones de magnitud baja, siendo que el poblador no conoce de cual es importante el, estudio de suelo para sus edificaciones.

b) Determinar la unidad de muestreo en investigación:

Al conocer el lugar de estudio se procederá a determinar la cantidad de muestras por el método especificado en la NTP. E 050 para describir el suelo en su estado natural y en laboratorio.

c) Recolección de datos a través de las guías de observación:

Para conocer las unidades de estudio se procede a llenar una guía de observación proporcionada por la NTP. a través del método de la observación para obtener los datos en el mismo lugar de estudio y en laboratorio.

d) Proceso de los datos obtenidos de campo y de laboratorio:

Una vez obtenido los datos de laboratorio y de campo se procesa mediante método analítico.

e) Aplicación del método analítico:

Los datos obtenidos serán evaluados mediante el método analítico porque nos permitirá analizarlo las muestras ordenadamente cada uno de ellos por separado

f) Obtención de resultados:

Luego de la aplicación del método nos da como resultado un porcentaje de toda la unidad de estudio para luego poder visualizarlo de manera más rápida en gráficos estadísticos de barras y gráfico de sectores solucionando las interrogantes de los pobladores de Otuzco.



g) Conclusión:

Una vez obtenido los resultados se concluye con el informe total de los análisis y evaluación de los datos obtenidos de laboratorio y de campo.



2.4. Operacionalización de la variable.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
DESCRIPCIÓN DEL SUELO	La descripción del suelo es la actividad técnica encargada de obtener los datos de investigación de la muestra en su estado natural sin modificar sus características, tal como se presenta el hecho, es así que de esta manera se garantiza las descripciones de la muestra siguiendo lineamientos de la Norma Técnica Peruana	Se va a realizar la investigación mediante calicatas, extrayendo las muestras de suelo para luego ser analizados mediante laboratorio de suelos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contenido de humedad. ✓ Granulometría. ✓ Límites de Atterberg. ✓ Clasificación de suelos (SUCS). ✓ Capacidad de soporte 	<p>Descripción de suelo a nivel de laboratorio: características físicas y mecánicas.</p> <hr/> <p>Descripción de suelo a nivel de campo: características físicas.</p>	<p>Métodos de las Normas Técnicas Peruanas: Guía de observación. Resultados de análisis de muestras. Medición de la profundidad de calicatas. Formatos de registro y evaluación</p> <hr/> <p>Registro de sondaje: Guía de observación Formatos de registro y evaluación</p>



III. DESARROLLO DE TESIS Y RESULTADOS

3.1. TRABAJO DE CAMPO

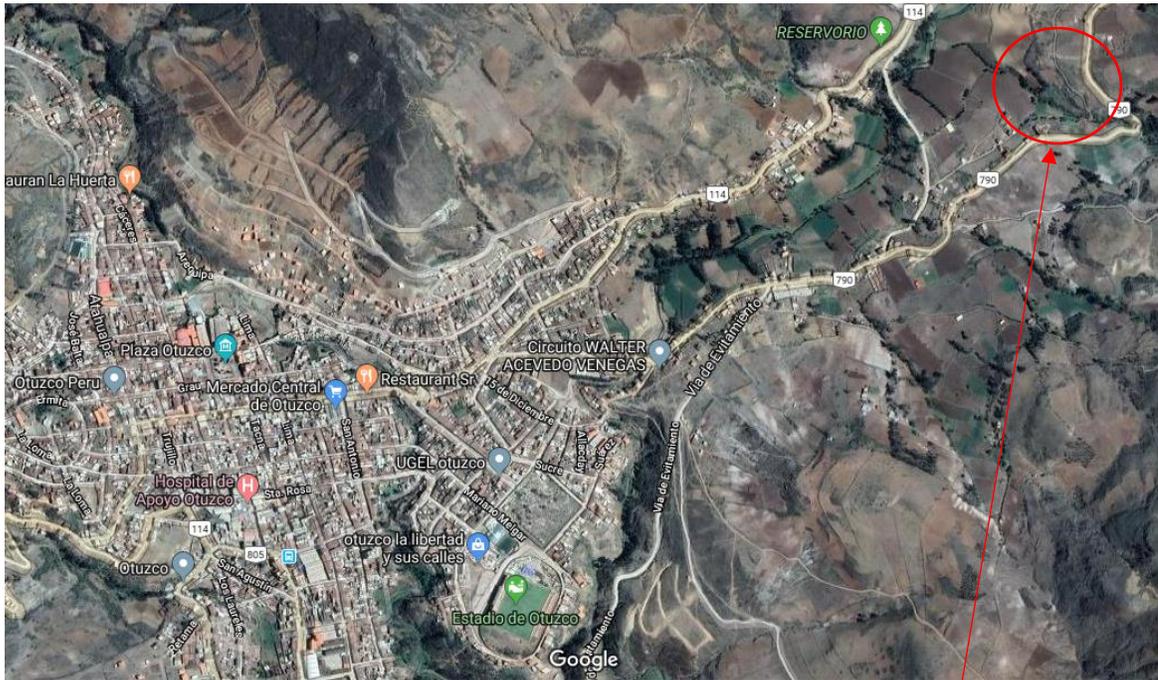
Los trabajos de campo, consistieron en la excavación de tres (06) calicatas o pozos a cielo abierto de acorde a la Norma ASTM D420.



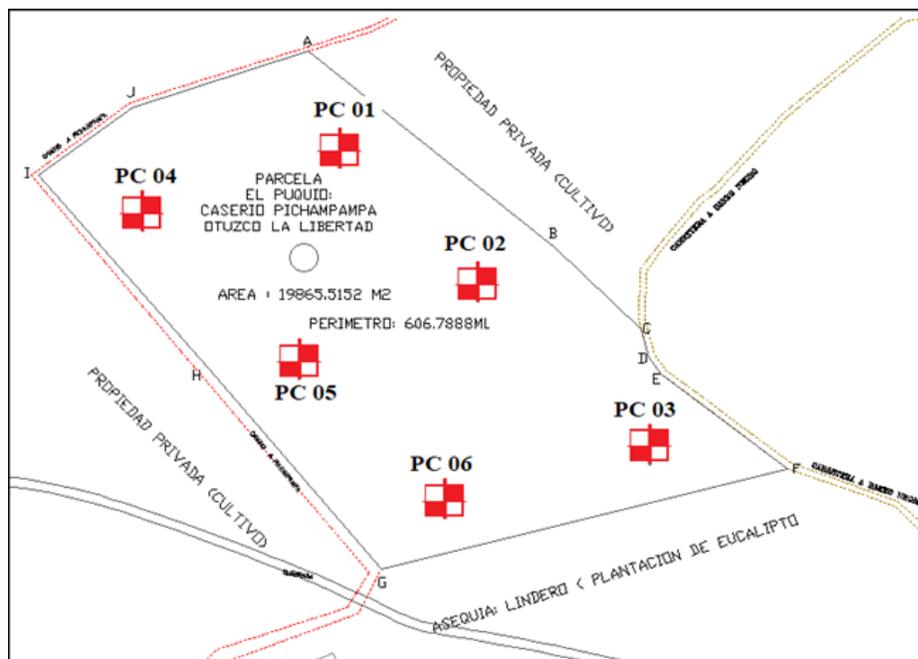
Región La Libertad y sus provincias.



Provincia de Otuzco y sus distritos



Distrito de Otuzco y localización de la parcela El Puquio.



Vista superior de la ubicación de calicatas.

De acuerdo al Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (E-030) del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y del Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú, presentado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, con DS. 003-2016-Vivienda, el cual se basó en registros de sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y sismos recientes; se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la Zona de alta sismicidad (Zona 3), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades tan considerables como VIII y IX en la escala Mercalli Modificada.

Los trabajos realizados según las Norma Peruana EMS E 050, que se basan en la aplicación de la Mecánica de Suelos, la cual es una ciencia que indica los ensayos fundamentales y necesarios para predecir el comportamiento de un suelo bajo la acción de un sistema de cargas y que, con la ayuda del análisis matemático, ensayos de laboratorio, ensayos de campo y de datos experimentales recogidos en obras anteriores, permite proyectar y ejecutar trabajos de fundaciones de toda índole.

3.1.1 CALICATAS, MUESTREO Y REGISTROS DE EXPLORACIÓN

Se realizaron seis (06) pozo calicatas que consiste en excavaciones de formas diversas que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras alteradas e inalteradas en bolsas (Mab), clasificación de campo de forma manual y visual de cada una de las muestras obtenidas con el muestreador, en los que se indican las diferentes características de los estratos subyacentes, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, compacidad, consistencia etc, tal como se puede observar en los registros estratigráficos, estas según NTP 339.162 (ASTM D 420).

3.1.2 PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL)

Prueba de Auscultación Dinámica Ligera (DPL) consistente en hincar un tubo de medidas estándar (diámetro de 1"), por medio de una masa de fierro de 10 kilos de

peso, dejada caer desde una altura de 50 cm., contabilizándose el número de golpes necesarios para hacer penetrar el tubo una profundidad de 10 cm. Esta prueba tiene la propiedad de medir en forma indirecta el grado de compacidad relativa que tienen los materiales granulares en el lugar a diferentes profundidades; esta dificultad a la penetración nos señala el ángulo de fricción interna del material, parámetro mecánico que sirve para conocer la capacidad admisible de los suelos. La correlación existente entre la prueba del DPL y la del SPT es $SPT = 1/3 DPL$.

Tabla 6*Compacidad Relativa de la Arena.*

Numero de Golpes del SPT	Compacidad Relativa
0 - 4	Muy Suelta
5 -10	Suelta
11 – 20	Firme
21 - 30	Muy Firme
31 – 50	Densa
MAS DE 50	Muy Densa

3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con el objetivo de determinar las características, propiedades físicas y mecánicas del suelo, así como el uso del material extraído de la investigación de campo, se realizaron los siguientes ensayos bajo las normas técnicas vigentes:

- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422, MTC E-107
- Límite Líquido ASTM D-4318, MTC E- 110
- Límite Plástico ASTM D-424, MTC E- 111
- Contenido de humedad ASTM D-2216, MTC E-108
- Gravedad específica de los suelos ASTM D-854, MTC E-113
- Clasificación SUCS
- Clasificación AASHTO

- Sales Solubles Totales MTC E-219
- Ensayo de Corte Directo ASTM D-3080

3.3 CONFORMACIÓN DEL SUELO

De la calicata realizada, podemos deducir la siguiente interpretación concerniente al perfil estratigráfico:

Tabla 7

Conformación del suelo.

