



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Efectos del grado de saturación en la capacidad portante de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno – 2021”

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

AUTOR:

Machaca Machaca, Luis Eduardo (ORCID: 0000-0002-4922-1192)

ASESOR:

Mg. Benites Zuñiga, Jose Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

A quien nos cuida en estos momentos difíciles de la pandemia, a nuestro divino Dios por cuidarme a mí, a mi madre y a toda mi familia.

Por haberme guiado hasta aquí, con mucho cariño a mi tía María y a mi tío Zacarías, que siempre me apoyaron.

A la pequeña Daniella, que llegó a este mundo en el momento oportuno y que fue el motor principal para realizar el presente trabajo.

Al Ing. José Luis por compartir sus conocimientos para la elaboración del presente trabajo.

Agradecimiento

Agradezco a mi madre, quien fue la persona que me apoyó incansablemente e incondicionalmente en todo momento para salir adelante.

Agradezco a mi tía María y a mi tío Zacarias por haberme apoyado en mis estudios y por haberme inculcado valores.

Agradezco a mi primera casa de estudios – UANCV, por haberme permitido concluir mis estudios de Pre grado en la Escuela Académico profesional de Ing. Civil

Índice de contenidos

Caratula

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen

Abstract

I.	Introducción	3
II.	Marco teórico	9
III.	Metodología.....	23
3.1.	Tipo y diseño de investigación	23
3.2.	Variables y operacionalización.....	26
3.3.	Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis 26	
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.5.	Procedimientos	30
3.6.	Método de análisis de datos.....	30
3.7.	Aspectos éticos	31
IV.	Resultados.....	32
V.	Discusión	42
VI.	Conclusiones.....	47
VII.	Recomendaciones.....	49
VIII.	Referencias	50
IX.	Anexos	53

Índice de tablas

Tabla 1: Nivel de confiabilidad de la muestra	28
Tabla 2: datos para el control del grado de saturación (S%).....	34
Tabla 3: Formulas básicas para el control del grado de saturación	34
Tabla 4: Tabla de grados de saturación y volúmenes de agua necesario.....	35
Tabla 5: carga ultima obtenida mediante el ensayo de Corte Directo	37
Tabla 6: carga ultima obtenida mediante el ensayo de Compresión no Confinada	38
Tabla 7: Asentamiento para diferentes grados de saturación	40

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Desprendimiento del cerámico a causa del empuje del suelo.....	5
Figura 2: Consolidación notoria del suelo	5
Figura 3: mapa departamento de Puno.....	32
Figura 4: Ubicación de la Urbanización Aziruni 2ª etapata del C.P. Jallihuaya	32
Figura 5: lugar de ubicación de las calicatas de exploración.....	33
Figura 6: calicatas de exploración	33
Figura 7: toma de muestras inalteradas	33
Figura 8: Uso de gata hidráulica para el remoldeo	36
Figura 9: Especímenes premoldeados.....	36
Figura 10: Extracción de especímenes	36
Figura 11: Ensayo de corte directo.....	36
Figura 12: Variación de la carga ultima según el grado de saturación (Corte Directo).....	37
Figura 13: Tallado de muestra inalterada para el ensayo de Compresión no Con.38	
Figura 14: Especimen después del ensayo.....	38
Figura 15: Variación de la carga ultima según el grado de saturación (Compresión no Confinada).....	38
Figura 16: Colocado del espécimen al molde de consolidación	40
Figura 17: Saturación y colocado de cargas a los especímenes.....	40
Figura 18: Asentamientos del suelo según su grado de saturación	41
Figura 19: Q_{adm} obtenidas por Choque (2019), en su investigación	44
Figura 20: Q_{adm} obtenido por Lima, et al. (2015) en su investigación.....	44
Figura 21: Q_{adm} obtenido por Andino, et al. (2017) en su investigación	45
Figura 22: Cargas ultimas admisibles obtenidas mediante el ensayo de Compresión no Confinada.....	45
Figura 23: Cargas ultimas admisibles obtenida mediante el ensayo de Corte Directo.....	45

Resumen

El objetivo General del presente trabajo de investigación es, Determinar el efecto del grado de saturación en la capacidad portante de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno – 2021; para lo cual la metodología utilizada es de tipo aplicada de diseño experimental – cuasiexperimental debido a la manipulación de variables independientes para cuantificar su incidencia en las variables dependientes, la mencionada cuantificación cataloga a la investigación con un enfoque cuantitativo; la población tomada en cuenta fueron de 03 calicatas de exploración y la muestra considerada 01 calicata, obteniendo como resultados que la capacidad de carga ultima admisible mínimo es de 0.62 Kg/cm^2 , el cual fue obtenida con el ensayo de corte directo, también se obtuvo 1.916 cm de asentamiento máximo que podría soportar el suelo antes de que ocurra una falla local o por punzonamiento; finalmente concluyendo que, tanto en la capacidad de carga ultima admisible del suelo como en el asentamiento de los suelos, el agua si interfiere, en tal sentido es muy importante considerar el grado de saturación en los ensayos de suelos para el cálculo de las cargas ultimas admisibles de los suelos como en el cálculo de los asentamientos.

Palabras Claves: Carga, Admisible, critico, saturación y Suelo.

Abstract

The General objective of this research work is to determine the effect of the degree of saturation on the bearing capacity of lake soils in areas of urban expansion, Puno - 2021; For which the methodology used is of an applied type of experimental design - quasi-experimental due to the manipulation of independent variables to quantify their incidence in the dependent variables, the aforementioned quantification classifies the research with a quantitative approach; the population taken into account were 03 exploration pits and the sample considered 01 pits, obtaining as results that the minimum admissible ultimate load capacity is 0.62 Kg / cm², which was obtained with the direct cut test, it was also obtained 1,916 cm of maximum settlement that the soil could support before a local or punching shear failure occurs; finally concluding that, both in the final admissible load capacity of the soil and in the settlement of the soils, the water does interfere, in this sense it is very important to consider the degree of saturation in the soil tests for the calculation of the ultimate loads admissible soils as in the calculation of settlements.

Keywords: Load, Allowable, Critical, Saturation and Soil.

I. Introducción

La investigación de la capacidad portante de los suelos, tuvo sus inicios con el ingeniero Ludwig Prandtl aproximadamente en los años de 1920 a 1953, fue un ingeniero físico alemán especializado en la teoría de aerodinámica y el comportamiento mecánico de los materiales, el ingeniero Prandtl resolvió un problema para una cimentación de longitud infinita y ancho B, la cimentación se dio sobre un terreno muy arcilloso que demostró que tenía el ángulo de fricción muy baja casi despreciable, mientras que el ingeniero Terzaghi en el año de 1943 aproximadamente, tomando en cuenta las consideraciones de Prandtl propuso una fórmula muy sencilla pero con las bases y teorías fundamentales de la mecánica de suelos para el cálculo de carga última en una cimentación; Veinte años después en 1961 el ingeniero Hansen logró mejorar la fórmula de Terzaghi, propuso una fórmula que incluye los principios básicos de la fórmula de Terzaghi, esta nueva fórmula incluye los efectos que pudiera causar la forma de la cimentación, también tomó en cuenta la profundidad e inclinación de las zapatas, el ingeniero Hansen propuso una fórmula de mayor rango de aplicabilidad. El ingeniero Vesic en el año de 1963 realizó varias pruebas de para el cálculo de capacidad de carga última, sus ensayos lo realizaron sobre placas circulares y rectangulares soportadas por arena a varias densidades relativas de suelos compactados.

Investigaciones recientes proporcionan algunos resultados de pruebas para la capacidad de carga. Estas pruebas se realizaron utilizando placas cuadradas y circulares con B variando entre 6 y 12 pulg. Ante la amenaza eventual de los valores de la capacidad de carga tomados empíricamente, pueden producir colapsos de las estructuras, así como también asentamientos diferenciales por el desconocimiento del tipo de suelo (Cerato, *et al.* 2006).¹

Realizando investigaciones haciendo el uso de Internet, encontramos como realidad problemática internacional a la ciudad de México, en esta ciudad se Hundió 50

¹ (FERNÁNDEZ Gálvez, 2015)

centímetros al año el suelo, (Revela un estudio). Un estudio reciente realizado por Advancing Earth and Space Science llega a la conclusión que, como consecuencia de la extracción de agua de los mantos subterráneos, la Ciudad de México se hunde a ritmos incontenibles en las últimas décadas; también destaca que ésta no es la primera vez en la historia que se registra el hundimiento de la ciudad. Por el contrario, los datos disponibles que datan desde hace 115 años, han sido comparados con la información de GPS recopilada desde hace 24 años. Los principales responsables en la actualidad de este fenómeno son el drenaje excesivo de acuíferos subterráneos, y la agregación de las capas de arcilla sobre las que ésta descansa.²

También por otro lado tenemos al país de Ecuador, Detectan 32 viviendas afectadas por Hundimientos en Ecuador; Técnicos del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (Sngre), en conjunto con personal de la Gobernación del Azuay, Municipio de Chordeleg, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (Miduvi) y otras autoridades realizaron un recorrido por la parroquia Delegsol. En estos días allí cunde la preocupación e incertidumbre debido a un hundimiento de la tierra ocasionado por acumulación de agua subterránea.³

En el Perú principalmente las cimentaciones de las casas se asientan por el grado de saturación, que con causadas principalmente por las aguas pluviales y las cuales no son drenadas o evacuadas; en Áncash: intensas lluvias desbordan riachuelos e inundan varias viviendas y calles; Varias calles y viviendas del sector Tacllan Alto, en la ciudad de Huaraz (Áncash), resultaron inundadas como consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales suscitadas, Según el Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER) Áncash, las lluvias también inundaron varias viviendas y la Unidad de Servicios Especiales de la comisaría de Tacllan, ubicadas

² (FISCHER, 2021)

³ (ALVARADO, 2021)

en la urbanización Nueva Esperanza, sector Shaurama y pasaje Santa Rosa en el Sector Tacllan Alto.⁴

Aquí mencionaremos la realidad problemática local; El crecimiento poblacional en el Perú es Inminente y por ende, en la ciudad lacustre de Puno también lo es, y cada nueva familia conformada tiene la necesidad de contar con una vivienda, se ha verificado que las viviendas construidas a las orillas del lago Titicaca, presentan fisuras en muros, encuentro de columnas y vigas; evidentes asentamientos. La principal causa de estos daños a las viviendas se cree que es el grado de saturación que tiene el suelo, y su drenado con el peso de la vivienda, al drenar el agua, el suelo sufre cambios volumétricos que causan el asentamiento y estas son trasferidas a la estructura de la vivienda causando daños.