CALICATA	MUESTRA	PROF. (mt)	DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA
PC 01	M1	0.00 – 0.40	Material tipo suelo de cultivo contaminado con raíces
	M2	0.30 – 1.50	Material arcilloso bien compactado en estado semi húmedo
	De 1.50 a 2.70		Arena Arcillo-Limoso de Grano Fino (SC-SM), color marrón oscuro, estructura medianamente compacta cementada por limos y arcillas, contenido de humedad 1.95 %, densidad 1.63 ton/m3
CALICATA	MUESTRA	PROF. (mt)	DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA
PC 02	M1	0.00 – 0.30	Material tipo suelo de cultivo contaminado con raíces
	M2	0.30 – 1.50	Material arcilloso bien compactado en estado semi húmedo
	De 1.50 a 2.50		Arena Arcillo-Limoso de Grano Fino (SC-SM), color marrón oscuro, estructura medianamente compacta cementada por limos y arcillas, contenido de humedad 2.80 %, densidad 1.63 ton/m3
PC 03	M1	0.00 – 0.35	Material tipo suelo de cultivo contaminado con raíces
	M2	0.30 – 1.50	Material arcilloso bien compactado en estado semi húmedo
	De 1.50 a 3.00		Arena Arcillo-Limoso de Grano Fino (SC-SM) bien compactada, color marrón oscuro, estructura medianamente compacta cementada por limos y arcillas, contenido de humedad 1.25 %, densidad 1.63 ton/m3
PC 04	M1	0.00 – 0.30	Material tipo suelo de cultivo contaminado con raíces
	M2	0.30 – 1.50	Material arcilloso bien compactado en estado semi húmedo
	De 1.50 a 3.00		Arena Limosa de Grano Fino (SM) bien compactada, color gris oscuro, estructura medianamente compacta cementada por limos y arcillas, contenido de humedad 2.10 %, densidad 1.63 ton/m3
PC 05	M1	0.00 – 0.35	Material tipo suelo de cultivo contaminado con raíces
	M2	0.30 – 1.50	Material arcilloso bien compactado en estado semi húmedo
	De 1.50 a 3.00		Arena Limosa de Grano Fino (SM) bien compactada, color gris oscuro, estructura medianamente compacta cementada por limos y arcillas, contenido de humedad 4.59 %, densidad 1.63 ton/m3

PC 06	M1	0.00 – 0.30	Material tipo suelo de cultivo contaminado con raíces
	M2	0.30 – 1.50	Material arcilloso bien compactado en estado semi húmedo
	De 1.50 a 3.00		Arcilla de Baja Plasticidad (CL), color gris oscuro, estructura medianamente compacta cementada por limos y arcillas, contenido de humedad 4.70 %, densidad 1.63 ton/m ³

Nivel Freático: No se ubicó a la profundidad estudiada de 3.00 m aproximadamente.

3.4 TRABAJOS DE GABINETE

De acuerdo al perfil estratigráfico de la zona y ensayos de laboratorio, el terreno en cuestión presenta una capa de material tipo suelo de cultivo contaminado con raíces, hasta la profundidad de -0.30 mt en promedio, subyacente a éste una Arena Arcillo-Limosa de Grano Fino (SC-SM) cementados por finos Arcillosos y Limosos, ésta última capa de potencia indefinida. Cuyas características físicas, mecánicas, químicas, hidráulicas y dinámicas son las siguientes:

SUELO DE APOYO ESTUDIADO:

Clasificación SUCS: SC-SM (Arcillo-Limosa de Grano Fino)

Desarrollo: A partir de -0.30 m en promedio de la superficie natural del terreno.

Parámetros Físicos, Mecánicos, Químicos é Hidráulicos:

Contenido de Humedad Natural	=	1.95 por ciento
Densidad Unitaria	=	1.63 gr. / cm ³
Contenido de Sales	=	0.06 por ciento
Angulo de Fricción Interna	=	12.00 grados
Cohesión	=	0.22 Kg. / cm ²

Parámetros Dinámicos:

Módulo de Poissón (u)	=	0.3
Módulo de Elasticidad (E)	=	175 Kg. / cm ²
Módulo de Corte (G)	=	67 Kg. / cm ²
Coefficiente de Balasto	=	1.65 kg. / cm ³

3.5 ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE

Como se desprende de la descripción del perfil estratigráfico, los suelos que corresponden al terreno de fundación, están constituidos principalmente por una Arena Arcillo-Limosa de Grano Fino (SC-SM) cementados por finos Arcillosos y Limosos.

La fórmula que utilizaremos para el cálculo de la capacidad admisible, será la otorgada por Terzaghi, para cimientos corridos y cuadrados:

Tabla 8

Fórmula de Terzaghi.

	Para falla General	Para falla Local
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN'_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentación cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN'_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentación circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN'_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Donde:

q_a = Capacidad Admisible del suelo

N_γ , N_c y N_q = Factores de capacidad de carga, los cuales están en función del ángulo de fricción interna del material.

B = Ancho del cimiento corrido, lado del cimiento cuadrado, o menor lado del cimiento rectangular.

γ = Densidad Unitaria del Suelo (1.63 ton/m³).

D_f = Profundidad de desplante de la Cimentación, desde el nivel del terreno natural.

c = Cohesión del suelo.

F = Factor de Seguridad ($F = 3.0$).



Con los datos obtenidos, la capacidad admisible considerando falla general, dentro de este manto que se desarrolla a partir de -0.30 la superficie natural en promedio es:

Cimiento Superficial Corrido ($D_f \leq 2B$):

Para un ancho $B = 0.60$ metros, $\gamma = 1.63$ ton/m³, $D_f = 0.60$ metros, $c = 0.22$ kg/cm², Angulo de fricción interna = 12.00 grados ($N_\gamma = 1.41$, $N_c = 10.77$, $N_q = 3.29$),
 $F = 3.00$.

$$q_a = 0.78 \text{ kg/cm}^2$$

Cimiento Superficial Cuadrado ($D_f \leq 2B$):

Para un ancho $B = 1.30$ metros, $\gamma = 1.63$ ton/m³, $D_f = 1.30$ metros, $c = 0.22$ kg/cm², Angulo de fricción interna = 12.00 ($N_\gamma = 1.41$, $N_c = 10.77$, $N_q = 3.29$),
 $F = 3.00$.

$$q_a = 0.92 \text{ kg/cm}^2$$

CALCULO DEL ASENTAMIENTO INMEDIATO (S_e)

Las fórmulas (1 y 2), no contemplan asentamientos inmediatos, este valor lo calcularemos con base en la teoría de elasticidad, la misma que expresa la siguiente ecuación para un cimiento rígido:

$$S_e = 0.80 \cdot q_o \cdot B \left(\frac{1 - \nu^2}{E} \right) \alpha \quad (3)$$



Donde:

$$\alpha = 1/\pi \{ \ln((1+m^2)^{1/2}+m)/((1+m^2)^{1/2}-m) + m * \ln((1+m^2)^{1/2}+1)/((1+m^2)^{1/2}-1) \}$$

$m = L/B$ (L: largo del cimiento, B: ancho del cimiento)

$u = \text{Módulo de Poisson} = 0.30$

$q_0 = \text{Presión Transmitida} = 0.78 \text{ kg/cm}^2$ (Caso más desfavorable)

$E = \text{Módulo de Elasticidad} = 175 \text{ kg/cm}^2$

Con estos valores

$$\mathbf{Se = 0.556 \text{ centímetros}}$$



3.6 RESULTADOS

CALICATA 01

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Obra : DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018

Solicitante : SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES

Ubicación : OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD

Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019

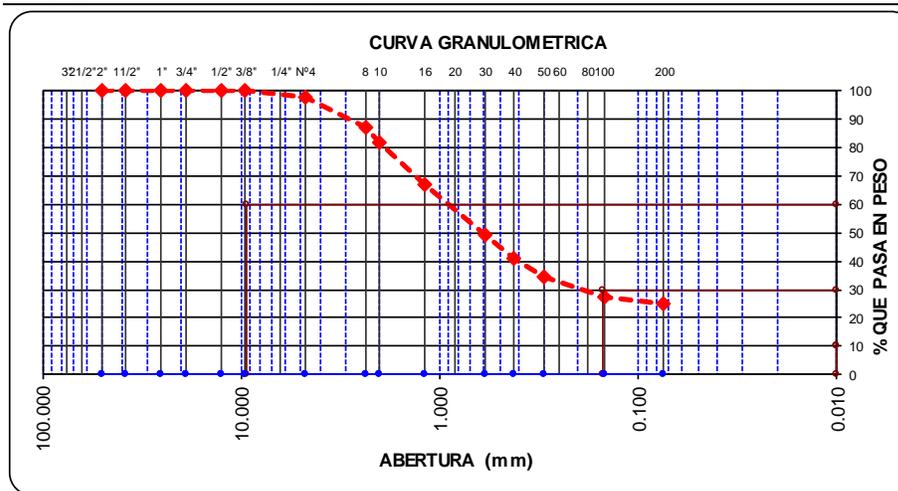
Calicata : PC 01

Tipo de suelo : Arena Arcillo Limosa

Peso de muestra seca : 589.4

Peso de muestra lavada : 147.9

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	Límites	
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	Superior	Inferior
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00		
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00		
Nº4	4.760	13.45	2.3	2.3	97.72		
Nº8	2.380	64.25	10.9	13.2	86.82		
Nº10	2.000	29.15	4.9	18.1	81.87		
Nº16	1.190	89.35	15.2	33.3	66.71		
Nº30	0.590	103.87	17.6	50.9	49.09		
Nº40	0.420	47.25	8.0	58.9	41.07		
Nº50	0.300	38.22	6.5	65.4	34.59		
Nº100	0.149	43.08	7.3	72.7	27.28		
Nº200	0.074	12.84	2.2	74.9	25.10		
< Nº200		147.94	25.1	100.0	0.00		
Total		589.40					



Límites e Índices de Consistencia

L. Líquido	:	23.52
L. Plástico	:	16.70
Ind. Plástico	:	6.82
Clas. SUCS	:	SC-SM
Clas. AASHTO	:	A-2-4 (0)

HUMEDAD NATURAL

Sh + Tara	:	119.5
Ss + Tara	:	117.8
Tara	:	30.5
Peso Agua	:	1.7
Peso Suelo Seco	:	87.3
Humedad(%)	:	1.95