A continuación, mostramos los daños causados por el asentamiento de los suelos, así como un mal diseño de las cimentaciones⁵.



El problema general a la que el presente estudio está orientado en descubrir es ¿De qué manera afectara el grado de saturación en la capacidad portante de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno 2021?, y de este problema surge otra interrogante al cual se le denominó como el primer problema específico, el cual es ¿De qué manera afectara el grado de saturación en la carga admisible obtenida

⁴ (EL COMERCIO, 2021)

⁵ (CRESPO Villalaz, 1980)

mediante el ensayo de corte directo de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno 2021?, y como el segundo problema específico que tenemos es ¿De qué manera afectara el grado de saturación en la carga admisible mediante el ensayo de compresión no confinada de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno 2021?, pero también se quiso saber si el suelo tiende a consolidarse es por tal razón que el tercer problema específico es ¿De qué manera afectara el grado de saturación en el asentamiento del suelo obtenida mediante el ensayo de consolidación unidimensional de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno 2021?

La justificación teórica que caracteriza al presente estudio es que pretende evidenciar los vicios ocultos que existe en el estudio de suelos, como la notable influencia a largo tiempo del grado de saturación en la capacidad portante del suelo, el grado de saturación cambia las propiedades físicas del suelo lacustre de la Urbanización Aziruni II etapa del centro Poblado de Jallihuaya de la Ciudad de Puno.

En la justificación metodológica el presente estudio se justifica por que proporciona un conjunto de instrumentos y métodos válidos para realizar la prospección de las calicatas de exploración a cielo abierto, la correcta toma de muestras, y realizar los ensayos en laboratorio, asegurara la validez del presente estudio, la certeza de los datos y la confiabilidad del presente estudio.

Así como la justificación técnica el presente estudio justifica que la consideración del grado de saturación en el diseño de cimentación de una edificación es imprescindible, ya que el comportamiento del suelo es óptima cuando el nivel freático se encuentra muy por debajo de ella, y en las temporadas de lluvia con la presencia de las aguas superficiales el suelo es mucho más blando, por ende las propiedades varían es por tal razón creemos que es muy fundamental estudiar en ambos casos, y determinar bien claro cuáles son los cambios que se producen en el suelo.

Y como justificación social El presente estudio se justifica porque, proporcionará datos certeros a los profesionales, técnicos y población en general que desee construir una vivienda en la Urbanización aziruni II etapa, del centro poblado de Jallihuaya, ciudad de Puno. Para que se pueda tener en cuenta de los cambios físicos que presentaría el suelo con la presencia de las lluvias, y según ello realizar el diseño de la cimentación para las viviendas.

La justificación practica del presente estudio se da porque, permitirá solucionar las fisuras en las estructuras y muros de las futuras viviendas circunlacustres de la urbanización Aziruni II etapa; es decir se evitará daños a las futuras viviendas que se construirán, tomando en consideración los cambios físicos que pudiera sufrir el suelo del nivel de desplante.

En el siguiente párrafo mencionaremos los diferentes objetivos como el general y los específicos, el objetivo general que se tiene es de determinar el efecto del grado de saturación en la capacidad portante de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno – 2021; y el primer objetivo específico que se tiene es determinar el efecto del grado de saturación en la carga admisible obtenida mediante el ensayo de corte directo de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno – 2021; el segundo objetivo específico es determinar el efecto del grado de saturación en la carga admisible mediante el ensayo de compresión no confinada de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno – 2021, Y por último el tercer objetivo específico es Determinar el efecto del grado de saturación en el asentamiento del suelo obtenida mediante el ensayo de consolidación unidimensional de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno - 2021.

Ya concluyendo con todos los objetivos específicos a continuación mencionaremos las hipótesis general como los específicos; el hipótesis general que se plantea es que, el grado de saturación afecta significativamente en la capacidad portante de

los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno 2021, el primer hipótesis específico es que el grado de saturación afectara disminuyendo a la carga admisible obtenida mediante el ensayo de corte directo de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno 2021; para el ensayo de corte directo se tuvo como referencia la norma ASTM D-3080⁶, así como también se cumplió rigurosamente la norma AASHTO T236⁷, así mismo el ensayo de corte directo se puso dentro del marco de la Norma Técnica Peruana NTP 339.171⁸. siguiendo con la investigación se formula la segundo hipótesis específico, el cual afirma que el grado de saturación afectara disminuyendo a la carga admisible obtenida mediante el ensayo de compresión no confinada de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno 2021; para realizar los ensayos de compresión no confinada se tuvo en consideración la norma ASTM D2 166-06⁹, así como también se tuvo en consideración la norma AASHTO T-208¹⁰, y siempre en marco de la Norma Técnica Peruana NTP 339.167¹¹. y el tercer hipótesis específico es que el grado de saturación afectara incrementando el asentamientos del suelo obtenida mediante el ensayo de consolidación unidimensional de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno 2021; para el ensayo de consolidación unidimensional se tuvo en referencia la norma ASTM D2435-80¹², así mismo se tuvo en consideración la norma AASHTO T216¹³, y como siempre de ninguna manera se puede obviar la Norma Técnica peruana NTP 339.154¹⁴