CALICATA 01

LIMITES DE CONSISTENCIA

Obra	: DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018
Solicitante	: SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES
Ubicación	: OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD
Fecha	: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019
Calicata	: PC 01
Tipo de suelo	: Arena Arcillo Limosa

Muestra						
Límites de Consistencia	Límite Líquido			Límite Plástico		
Nº de golpes		15	24	35	-	-
Peso tara	(g)	21.90	21.00	22.60	21.42	20.22
Peso tara + suelo húmedo	(g)	36.70	35.65	35.30	24.72	25.02
Peso tara + suelo seco	(g)	33.20	32.80	33.31	24.25	24.33
Humedad %		30.97	24.15	18.58	16.61	16.79
Límites					23.52	16.70
Índice Plástico					6.82	





CALICATA 02

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Obra : DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018

Solicitante : SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES

Ubicación : OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD

Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019

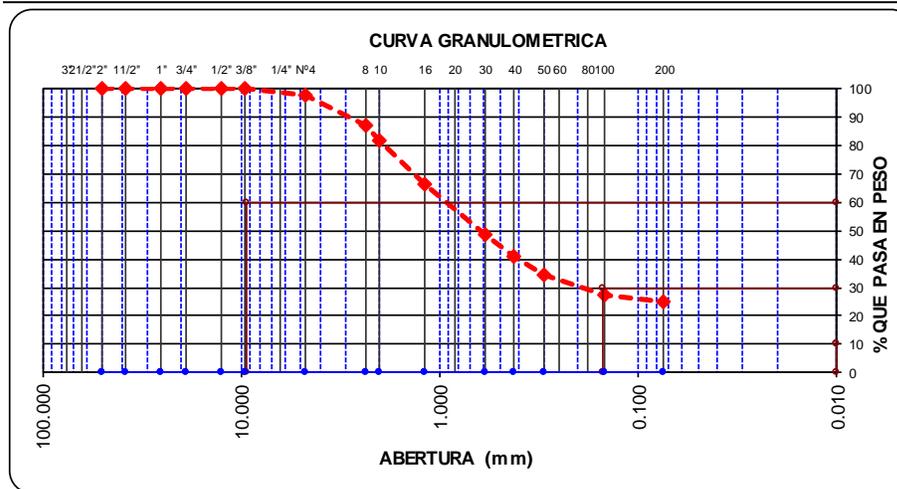
Calicata : PC 02

Tipo de suelo : Arena Arcillo Limosa

Peso de muestra seca : 589.4

Peso de muestra lavada : 147.4

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	Límites	
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	Superior	Inferior
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00		
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00		
Nº4	4.760	13.24	2.2	2.2	97.75		
Nº8	2.380	63.80	10.8	13.1	86.93		
Nº10	2.000	30.20	5.1	18.2	81.81		
Nº16	1.190	90.40	15.3	33.5	66.47		
Nº30	0.590	104.80	17.8	51.3	48.69		
Nº40	0.420	46.80	7.9	59.3	40.75		
Nº50	0.300	37.40	6.3	65.6	34.40		
Nº100	0.149	42.10	7.1	72.7	27.26		
Nº200	0.074	13.24	2.2	75.0	25.01		
< Nº200		147.42	25.0	100.0	0.00		
Total		589.40					



Límites e Índices de Consistencia

L. Líquido	: 23.54
L. Plástico	: 17.07
Ind. Plástico	: 6.47
Clas. SUCS	: SC-SM
Clas. AASHTO	: A-2-4 (0)

HUMEDAD NATURAL

Sh + Tara	: 132.1
Ss + Tara	: 129.5
Tara	: 36.8
Peso Agua	: 2.6
Peso Suelo Seco	: 92.7
Humedad(%)	: 2.80



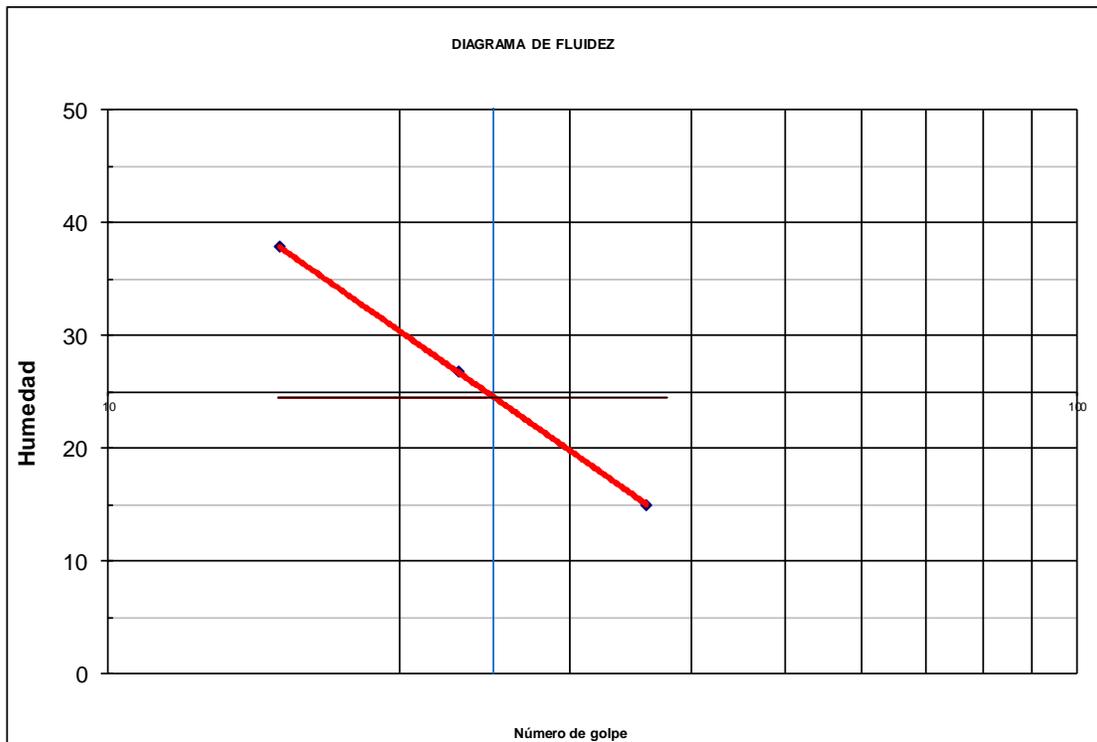
CALICATA 02

LIMITES DE CONSISTENCIA

Obra	: DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018
Solicitante	: SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES
Ubicación	: OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD
Fecha	: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019
Calicata	: PC 02
Tipo de suelo	: Arena Arcillosa

Muestra

Límites de Consistencia	Límite Líquido			Límite Plástico		
Nº de golpes	15	23	36	-	-	-
Peso tara	(g) 15.94	19.79	23.44	20.86	22.90	22.41
Peso tara + suelo húmedo	(g) 32.70	36.42	35.12	23.67	25.57	25.17
Peso tara + suelo seco	(g) 28.10	32.90	33.60	23.24	25.15	24.76
Humedad %	37.83	26.85	14.96	18.07	18.67	17.45
Límites	24.54			18.06		
Índice Plástico	6.48					





CALICATA 03

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Obra : DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018

Solicitante : SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES

Ubicación : OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD

Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019

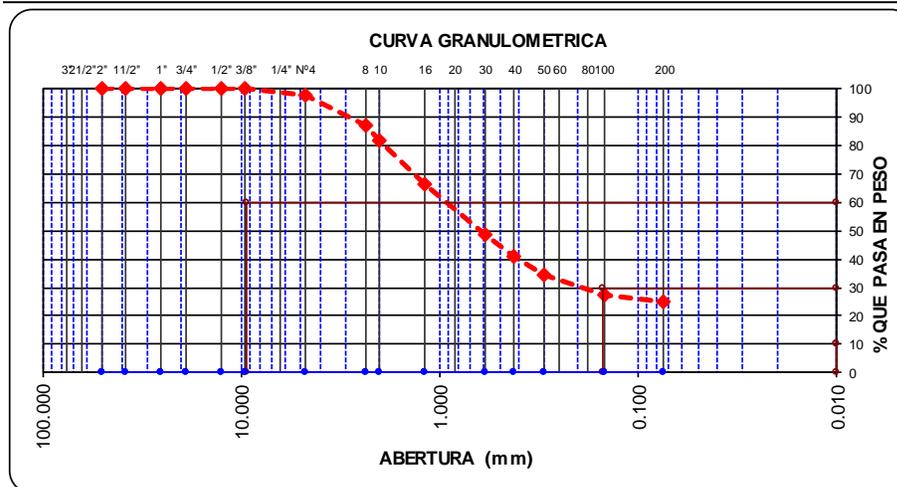
Calicata : PC 03

Tipo de suelo : Arena Arcillo Limosa

Peso de muestra seca : 590.2

Peso de muestra lavada : 147.5

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	Límites	
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	Superior	Inferior
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00		
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00		
Nº4	4.760	12.98	2.2	2.2	97.80		
Nº8	2.380	63.52	10.8	13.0	87.04		
Nº10	2.000	30.26	5.1	18.1	81.91		
Nº16	1.190	90.56	15.3	33.4	66.57		
Nº30	0.590	105.20	17.8	51.3	48.75		
Nº40	0.420	46.72	7.9	59.2	40.83		
Nº50	0.300	37.52	6.4	65.5	34.47		
Nº100	0.149	42.35	7.2	72.7	27.30		
Nº200	0.074	13.62	2.3	75.0	24.99		
< Nº200		147.51	25.0	100.0	0.00		
Total		590.24					



Límites e Índices de Consistencia

L. Líquido	:	23.54
L. Plástico	:	17.07
Ind. Plástico	:	6.47
Clas. SUCS	:	SC-SM
Clas. AASHTO	:	A-2-4 (0)

HUMEDAD NATURAL

Sh + Tara	:	241.3
Ss + Tara	:	238.7
Tara	:	34.6
Peso Agua	:	2.6
Peso Suelo Seco	:	204.1
Humedad(%)	:	1.25