⁶ (American Society for Testing and Materials, 2017)

⁷ (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2017)

⁸ (Norma Técnica Peruana, 2019)

⁹ (ASTM D2166-06, 2017)

¹⁰ (AASHTO T-208, 2017)

¹¹ (NTP 339.167, 2019)

¹² (ASTM D2435-80, 2017)

¹³ (AASHTO T216, 1993)

¹⁴ (NTP 339.154, 2017)

II. Marco teórico

En la presente investigación se tiene como antecedente nacional a Choque (2019) cuyo objetivo fue Evaluar y determinar la razón del hundimiento del nivel de desplante de las zapatas y que las mismas probablemente originen los agrietamientos en las viviendas construidas en la bahía – barrio Chanu Chanu de la ciudad de Puno, cuya investigación es de enfoque cuantitativo y nivel Aplicativo, para lo cual el investigador considera como la población de la investigación a todas las viviendas circunlacustres de la ciudad de Puno y la muestra considerada son solamente las viviendas construidas en el barrio Chanu Chanu de la ciudad de Puno, para lo cual la técnica empleada por parte del investigador fue la observación, y los instrumentos de recolección de datos fueron formatos para llenado en campo así como las fotografías y las notas de campo; el investigador tomo muestra de suelos para analizarlas en laboratorio y ver el comportamiento con una sobrecarga; de los ensayos de laboratorio concluyó que es un suelo de alta plasticidad “CH”, y el afirma que ese tipo de suelos es muy riesgoso para las construcciones, que para el diseño de las cimentaciones se debería de considerar el tipo de suelo, mas no solamente los factores de carga del suelo y finalmente concluye que la principal causa para los asentamientos diferenciales de las viviendas de la Urbanización analizada son principalmente originadas por el bajo valor de factores de carga que tienen los suelos en su nivel de fundación y las capacidades portantes varían de 0.270 Kg/cm^2 a 0.512 Kg/cm^2 , los suelos del nivel de fundación son muy blando y finos y que el contenido de humedad es muy alto, y según los resultados de laboratorio se observó que los suelos son de tipo CL, ML y CH.¹⁵

Como segundo antecedente nacional según Lima, *et al.* (2015), cuyo objetivo fue analizar y ver el impacto del asentamiento del suelo a la estructura de una vivienda, si el asentamiento del suelo también puede causar las fisuras en la estructura y debilitarlas, la investigación los llevó en las viviendas de la

¹⁵ (CHOQUE Guzman, 2019)

Urbanización San Valentín de la Ciudad de Puno cuyo tipo de diseño es explicativo con un nivel de investigación cuasi experimental, así mismo la población tomada es la urbanización San Valentín de la ciudad de Puno y la muestra del estudio por notar los daños estructurales se consideró los lotes A-5, E-7 y C-19; para lo cual los instrumentos utilizados fueron el plano catastral de Puno, guía para el estudio de suelos y la toma de muestras, guías para la inspección del nivel freático, manual de ensayos de laboratorio de suelos; con las muestras de suelos tomado de las calicatas se realizaron ensayos de laboratorio para determinar sus capacidades portantes y obteniendo como resultado que para el Lote A-5 el suelo tiene una carga admisible (q_{adm}) de 1.36 kg/cm^2 , y el suelo donde se encuentra construido el lote E-7 tiene una carga admisible (q_{adm}) de 1.66 kg/cm^2 y el suelo donde se encuentra construido el lote C-19 tiene una carga admisible (q_{adm}) de 1.33 kg/cm^2 ; también el investigador realizó el metrado de cargas y el calculo de la trasferencia de cargas a la cimentación, obteniendo como resultado que la carga trasferida por la estructura al suelo ($q_{trabajo}$) es de 0.37 Kg/cm^2 , y realizando la comparación de las cargas admisibles de los suelos de fundación con las cargas de trabajo se comprobó que $q_{trabajo} \leq q_{adm}$; con esta verificación se puede afirmar que los daños que causaron a las estructuras de las viviendas tomadas como muestra del estudio son a causa de los asentamientos inmediatos que sufrió el suelo, es decir que al momento de la construcción no realizaron la compactación adecuada del suelo, este suelo esta formado por los rellenos que son producto de demoliciones de otras construcciones de la ciudad de puno, a lo que concluye que los rellenos deben de ser debidamente compactados antes de construir las viviendas.¹⁶

Como tercer antecedente nacional según Pacompia, *et al.* (2016), cuyo objetivo fue evaluar y determinar las causas del ¿Por qué se originan las fisuras en las estructuras de la construcción de terminal terrestre? que esta ubicado a las orillas del lago, para lo cual asumió que la causa principal seria el mal uso del suelo y decide realizar los ensayos de laboratorio para caracterizar el tipo de