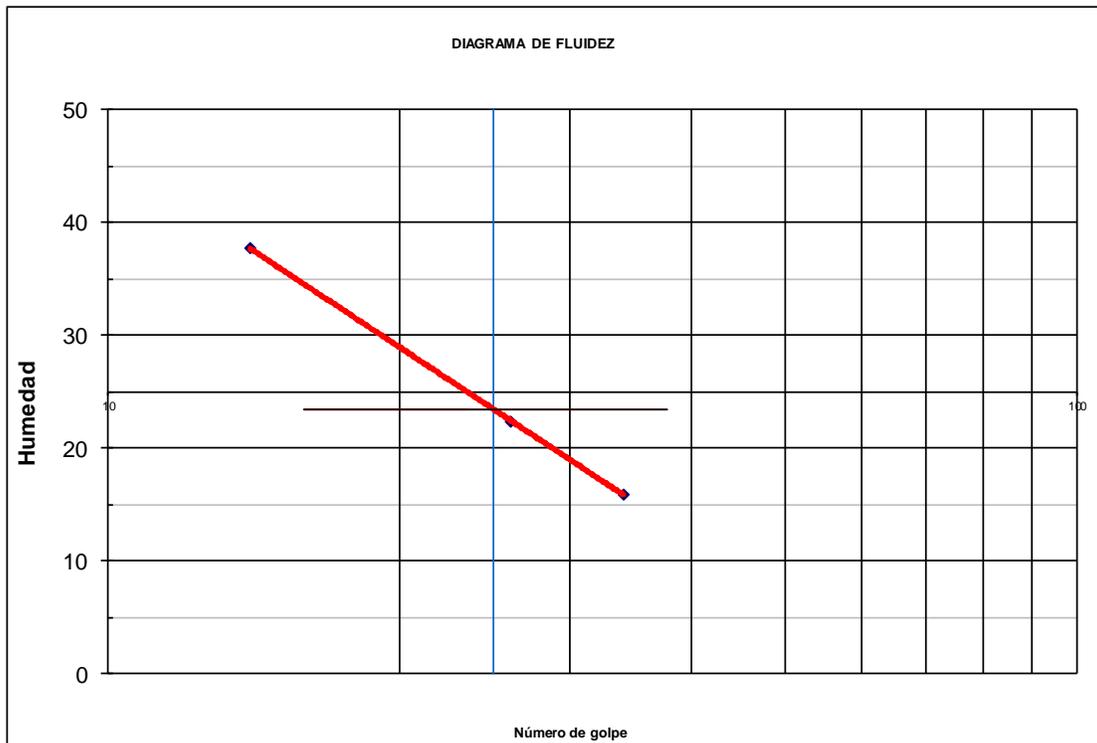


CALICATA 03

LIMITES DE CONSISTENCIA

Obra	: DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018
Solicitante	: SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES
Ubicación	: OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD
Fecha	: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019
Calicata	: PC 03
Tipo de suelo	: Arena Arcillosa

Muestra		Límite Líquido			Límite Plástico		
Nº de golpes		14	26	34	-	-	-
Peso tara	(g)	16.82	19.27	23.41	20.52	22.42	22.35
Peso tara + suelo húmedo	(g)	32.52	36.14	35.20	23.50	25.61	25.20
Peso tara + suelo seco	(g)	28.22	33.05	33.58	23.08	25.15	24.79
Humedad %		37.72	22.42	15.93	16.41	16.85	16.80
Límites		23.45			16.69		
Índice Plástico					6.76		





CALICATA 04

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Obra : DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018

Solicitante : SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES

Ubicación : OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD

Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019

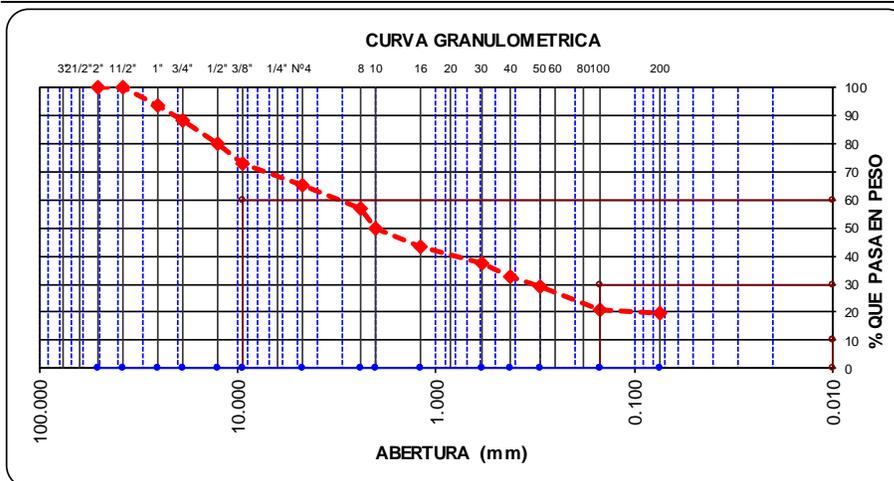
Calicata : PC 04

Tipo de suelo : Arena Limosa

Peso de muestra seca : 1314.0

Peso de muestra lavada : 259.2

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	Límites	
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	Superior	Inferior
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00		
1"	25.400	81.40	6.2	6.2	93.81		
3/4"	19.050	75.00	5.7	11.9	88.10		
1/2"	12.700	103.78	7.9	19.8	80.20		
3/8"	9.525	93.11	7.1	26.9	73.11		
Nº4	4.760	104.60	8.0	34.8	65.15		
Nº8	2.380	108.47	8.3	43.1	56.90		
Nº10	2.000	96.78	7.4	50.5	49.53		
Nº16	1.190	83.56	6.4	56.8	43.17		
Nº30	0.590	74.81	5.7	62.5	37.48		
Nº40	0.420	63.41	4.8	67.3	32.65		
Nº50	0.300	47.86	3.6	71.0	29.01		
Nº100	0.149	108.87	8.3	79.3	20.73		
Nº200	0.074	13.12	1.0	80.3	19.73		
< Nº200		259.23	19.7	100.0	0.00		
Total		1314.00					



Límites e Índices de Consistencia

L. Líquido	:	44.03
L. Plástico	:	31.36
Ind. Plástico	:	12.67
Clas. SUCS	:	SM
Clas. AASHTO	:	A-2-7 (0)

HUMEDAD NATURAL

Sh + Tara	:	241.2
Ss + Tara	:	236.9
Tara	:	34.6
Peso Agua	:	4.3
Peso Suelo Seco	:	202.3
Humedad(%)	:	2.10

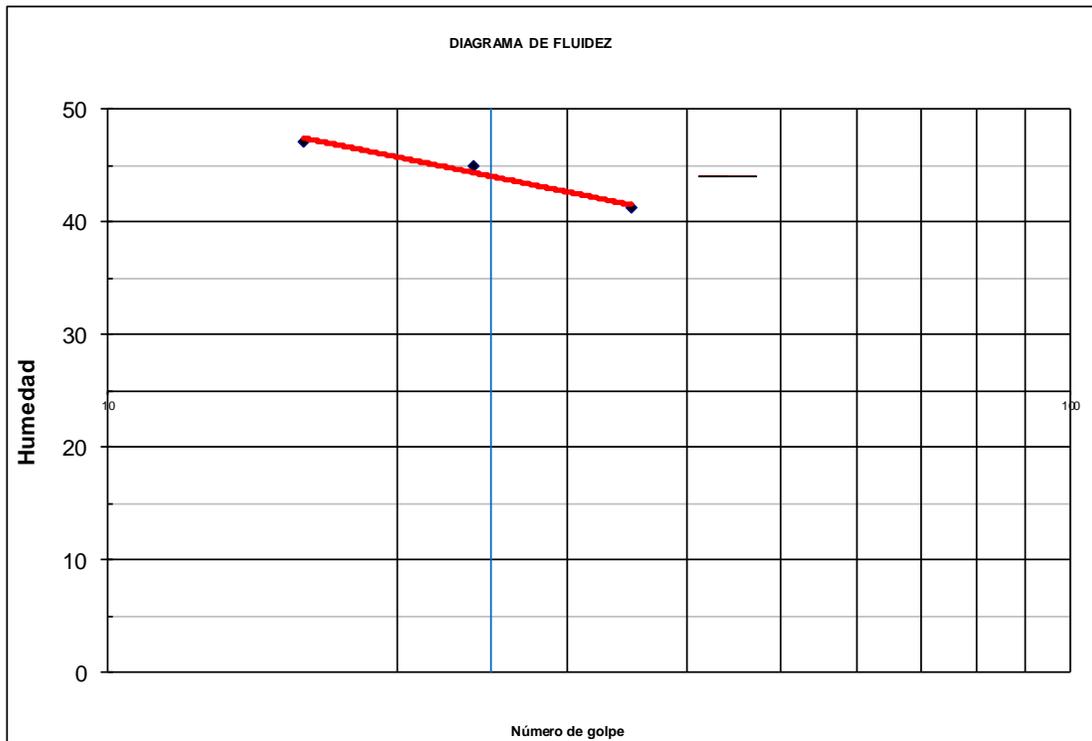


CALICATA 04

LIMITES DE CONSISTENCIA

Obra	: DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018
Solicitante	: SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES
Ubicación	: OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD
Fecha	: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019
Calicata	: PC 04
Tipo de suelo	Arena Limosa

Muestra						
Límites de Consistencia	Límite Líquido			Límite Plástico		
Nº de golpes		16	24	35	-	-
Peso tara	(g)	20.27	20.21	21.35	21.32	20.36
Peso tara + suelo húmedo	(g)	32.59	33.47	35.29	24.29	24.01
Peso tara + suelo seco	(g)	28.64	29.36	31.22	23.53	23.20
Humedad %		47.19	44.92	41.24	34.21	28.52
Límites					44.03	31.36
Índice Plástico					12.67	





CALICATA 05

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Obra : DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018

Solicitante : SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES

Ubicación : OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD

Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019

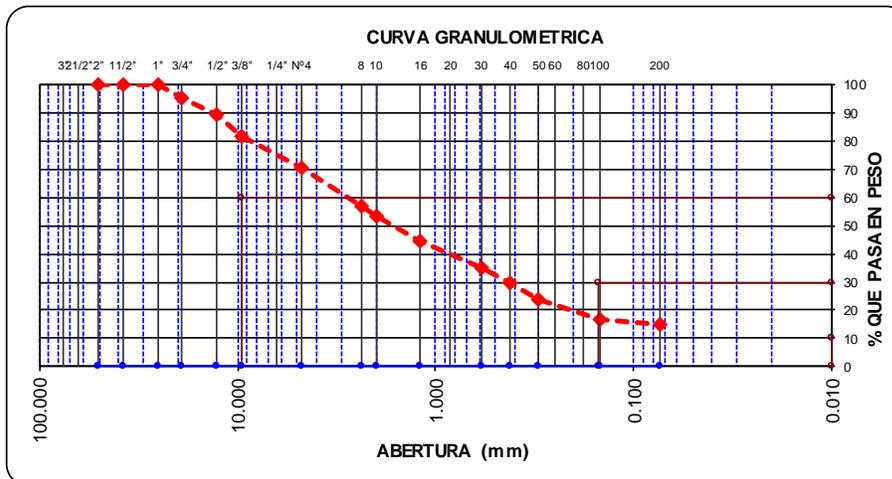
Calicata : PC 05

Tipo de suelo : Arena Limosa

Peso de muestra seca : 810.0

Peso de muestra lavada : 121.6

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	Límites Superior Inferior
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00	
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00	
3/4"	19.050	39.10	4.8	4.8	95.17	
1/2"	12.700	45.90	5.7	10.5	89.51	
3/8"	9.525	63.75	7.9	18.4	81.64	
Nº4	4.760	92.00	11.4	29.7	70.28	
Nº8	2.380	107.56	13.3	43.0	57.00	
Nº10	2.000	28.05	3.5	46.5	53.54	
Nº16	1.190	71.86	8.9	55.3	44.66	
Nº30	0.590	75.86	9.4	64.7	35.30	
Nº40	0.420	44.12	5.4	70.1	29.85	
Nº50	0.300	49.23	6.1	76.2	23.77	
Nº100	0.149	58.57	7.2	83.5	16.54	
Nº200	0.074	12.45	1.5	85.0	15.01	
< Nº200		121.55	15.0	100.0	0.00	
Total		810.00				



Límites e Índices de Consistencia

L. Líquido	: 43.13
L. Plástico	: 27.31
Ind. Plástico	: 15.82
Clas. SUCS	: SM
Clas. AASHTO	: A-2-7 (0)

HUMEDAD NATURAL

Sh + Tara	: 239.5
Ss + Tara	: 230.5
Tara	: 34.6
Peso Agua	: 9.0
Peso Suelo Seco	: 195.9
Humedad(%)	: 4.59

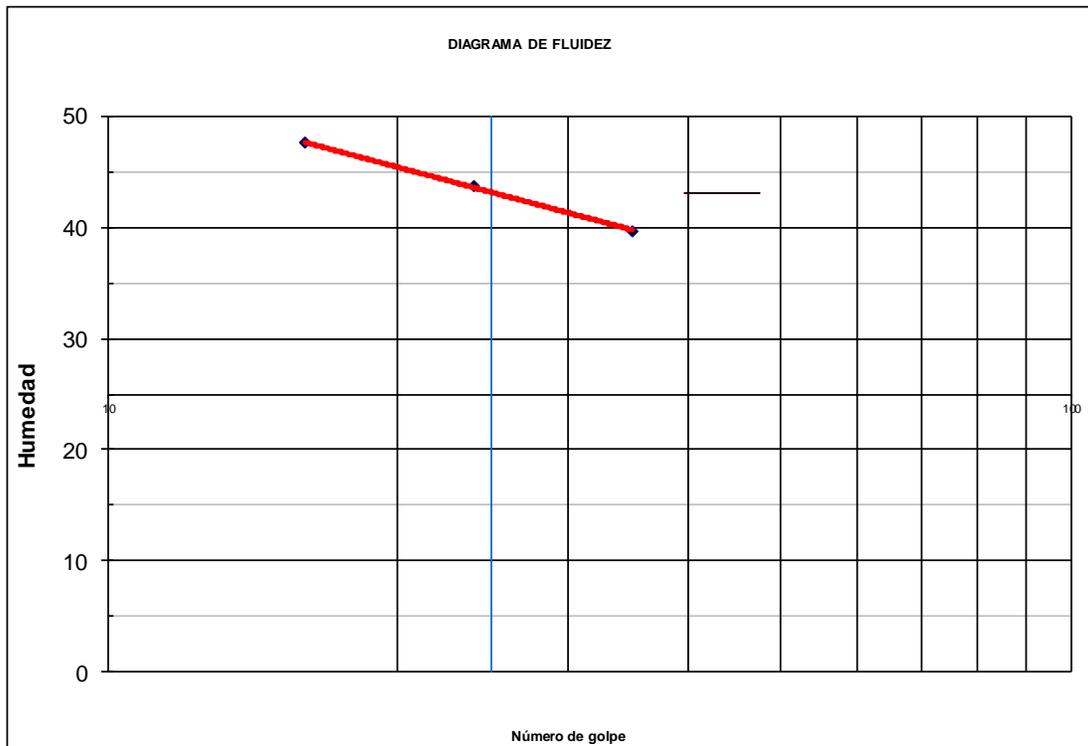


CALICATA 05

LIMITES DE CONSISTENCIA

Obra	: DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018
Solicitante	: SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES
Ubicación	: OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD
Fecha	: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019
Calicata	: PC 05
Tipo de suelo	: Arena Limosa

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico	
Nº de golpes	16	24	35	-	-
Peso tara	(g) 20.40	20.04	21.20	21.24	20.36
Peso tara + suelo húmedo	(g) 32.50	33.30	35.10	24.05	23.84
Peso tara + suelo seco	(g) 28.60	29.27	31.15	23.45	23.09
Humedad %	47.56	43.66	39.70	27.15	27.47
Límites				43.13	27.31
Índice Plástico				15.82	





CALICATA 06

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Obra : DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018

Solicitante : SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES

Ubicación : OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD

Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019

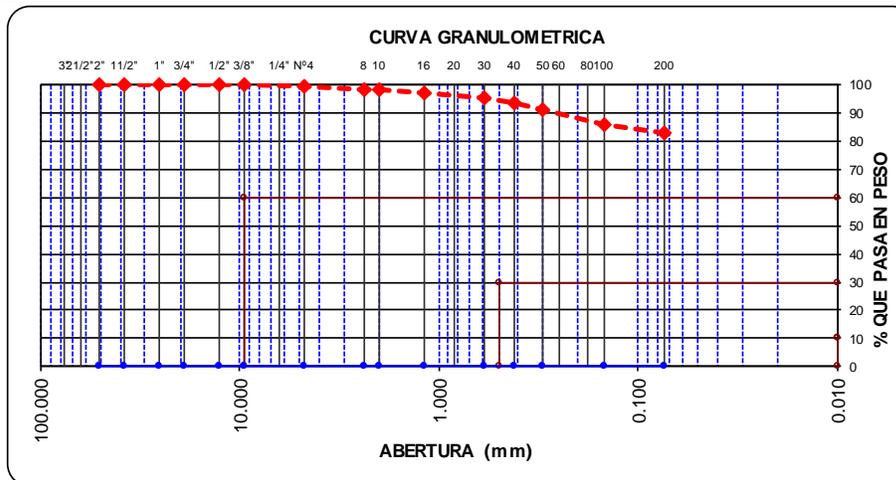
Calicata : PC 06

Tipo de suelo : Arena Limosa

Peso de muestra seca : 586.8

Peso de muestra lavada : 487.2

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
						Límites	
						Superior	Inferior
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00		
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00		
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00		
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00		
Nº4	4.760	2.45	0.4	0.4	99.58		
Nº8	2.380	6.10	1.0	1.5	98.54		
Nº10	2.000	1.60	0.3	1.7	98.27		
Nº16	1.190	6.90	1.2	2.9	97.09		
Nº30	0.590	12.00	2.0	5.0	95.05		
Nº40	0.420	8.95	1.5	6.5	93.52		
Nº50	0.300	12.50	2.1	8.6	91.39		
Nº100	0.149	33.20	5.7	14.3	85.74		
Nº200	0.074	15.90	2.7	17.0	83.03		
< Nº200		487.20	83.0	100.0	0.00		
Total		586.80					



Límites e Índices de Consistencia

L. Líquido	: 43.50
L. Plástico	: 22.80
Ind. Plástico	: 20.70
Clas. SUCS	: CL
Clas. AASHTO	: A-7-6 (13)

HUMEDAD NATURAL

Sh + Tara	: 223.7
Ss + Tara	: 215.2
Tara	: 35.6
Peso Agua	: 8.4
Peso Suelo Seco	: 179.6
Humedad(%)	: 4.70

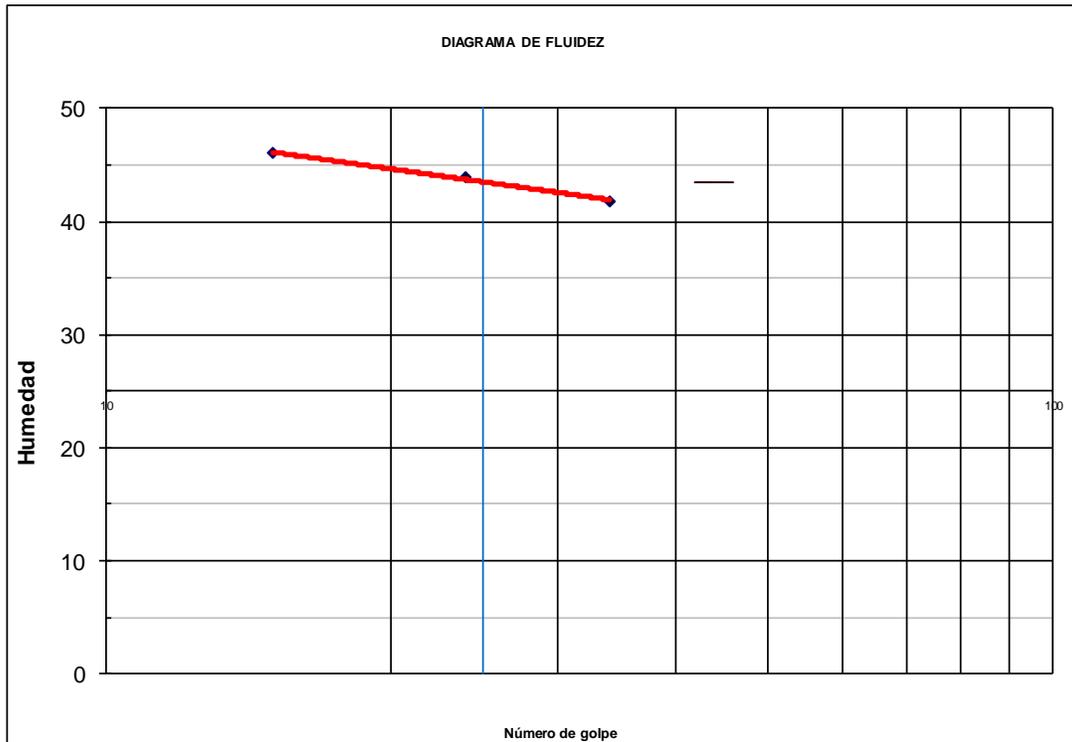


CALICATA 06

LIMITES DE CONSISTENCIA

Obra	: DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018
Solicitante	: SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES
Ubicación	: OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD
Fecha	: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019
Calicata	: PC 06
Tipo de suelo	: Arena Limosa