¹⁶ (LIMA Choquehuayta, y otros, 2015)

suelo y sus características mecánicas, así como determinar ¿Cuál es el comportamiento del suelo con una sobrecarga?; cuyo tipo de diseño de investigación es causal con enfoque cuantitativo, método deductivo y el nivel de investigación aplicativo - técnico; así mismo tomando como población del estudio al área donde se encuentra construido la Universidad Nacional del Altiplano, también se tomó como población a todas las viviendas de la Av. Costanera al cual también pertenece el Barrio Porteño, es en el barrio Porteño donde se encuentra construido el terminal terrestre de la ciudad de Puno; y la muestra para la investigación fue todo el área donde la población trae rellenos que consiste en materiales extraídos de demoliciones y excavaciones, esta área es aproximadamente 1 hectárea cuadrada; así mismo los instrumentos utilizados fueron las entrevistas, observaciones, guías de exploración de calicatas a cielo abierto, guías de ensayos de laboratorio de suelos; obteniéndose como resultado que hasta una altura de 2.08m son rellenos proveniente de residuos de construcciones de la ciudad de Puno y que se encuentran mal compactadas, llegando así a la conclusión de que el terminal de Puno se encuentra construido sobre rellenos que nunca fueron compactados, y ese proceso de rellenar no es recomendable para ningún tipo de construcción, tampoco nunca consideraron que el agua ascendería a los rellenos por capilaridad y que todo el tiempo lo mantendría saturado, lo que el investigador propone es que en el lugar de la construcción debieron de realizar el enrocado para mejorar la capacidad portante y que también cumpla la funcionalidad de drenaje subterráneo.¹⁷

Y como cuarto antecedente nacional se tiene a Espinoza, *et al.* (2019) cuyo objetivo general es evaluar de una manera técnica y estimar el costo que demandaría los trabajos de mejoramiento de suelos finos para así diseñar una cimentación para las edificaciones, para mejorar la capacidad portante se propone el método de Compactación Dinámica, cuyo tipo de investigación es Descriptivo y Correlacional con un nivel de investigación Inductivo; se tiene como

¹⁷ (PACOMPIA Flores, y otros, 2016)

población los diferentes tipos de ensayos de laboratorio, y como muestra los ensayos realizados exclusivamente dentro del sub lote 5, el terreno es rustico y no tiene alteraciones del suelo, el lugar es denominado por los pobladores del lugar como San Javier Alto. Para llegar al lugar se viaja de Lima por la carretera Panamericana Sur hasta llegar al Km 62 donde se encuentra ubicado el Distrito de Chilca que pertenece a la Provincia de Cañete del Dpto. de Lima; para la investigación se tuvo como instrumentos las normas técnicas para ensayos de laboratorio y suelos, de los ensayos realizados el investigador obtuvo resultados que muestra asentamiento primario, el asentamiento primario es elástico y pudo comprobar que es hasta de una altura de 6.8 cm, esto indica que el asentamiento es mayor que lo que indica el Reglamento Nacional de Edificaciones, el investigador concluye que la técnica de compactar el suelo mediante la compactación dinámica (C.D.) es una técnica adecuada y muy eficiente por la forma de proceder para la compactación del suelo, además es muy económica, en general esta forma de mejorar la capacidad portante del suelo son para terrenos masivos, grandes extensiones de terrenos, con este tipo de trabajo se logra mejorar significativamente las propiedades geotécnica de los suelos, principalmente la capacidad portante y así reduce de manera eficiente los asentamientos del suelo.¹⁸

También se tiene a Ravinez (2017) cuyo objetivo general es determinar la capacidad portante que podrían tener los suelos en la ciudad de Jose galvez de la provincia de Celendin del departamento de Cajamarca, el investigador determino la capacidad portante realizando los ensayos de DPL y Corte Directo, así mismos el tipo de investigación es cuantitativo con un diseño experimental, el investigador finalmente concluye que existe diferencia entre las capacidades portantes obtenidas mediante cada uno de los ensayos.¹⁹

¹⁸ (ESPINOZA Rodriguez, y otros, 2019)

¹⁹ (RAVINEZ Aliaga, 20017)

Cabe mencionar también la investigación de *Julca* (2018) cuyo objetivo general es determinar en cuanto influye el nivel freático de los suelos en su capacidad portante, esta investigación fue realizado en el sector Cortijo Bajo de la ciudad de Trujillo, la mencionada investigación fue de tipo cuantitativo con un diseño de tipo experimental, el investigador concluye que definitivamente el nivel freático si influye en la capacidad portante de los suelos de tipo arenas, asi mismo se terminó que el contenido de humedad supera al 31% en el mencionado lugar.²⁰

Tambien se tiene la investigación de *Yoomar* (2020), cuyo objetivo principal fue determinar si realmente el nivel freático influye en la capacidad portante del suelo en la Urbanización el Golf Primera Etapa, distrito de Victor Larco Herrera – Trujillo, cuyo tipo de investigación es cuantitativo con un diseño experimental, según los ensayos de laboratorio que realizo finalmente concluye que el nivel freático incide considerablemente de manera negativa en la capacidad portante del suelo determinándose a la vez que el contenido de humedad en dicho lugar es de 14.19% como máximo.²¹