Muestra								
Límites de Consistencia	Límite Líquido			Límite Plástico				
Nº de golpes		15	24	34	-	-	-	-
Peso tara	(g)	15.94	19.79	23.44	20.86	22.90	22.41	
Peso tara + suelo húmedo	(g)	34.40	38.66	42.02	24.32	26.68	25.70	
Peso tara + suelo seco	(g)	28.58	32.90	36.54	23.68	25.99	25.08	
Humedad %		46.04	43.94	41.81	22.70	22.33	23.38	
Límites					43.50			22.80
Índice Plástico					20.70			





CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

(NORMA MTC - E219)

Obra : DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018
Solicitante : SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES
Ubicación : OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019
Calicata : PC 01
Tipo de suelo : Arena Arcillo Limosa

SC - SM				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	93.51	93.45	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.6	259.6	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.56	93.56	
PESO DE SAL	GR	0.05	0.11	
PESO DE AGUA	GR	166.04	166.04	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.03	0.07	0.05

SULFATO (SO ₄) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO ₄ < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO ₄ < 0.20	Moderada
0.20 <= SO ₄ <= 2.00	Severa
SO ₄ > 2.00	Muy Severa

NOTA: Los material fueron muestreados en cantera



CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

(NORMA MTC - E219)

Obra : DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018
 Solicitante : SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES
 Ubicación : OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD
 Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019
 Calicata : PC 02
 TIPO DE SUELO: ARENA ARCILLO - LIMOSA

SC - SM				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	93.5	93.5	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.6	259.6	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.56	93.58	
PESO DE SAL	GR	0.06	0.08	
PESO DE AGUA	GR	166.04	166.02	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.04	0.05	0.04

SULFATO (SO ₄) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO ₄ < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO ₄ < 0.20	Moderada
0.20 <= SO ₄ <= 2.00	Severa
SO ₄ > 2.00	Muy Severa

NOTA: Los material fueron muestreados en cantera



CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

(NORMA MTC - E219)

Obra : DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018
Solicitante : SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES
Ubicación : OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019
Calicata : PC 03
TIPO DE SUELO: ARENA ARCILLO - LIMOSA

SC - SM				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	93.51	93.45	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.6	259.6	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.56	93.56	
PESO DE SAL	GR	0.05	0.11	
PESO DE AGUA	GR	166.04	166.04	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.03	0.07	0.05

SULFATO (SO ₄) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO ₄ < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO ₄ < 0.20	Moderada
0.20 <= SO ₄ <= 2.00	Severa
SO ₄ > 2.00	Muy Severa

NOTA: Los material fueron muestreados en cantera



CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

(NORMA MTC - E219)

Obra : DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018
Solicitante : SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES
Ubicación : OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019
Calicata : PC 04
Tipo de suelo : Arena Limosa

SM				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	94.48	94.43	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.63	259.58	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	94.54	94.46	
PESO DE SAL	GR	0.06	0.03	
PESO DE AGUA	GR	165.09	165.12	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.04	0.02	0.03

SULFATO (SO ₄) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO ₄ < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO ₄ < 0.20	Moderada
0.20 <= SO ₄ <= 2.00	Severa
SO ₄ > 2.00	Muy Severa

NOTA: Los material fueron muestreados en cantera



CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

(NORMA MTC - E219)

Obra : DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018
Solicitante : SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES
Ubicación : OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019
Calicata : PC 05
Tipo de suelo : Arena Limosa

SM				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	93.55	93.53	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.6	259.6	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.59	93.54	
PESO DE SAL	GR	0.04	0.01	
PESO DE AGUA	GR	166.01	166.06	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.02	0.01	0.02

SULFATO (SO ₄) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO ₄ < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO ₄ < 0.20	Moderada
0.20 <= SO ₄ <= 2.00	Severa
SO ₄ > 2.00	Muy Severa

NOTA: Los material fueron muestreados en cantera



CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

(NORMA MTC - E219)

Obra : DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018
Solicitante : SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES
Ubicación : OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019
Calicata : PC 06
Tipo de suelo : Arcilla de baja Plasticidad

CL				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	94.48	94.43	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.63	259.58	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	94.56	94.51	
PESO DE SAL	GR	0.08	0.08	
PESO DE AGUA	GR	165.07	165.07	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.05	0.05	0.05

SULFATO (SO ₄) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO ₄ < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO ₄ < 0.20	Moderada
0.20 <= SO ₄ <= 2.00	Severa
SO ₄ > 2.00	Muy Severa

NOTA: Los material fueron muestreados en cantera



PARAMETROS DE LOS SUELOS

OBRA: DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018

UBICACIÓN: OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITA: SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES

FECHA: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019

TIPO DE SUELO: ARENA ARCILLO LIMOSA

DATOS GENERALES:

1) RESULTADOS DE CAMPO Y LABORATORIO

c (kg/cm²) = 0.22
φ(°C) = 12
N/30 golpes = 20

2) CONSTANTE DE BALASTO (Ks)

$K_s = q/St$ kg/cm³

q = Esfuerzo Transmitido

St = Asentamiento

Ks = 1.65 kg/cm³

3) MODULOS DINAMICOS:

E = 5 * (N+15)
N = 20
E = 175 kg/cm²
G = E/2*(1+v)
v = 0.3
G = 67 kg/cm²

4) VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE (Vs)

$V_s = 84 \cdot N^{0.3}$ m/seg

N = 20
Vs = 213 m/seg

7) FORMULA DE PECK,

qa = 2.15 NCw (ton/m²)

N = 20
Cw = 1
qa = 43
Falla Local: q'a = 28.7
37.008

8) Relaciones Fundamentales

8.1 SPT en Arenas

N	Dr (%)	Denominación	φ°
De 0 a 4	De 0 a 15	Muy suelto	De 28 a 28.5
De 4 a 10	De 15 a 35	Suelto	De 28.5 a 30
De 10 a 30	De 35 a 65	Medio	De 30 a 36
De 30 a 50	De 65 a 85	Compacto	De 36 a 41
Mayor 50	De 85 a 100	Muy compacto	De 41 a 46

8.2 SPT en Arcillas

N	qu (kg/cm ²)	Consistencia
Menor 2	Menor 0.25	Muy blanda
De 2 a 4	De 0.25 a 0.50	Blanda
De 4 a 8	De 0.50 a 1.0	Media
De 8 a 15	De 1.0 a 2.0	Semi dura
De 15 a 30	De 2.0 a 4.0	Dura
Mayor 50	Mayor 4	Rígida

9) Valores de consistencia Suelos Arcillosos

LL = 30.38
LP = 13.75
IP = 16.63
w natural = 30.38
CR = (LL - Wnat)/IP = 0
IL = (Wnat - LP)/IP = 1
Cc = 0.009(LL-10) = 0.18342



CALCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE (TEORIA DE BELL/TERZAGHI)

OBRA: DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018
 UBICACIÓN: OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD
 SOLICITA: SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES
 FECHA: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019
 TIPO DE SUELO: ARENA ARCILLO LIMOSA

CIMENTACION CORRIDA:

FORMULA: $q_a = [0.5 \gamma B N_\gamma + c N_c + \gamma D_f N_q] 1/F^\alpha$

Donde:

γ_1 (gr/cm ³) =		1.63
γ_2 (gr/cm ³) =		1.63
B (mts) =		0.60
c =		2.20
Ang. Fricción=	12	
$N_\gamma =$	$tg^5(\theta)$	$\theta = (45 + \text{Ang. Fricción})/2$
$N_c =$	$2tg^3(\theta) + 2tg(\theta)$	
$N_q =$	$tg^4(\theta)$	
Df (mts) =		0.60
F =		3
$N_\gamma =$		1.41
$N_c =$		10.77
$N_q =$		3.29
qa (ton/m²) =	7.82	0.78 kg/cm²

CIMENTACION CUADRADA:

FORMULA: $q_a = [0.42 \gamma B N_\gamma + 1,2 c N_c + \gamma D_f N_q] 1/F$

B (mts) =		1.30
Df (mts) =		1.30
qa (ton/m²) =	9.16	0.92 kg/cm²

ASENTAMIENTOS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

OBRA: DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018

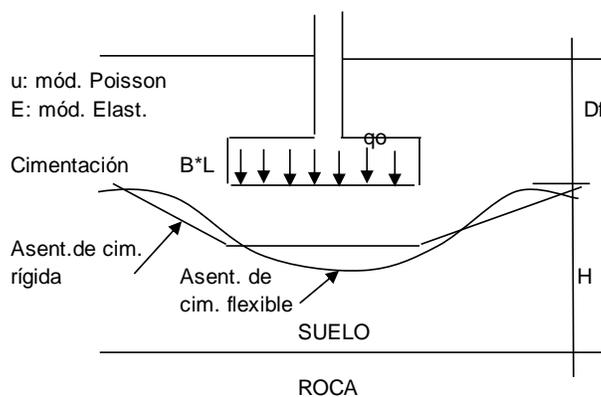
UBICACIÓN: OTUZCO - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITA: SR. YUBER OMAR SALINAS FLORES

FECHA: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2019

TIPO DE SUELO: ARENA ARCILLO LIMOSA

ASENTAMIENTO INMEDIATO (S_e)



Si $D_f = 0$ y $H = \infty$; Cimentación Flexible

$$S_e = \frac{B q_0 (1-u^2) \alpha}{2 E} \quad (\text{Esquina de la cimentación flexible})$$

$$S_e = \frac{B q_0 (1-u^2) \alpha}{E} \quad (\text{Centro de la cimentación flexible})$$

$$S_e = \frac{0.80 B q_0 (1-u^2) \alpha}{E} \quad (\text{Centro de la cimentación rígida})$$

Donde:

$$\alpha = \frac{1}{\pi} \left\{ \ln \left(\frac{(1+m^2)^{1/2} + m}{(1+m^2)^{1/2} - m} \right) + m \ln \left(\frac{(1+m^2)^{1/2} + 1}{(1+m^2)^{1/2} - 1} \right) \right\}$$

$$m = L/B$$

B = ancho de la cimentación E = módulo de Elasticidad

q_0 = esfuerzo transmitido

L = longitud de la cimentación u = módulo de Poisson

PARA LA CIMENTACION CUADRADA PROPUESTA:

B (cm):	130.00
L (cm):	130.00
m :	1
q_0 (kg/cm ²) :	0.92
u :	0.30
E (kg/cm ²):	175
α :	1.12

Se (cm) flex. esq:	0.348
Se (cm) flex. cent:	0.695
Se (cm) rígida Total:	0.556
Sd (cm) diferencial:	0.400
Distorsión Angular:	0.0010



IV. DISCUSIÓN.

En la presente investigación de tipo descriptiva se utilizaron criterios sistemáticos que han permitido poner de manifiesto la estructura y comportamiento del suelo de la parcela El Puquio. El primer paso realizado fue la excavación del terreno consistente en seis calicatas. Para la caracterización, el muestreo consistió en realizar seis calicatas en aproximadamente dos hectáreas de terreno habilitado, a una profundidad de 3 metros. Del material extraído se extrajeron tres muestras alteradas que se colocaron en bolsas negras para posteriormente ser trasladadas al laboratorio del Ing. HUERTAS, de manera que se obtuvieron en total 6 muestras. Con el fin de identificar las muestras extraídas, estas fueron etiquetadas con la fecha de cuando fueron extraídas y la ubicación de donde proviene el material.

Estas muestras en el laboratorio, se efectuaron todos los ensayos normados para los fines requeridos como la humedad, la granulometría, la clasificación SUCS, densidad, etc.

De acuerdo a la exploración realizada, pruebas de campo, ensayos de laboratorio y al análisis efectuado, tenemos los siguientes resultados:

- El terreno en cuestión presenta una capa de material tipo suelo de cultivo contaminado con raíces, hasta la profundidad de -0.30 m. en promedio, subyacente a éste una Arena Arcillo-Limosa de Grano Fino (SC-SM) cementados por finos Arcillosos y Limosos, ésta última capa de potencia indefinida; lo que significa que nuestra cimentación proyectada no sobrepasará el límite de profundidad de 3.00m.

- En este material predominante (SC) se apoyarán las estructuras proyectadas. No se ubicaron aguas freáticas a la profundidad estudiada (-3.00 m.), por lo que se estima que la cimentación estará en la condición semi seca en toda su vida útil a esa profundidad.
- Se realizaron ensayos estándar y especiales de laboratorio, así como de descripción Visual Manual, con la finalidad de conocer propiedades físicas, químicas, mecánicas, hidráulicas y dinámicas del suelo sustentante. El material de apoyo que se desarrolla a partir de -0.30 m desde la superficie del terreno, posee las siguientes características:

Contenido de Humedad Natural	=	1.95 por ciento
Densidad Unitaria	=	1.63 gr. / cm ³
Contenido de Sales	=	0.06 por ciento
Angulo de Fricción Interna	=	12.00 grados
Cohesión	=	0.22 Kg. / cm ²

- Las Capacidades Admisibles de los suelos en estudio, para un asentamiento instantáneo de 0.556 centímetros, considerando cimentaciones corridas y cuadradas es como se indica a continuación:

Tipo de Cimentación	(B) (m)	Df (m)	qa (kg./cm²)
Corrida	0.60	0.60	0.78
Cuadrada	1.30	1.30	0.92



- Los suelos en cuestión poseen insignificante cantidad de sales solubles totales (SST = 0.06 por ciento o 1000 ppm), Por lo que recomendamos utilizar cemento tipo I en el diseño de mezclas para el concreto.
- De acuerdo con la estratigrafía de la zona en estudio, los parámetros de subsuelo ante excitaciones sísmicas, están designados por la siguiente clasificación de acuerdo a las Normas Sismo - Resistentes:

- Perfil del Suelo	S2
- Factor de Suelo	$S = 1.15$
- Zona 4, Factor de Zona	$Z = 0.35$
- Factor de Uso	$U = 1.0$
- TP = 0.6 s	
- TL = 2.0 s	

V. CONCLUSIONES

Con las muestras obtenida se realizó las determinaciones necesarias para poder proceder a su clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

5.1 Se describió las características físicas naturales del suelo de la parcela El Puquio, encontrando un suelo Arcillo – limoso de grano fino.

5.2 Se determinó el contenido de humedad del terreno en la parcela procediendo a su clasificación según el Sistema **AASHTO**: Límite líquido y límite plástico. Se encontró una humedad natural del 1.95%.

5.3 Se determinó la granulometría y el porcentaje de partículas menores que las mallas número 40 y 200, mediante análisis granulométrico por lavado, con un valor de peso retenido de 47.25 y 12.84 respectivamente.

5.4 De acuerdo a las características del suelo encontrado (estratigrafía), se determinó en el terreno de fundación la Capacidad Portante mínima, encontrándose que para cimiento corrido es igual a 0.53 kg/cm², para cimentación cuadrada es igual a 1.21 kg/cm² y para cimentación rectangular es de 1.06 kg/cm².

5.5 El asentamiento máximo determinado para cimiento corrido es igual a 0.23cm, para cimentación cuadrada es igual a 0.77cm y para cimentación rectangular es igual a 0.69cm. en suelo predominante arena arcillo – limoso.

VI. RECOMENDACIONES.

- 6.1** Para las zonas donde no existe estudio de suelo, se recomienda llevar a cabo las evaluaciones necesarias con los estudios correspondientes para conocer las características físicas del terreno, así como la capacidad portante del mismo, ya que muchas de las viviendas se afectarían durante la eventual presencia de un sismo, donde podría haber pérdidas humanas, así como materiales. Se debe tomar las medidas para el caso llevando a cabo un estudio de suelo para conocer las características del suelo donde se pretende intervenir.
- 6.2** Se recomienda a los futuros tesisistas, realizar investigaciones sobre cómo mejorar el suelo en las zonas de riesgo o un método innovador que contemple esta problemática, buscar posibles soluciones en terrenos inestables los que podría ser el causante de los diferentes fenómenos en esta zona.
- 6.3** Se recomienda a la población que al momento de edificar se realice un estudio exhaustivo de los suelos donde se apoyará la estructura, siendo la base para una mejor construcción y de esta manera minimizar los riesgos de edificaciones que colapsan por inestabilidad del terreno o por estructuras deficientes como consecuencia de una mala evaluación y estudio del terreno. De esta manera estaremos evitando en lo posible mayores problemas y se pueden tomar medidas de prevención oportunamente.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Cier Honores , R. J. (2018). *El modelamiento numérico en la resolución de problemas Geotécnicos*. Recuperado el 14 de Abril de 2018, de google.com.pe:
<http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/viewFile/18632/18870>

Cruz Calapuja, Néstor Alejandro , N. r. (20 de mayo de 2016). *Repositorio de tesis*. Obtenido de Universidad Andina Néstor Cáceres Velásque:
<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/594/browse?value=Cruz+Calapuja%2C+N%C3%A9stor+Alejandro&type=author>

Hernán Ernesto Aguirre Castro, H. E. (16 de mayo de 2007). *Estudio geotécnico y solución a nivel de ingeniería básica en el km. 484 oleoducto Norperuano*. Obtenido de Universidad de Piura:
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1346/ICI_159.pdf?sequence=1

Jaramillo, D. F. (2002). *¿Que se entiende por Suelo? Introducion a la Ciencia del Suelo*, 07.

LEZAMA LEIVA, J. (Setiembre de 2015). *Estudio de Suelos_modelo*. Obtenido de scribd:
<https://es.scribd.com/document/352546989/Estudio-de-Suelos-modelo>

Moreno Ramón, H. (2010). EL COLOR DEL SUELO. *RiuNet -UPV*, 04-05.

Nieto, S. (2012 de Noviembre de 2012). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/-ihbctkpyqaq/color-del-suelo/>

Osorio, S. (01 de Noviembre de 2010). *Apuntes de Geotecnia con Enfasis en Laderas*. Obtenido de
<http://geotecnia-sor.blogspot.com/2010/11/consistencia-del-suelo.html>



Porto, J. P. (2012). *Definición de* . Obtenido de <https://definicion.de/turba/>

Rodríguez Suárez, G. L. (2018). Textura. En G. L. Rodríguez Suárez, *Determinación de las características físicas y mecánicas del suelo para implantación de edificaciones de categoría baja, ciudadela Bellavista ciudad Jipijapa* (pág. 06). Ecuador.

Rodriguez Zuarez, G. R. (2018). *características físicas y químicas del suelo*.

Suárez, G. L. (2018). Textura. En G. L. Suárez, *Determinación de las características físicas y mecánicas del suelo para implantación de edificaciones de categoría baja, ciudadela Bellavista ciudad Jipijapa* (pág. 06). Ecuador.

Universidad Nacional de Colombia. (2014). *Agencia de Noticias*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/>

Vera, H. (junio de 2011). *Ingeniero Civil, especialista en mecánica de suelos*. Recuperado el 12 de Abril de 2018, de linked in: <https://cl.linkedin.com/in/h%C3%A9ctor-vera-0b593224>

Villalaz, C. C. (2004). *Principales Tipos de Suelo*. Mexico: Limusa.