Así mismo podemos mencionar el trabajo desarrollado por *Torres* (2019), Cuyo objetivo principal enmarcado fue determinar la influencia del grado de saturación de los suelos colapsables en la estabilidad de taludes del puerto de Paita-Piura, en el año del 2019, para lo cual su investigacion es de tipo experimental – cuasiexperimental, después de haber realizado los ensayos finalmente puede concluir que el método mas eficiente para la estabilización del suelo estudiado es la pre humectación del material.²²

No podemos dejar de mencionar también a *Olarte y Ureta* (2019), quienes en su trabajo de investigación tuvieron como objetivo principal determinar y cuantificar en cuanto puede influenciar un suelo parcialmente

²⁰ (JULCA Castillo, 2018)

²¹ (YOOMAR Astridkateryne, 2020)

²² (TORRES Rodriguez, 2019)

saturado en la respuesta a una determinada cimentación superficial, el lugar de estudio fue realizado en el lugar denominado Quintanilla pampa, del distrito de Ascension del departamento de Huancavelica, según los trabajos de investigación realizados concluye finalmente que el nivel freático del suelo influye negativamente a la respuesta de una cimentación superficial.²³

En la investigación como antecedente internacional se tiene también a Andino, *et al.* (2017), cuyos objetivos fue evaluar y establecer qué tipo de cimentación superficial sería el mejor en las estructuras construidas en suelos colapsables (turbas), el investigador determinó la vulnerabilidad que presentan estas edificaciones construida en ese tipo de suelos en el país del Ecuador, para lo cual utilizó la Norma Ecuatoriana de la Construcción, en la investigación también logra caracterizar los tipos de fallas que se generan en las edificaciones, que son en los elementos estructurales y tabiquerías, la causa principal de que surjan estas fallas son los asentamientos de los suelos, el tipo de diseño de la investigación es cualitativo con un nivel descriptivo; para lo cual el investigador consideró como la población para la investigación el distrito metropolitano de Quito y cuya muestra está ubicada al extremo sur de Quito y el sector Garrochal; en la cual la técnica utilizada es la evaluación visual basándose en la “Guía técnica del ecuador que usan los ingenieros para la inspección de edificaciones después de un sismo” esta guía es adoptada de la guía realizada por la asociación colombiana de ingeniería sísmica en el mes de mayo del año 2002; así mismo en los resultados de laboratorio del estudio de suelos, se logró verificar que el tipo de suelo de todo el sector turba con alto contenido de humedad entre el 200% y 320%, además de una capacidad portante de 0.10 Kg/cm² y 0.15 Kg/cm² y llegando a la conclusión de que definitivamente después de todo el análisis realizado se ha evidenciado presencia de un daño considerable en elementos estructurales y no

²³ (OLARTE Romero, y otros, 2019)

estructurales en todas las edificaciones las cuales fueron construidas con diferentes tipos de cimentación.²⁴

En la investigación como antecedente Internacional también se tiene a Baque (2017) cuyo objetivo principal es reconocer mediante ensayos de campo y laboratorio las características físicas y mecánicas del suelo y poder plantear el mejor tipo de cimentación superficial para las edificaciones de categoría baja en el sector By Pass – John F. Kennedy de la ciudad de Jipijapa (Ecuador); cuyo tipo de investigación es la metodología aplicada con un nivel descriptivo para lo cual el investigador tomo como población a toda la ciudad de Jipijapa y su muestra es el sector del By Pass – John F. Kennedy, para la investigación se utilizaron como instrumentos las Guías y métodos que permitieron la exploración de campo por métodos directos e indirectos, exploración por sondeos, la medición de las profundidades de estudio y la observación de las características de las muestras; después de realizar los sondeos, el investigador afirma que la consistencia del suelo o la dureza surge cambioina en algunos lugares, no todos los lugares que realizó el sondeo tienen la misma dureza, como también existe lugares donde el suelo tiene resistencia alta al ensayo de penetración estándar, lo que indica que es un suelo muy compactado; y finalmente el investigador concluye que el terreno se mostró rígido en proceso de consolidación sin presencia del nivel freático con buena capacidad de carga, apto para las cimentaciones en las edificaciones de categoría baja; pero no se debe de dejar de tener en cuenta que estos tipos de suelos pueden ocasionar serios problemas si no están bien compactadas ya que son de alta plasticidad y con la presencia de agua se pueden expandir o contraer llegando incluso al agrietamiento y asentamientos de las construcciones.²⁵

²⁴ (ANDINO Zumárraga, y otros, 2017)

²⁵ (BAQUE Parrales, 2018)

En la investigación como antecedente Internacional se tiene a Jimenez, *et al.* (2020) cuyo objetivo general fue observar de qué manera el suelo estudiado incrementa su capacidad portante al extraer una parte del suelo y rellenarlas con material granular de diferentes formas y/o configuraciones geométricas, y a la vez comprobar si el suelo puede soportar a los diferentes tipos de cimentaciones superficiales; cuyo tipo de investigación es cuantitativa con un nivel descriptivo para lo cual se tomó como la población de la investigación y según el plan de desarrollo Urbano de la ciudad de Bogotá, a áreas donde se construirán nuevas viviendas familiares con cimentaciones superficiales, y que estos lugares requieran realizar el mejoramiento del suelo para incrementar la capacidad portante, y la muestra del estudio es el Barrio Lisboa, donde se evidencia claramente que la composición del suelo no es uniforme, en gran parte de la extensión territorial se aprecia suelos de tipo arcilla blanda, y las arcillas blandas tienen muy baja capacidad de carga admisible; para la investigación se utilizaron como instrumento el manual de ensayos de laboratorio de suelos; el investigador procedió a realizar el cambio del material que se encuentra debajo de la cimentación superficial propuesto, que el ancho cambiado sea el doble de la cimentación, tomado en cuenta desde el eje de la cimentación, el investigador refiere en sus referencias que, anchos mayores no incrementa la capacidad de resistencia a las cargas del suelo; Después de haber realizado los procedimientos de la investigación, concluye que, la práctica de reemplazar un suelo de baja capacidad portante o que no está bien compactado, por otro granular con diferentes configuraciones geométricas, definitivamente mejora las características mecánicas, es decir se mejora la capacidad portante del suelo, por consiguiente considera que dicha práctica evitará que exista asentamientos del suelo que originen fisuras en las estructuras de las futuras viviendas que se construirían.²⁶

²⁶ (JIMENEZ Varón, y otros, 2020)

En la investigación como antecedente con Artículo Científico se tiene a García, *et al.* (2016), cuyo objetivo principal fue demostrar que existe permeabilidad en un suelo no saturado a la vez sometido a esfuerzos axiales o deformaciones que se dan con la presencia de estructuras apoyadas en ese suelo, para lo cual utilizó como instrumentos para la investigación las normas vigentes para los ensayos de materiales, específicamente para determinar la granulometría del suelo, para poder determinar el peso específico del suelo, para poder determinar los límites de consistencia, para realizar el ensayo de Proctor estándar, para realizar el ensayo de consolidación unidimensional, el ensayo para poder determinar la capacidad de succión o absorción al agua por parte del suelo; con los ensayos realizados en laboratorio logró determinar la relación del tiempo de consolidación y la variación de los espacios vacíos del suelo saturado; y a la vez pudo comprobar que el tiempo de consolidación del suelo disminuye a medida que el suelo va absorbiendo más humedad, el fenómeno de la consolidación provoca la disminución de la permeabilidad del suelo, disminuyendo el grado de permeabilidad a medida que va aumentando más la consolidación del suelo.²⁷

También como antecedente con artículo científico tenemos a Molina, *et al.* (2018), cuyo objetivo del artículo es realizar un estudio de suelos y así establecer parámetros de consolidación confiables para suelos de clasificación similar, cuya investigación fue de tipo cuantitativo con un nivel descriptivo, para lo cual se tomó como población la ciudad de Cajicá en Colombia, y la muestra es la Universidad Militar Nueva Granada; así mismo para la confiabilidad de los resultados las técnicas de investigación empleadas son: método de primer orden segundo momento, método de estimación puntual y el método de simulaciones de Monte Carlo; en base a los ensayos de laboratorio se identificó que los parámetros de consolidación no presentan datos atípicos es

²⁷ (Relación Entre Tiempo De Consolidación Y Permeabilidad No Saturada En Presas De Tierra, 2016; Relación Entre Tiempo De Consolidación Y Permeabilidad No Saturada En Presas De Tierra, 2016)

decir, todos los datos presentan similitudes, lo que indica que presentan parámetros estadísticos y probabilísticos; concluyendo que el comportamiento de las propiedades de los suelos arcillosos sigue un rango de valores que están acorde con el sentido físico, además se reveló que la magnitud de los asentamientos no es un valor constante, debido a la incertidumbre y variabilidad del suelo de cimentación.²⁸

Mencionamos también la investigación como artículo científico de Dianet, *et al.* (2018) cuyo objetivo fue evaluar la capacidad portante de un Bimsoil (lo cual representa bloques de roca que se encuentran embebidos en una masa de suelo) bajo una cimentación superficial Mediante FEM; para lo cual la población tomada fueron los depósitos de tierra y piedra (coluviales), estos materiales son acumulados durante muchos años producto de la socavación de las partes altas de una cuenca, que estos son arrastradas por la escorrentía de las aguas pluviales, en la mayoría de las veces son materiales sueltos y heterogéneos, combinado con fragmentos de roca intemperizada de distintas formas y rugosidades a esta masa de suelo también se le puede denominar como grado de entrelazamiento, para la investigación se utilizó como instrumentos las guías y manuales de laboratorio de suelos, modelación de la cimentación con elementos finitos (FEM); así mismo se pudo comprobar de los ensayos realizados que, este tipo de suelos mejora su capacidad de carga ultima gracias a las rocas que se encuentran embebidos dentro de ellos, las rocas también restringen a que el suelo pueda deformarse de una manera muy significativa; y finalmente concluye que un deposito coluvial tiene las propiedades mecánicas de disipar los esfuerzos transferidos por una zapata cuadrada que un suelo arcilloso y blando, este mecanismos de disipación de esfuerzos se debe a los bloque de piedra fracturadas y embebidas dentro de la masa del suelo, estos bloques que piedra en el suelo

²⁸ (Variabilidad Espacial Un Suelo Arcilloso Del Sector Sabana Centro Para La Confiabilidad De Asentamientos Por Consolidación Primaria: Caso Estudio Campus Nueva Granada, 2018)

contrarrestan los esfuerzos externos, dependiendo del tamaño y separación entre bloque y bloque se generan efectos de arco.²⁹

Culminando con los antecedentes, damos mención a las teorías, y enfoques conceptuales del presente trabajo de investigación.