ANEXOS

Anexo 1:

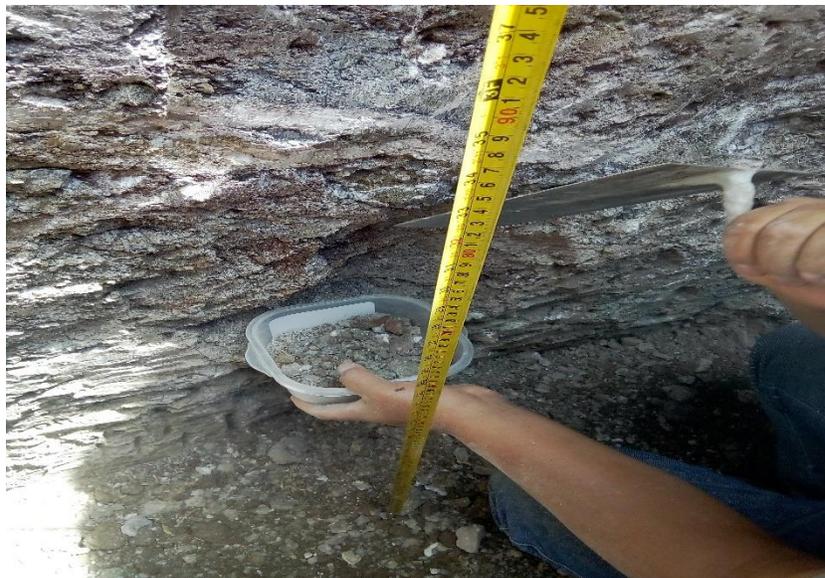
REGISTRO FOTOGRÁFICO de las calicatas para la descripción del suelo de la parcela El Puquio en el caserío Pichampampa, carretera a Barro Negro.

CALICATA PC 01



Calicata N° 01: Excavación y extracción de muestras de suelo para ser analizadas en laboratorio.

CALICATA PC 02



Calicata N° 02: Excavación y extracción de muestras de suelo para ser analizadas en laboratorio.

CALICATA PC 03



Calicata N° 03: Excavación y extracción de muestras de suelo para ser analizadas en laboratorio.

CALICATA PC 04



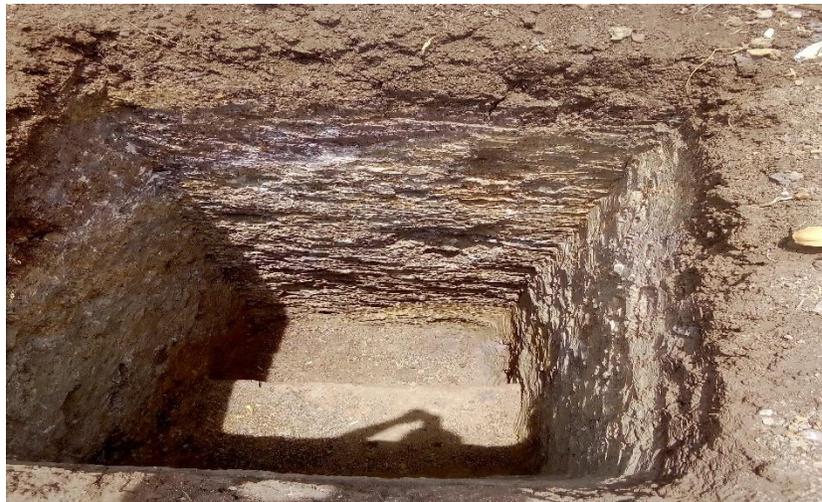
Calicata N° 04: Excavación y extracción de muestras de suelo para ser analizadas en laboratorio.

CALICATA PC 05



Calicata N° 05: Excavación y extracción de muestras de suelo para ser analizadas en laboratorio.

CALICATA PC 06



Calicata N° 06: Excavación y extracción de muestras de suelo para ser analizadas en laboratorio.

REGISTRO FOTOGRÁFICO del trabajo de laboratorio para la descripción del suelo de la parcela El Puquio en el caserío Pichampampa, carretera a Barro Negro.



Foto N° 01: Muestras de suelo analizadas en el laboratorio.



Foto N° 02: Procedimiento del análisis en laboratorio.



Foto N° 03: Trabajando con las muestras de suelo en el laboratorio.



Foto N° 04: Usando el horno para secar la muestra en el laboratorio.



Anexo 2:

GUIA DE OBSERVACION N° 01.

ENSAYO:			
CONTENIDO DE HUMEDAD		NTP.	
		NORMA: 339.127	
FECHA DE MUESTREO:			
MUESTREO POR:			
CHEQUEADO POR:			
OBSERVACIONES:	UBICACIÓN: C1	UBICACIÓN: C1	UBICACIÓN: C1
	ESTRATO : E1	ESTRATO : E2	ESTRATO : E3
profundidad (m)			
n° de deposito			
peso muestra humeda + tara.(gr)			
peso muestra seca + tara.(gr)			
peso del agua retenida (gr)			
peso de la tara (gr)			
peso de la muestra seca(gr)			
contenido de humedad(%)			

(Fuente: tabla de laboratorio UNIVERSIDAD DE SIPAN)



GUIA DE OBSERVACION N° 02

REGISTRO DE SONDAJE DE SUELO NTP. 339 150.

Ubicación: _____

Fecha: _____

ESC	Prof. (m)	Esp.(mts)	Naturaleza del terreno	SUCS	SÍMBOLO
-----	--------------	-----------	------------------------	------	---------

CALICATA C1 (100.00)

1	- 0.10	0.10			
	- 0.40	0.30			
	1.30	0.90			
2	- 1.80	0.50			
	- 3.00	1.20			
3					

(Fuente: tabla de laboratorio HUERTAS INGINIEROS SAC)

GUIA DE OBSERVACION N° 03



LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339. 129)

LL	LP	LC	IP
%	%	%	%

LIMITE LÍQUIDO.

ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo				
Tara + suelo seco				
Agua				
Peso de la tara				
Peso del suelo seco				
% de humedad				
N° de golpes				
LIMITE	%			

(Fuente: tabla de laboratorio HUERTAS INGINIEROS SAC)

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo				
Tara + suelo seco				
Agua				
Peso de la tara				
Peso del suelo seco				
% de humedad				
LIMITE	%			

(Fuente: tabla de laboratorio HUERTAS INGINIEROS SAC)



GUIA DE OBSERVACION N° 04

GIA DE OBSERVACION DE GRANULOMETRÍA NTP. 339. 134

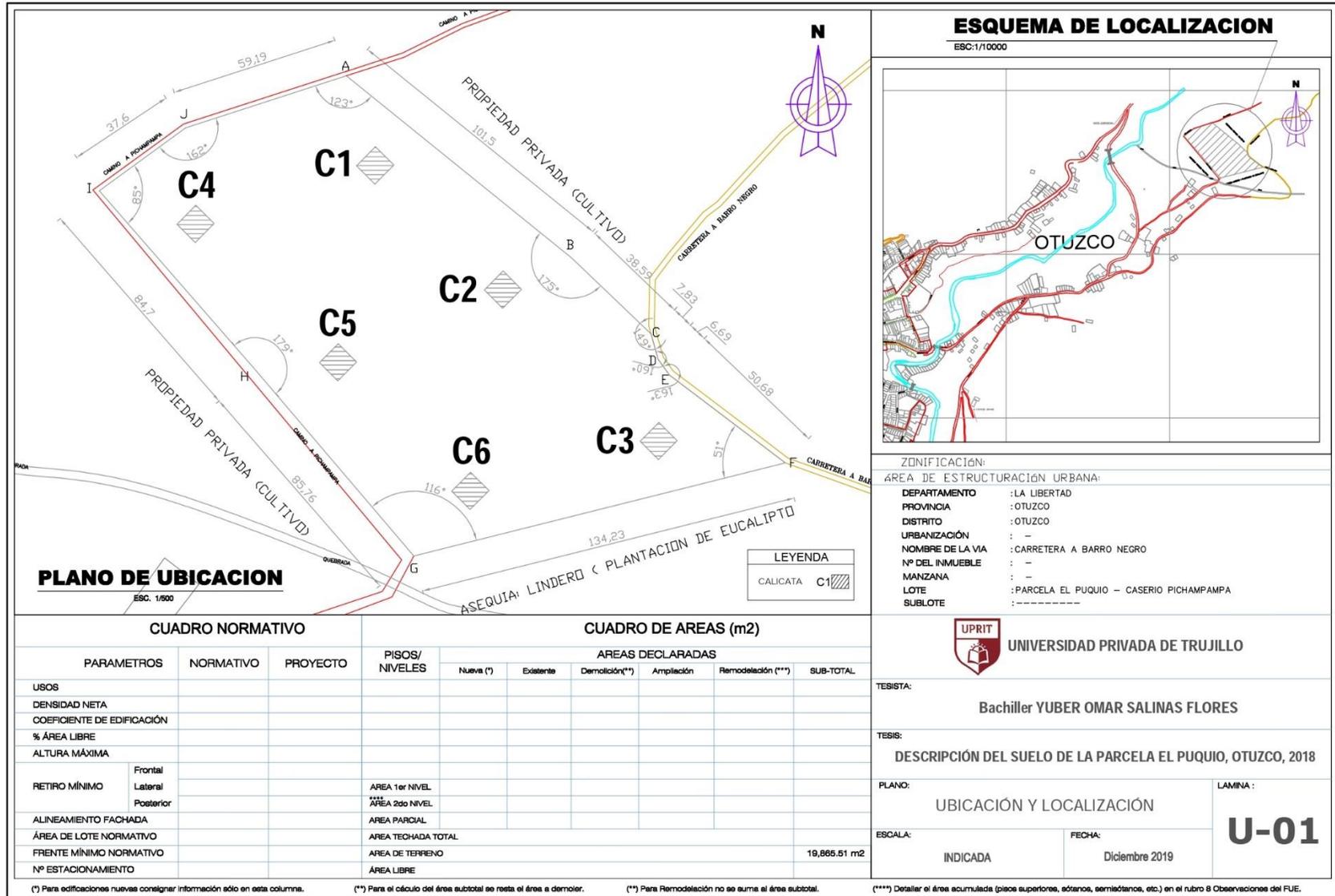
Realizado por:	POTENCIA :
Chequeado por :	
CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN SUCS	
Ubicación:	
Estrato:	
Porcentaje que pasa la malla n° 200:	
Porcentaje que pasa la malla n° 4:	
Limite liquido:	
Limite plástico:	
Índice de plasticidad:	
Tipo de suelo según su granulometría:	
Tipo de símbolo:	
Tipo de suelo:	
Suelo:	
Características de suelo:	

Fuente: tabla de laboratorio UNIVESIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.



Anexo 3:

PLANO DE LAS CALICATAS EN LA PARCELA EL PUQUIO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

TESISTA: **Bachiller YUBER OMAR SALINAS FLORES**

TESIS: **DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE LA PARCELA EL PUQUIO, OTUZCO, 2018**

PLANO: **UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN** LAMINA: **U-01**

ESCALA: **INDICADA** FECHA: **Diciembre 2019**