En la variable I, el presente tema de infestación tiene como variable independiente al “Grado de Saturación de los Suelos (S_r), el cual es definido en los libros de Mecánica de Suelos como, la relación que hay entre el volumen que ocupa el agua en una muestra de suelo dado, y el volumen total de espacios vacíos de la misma muestra. Siendo “ e_{aire} ” el índice de huecos ocupados por el aire y “ e ” el volumen total de huecos, se tendrá: $S_r = \frac{e_{agua}}{e} * 100$, cuando el suelo está saturado de agua quiere decir que todos los huecos están llenos de agua y por tanto $S_r=100\%$.³⁰ También Se Tiene a Juárez Padillo, quien afirma que se denomina grado de saturación de un suelo a la relación que existe entre el volumen de agua contenida en el suelo y el volumen de sus espacios vacíos del mismo suelo, que suelo expresarse también en términos matemáticos como un porcentaje $G_s = \frac{V_s}{V_v} * 100$; Donde G_s es el grado de saturación, V_s es el volumen del agua y V_v es el volumen de vacíos.³¹ Por otro lado Betancur, *et al.* (2013), afirman que; a nivel mundial se realizaron muchas investigaciones para poder evidenciar que el grado de saturación de un suelo infiere de manera directa en las propiedades de resistencia al corte de los suelo, en el país donde más se realizaron este tipo de estudios fue en Japón; los investigadores de japon Yoshidata Yoshida, Jiro Kuwano y Reiko Kuwano (1991) realizaron estudios para evidenciar y explicar las causas del por qué ocurre este fenómeno, en sus estudios de investigación realizaron comprobaron claramente que las

²⁹ (Evaluación De La Capacidad Portante En Un BIMSOIL Bajo Una Cimentación Superficial Mediante FEM, 2018)

³⁰ (SANZ Llano, 1975 págs. 33-34)

³¹ (JUÁREZ Padillo, y otros, 2005 pág. 54)

propiedades mecánicas del suelo dependen directamente del su grado de saturación, los estudios se realizaron en suelos que tenían características arenosas.³²

Variable II, Por otro lado también tenemos como variable dependiente a la capacidad portante de los suelos; Braja (1983) afirma que, el Ing. Investigador Terzaghi en el año de 1943 fue el primero en realizar estudios relacionados a la capacidad de carga que podría soportar un suelo, formulando teorías completas y formulas para calcular la capacidad de carga en una cimentación superficial, también en su teoría menciona que, para que una zapata sea superficial, el nivel de desplante de la cimentación (superficie de contacto entre el suelo y la cimentación) tiene que ser menor o en casos extremos igual al ancho de la zapata, sin embargo se realizaron investigaciones posteriores, en el cual los autores sugieren que el nivel de desplante de una cimentación superficial es igual a tres o cuatro veces el ancho de la zapata; Aplicando un riguroso análisis de equilibrio Terzaghi expresó formuló teorías para calcular la capacidad de carga ultima de un suelo con las siguientes ecuaciones:³³

Para cimentación continua o corrida

$$q_u = c'N_c + q'N_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$$

Para una cimentación cuadrada se dio la siguiente expresión:

$$q_u = 1.3c'N_c + q'N_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Donde:

c' = Cohesión del suelo

γ = Peso específico del suelo

$q = \gamma D_f$

³² (Variación De Las Propiedades Mecánicas De Arcillas Alófanas En Colombia Al Variar El Grado De Saturación, 2013 pág. 174)

³³ (BRAJA M., 1983 pág. 138 al 139)

N_c, N_q, N_γ = son los factores de carga los cuales son adimensionales y que están en función del ángulo de fricción del suelo ϕ'

Los factores N_c, N_q, N_γ se determinan utilizando las siguientes expresiones:

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

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

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

Donde $K_{p\gamma}$ = Coeficiente de presión pasiva.

Además, Braja (1983) en su libro de fundamentos de ingeniería de cimentaciones refiere tomar en cuenta la ecuación formulada por Meyerhof en 1963, el cual está dada para cimentaciones continuas, cuadradas y circulares.³⁴

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Donde en esta ecuación:

c' = Cohesión

q = Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación

γ = Peso específico del suelo

B = Ancho de la cimentación

L = Largo de la cimentación rectangular

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$ = Factores de forma

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$ = Factores de profundidad

$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$ = Factores de inclinación de carga

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga

³⁴ (BRAJA M., 1983 pág. 143)

Los factores N_c , N_q , N_γ se definen mediante las expresiones:

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

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi'$$

Los factores de forma DeBeer (1970):

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

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

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

Los factores de profundidad Hansen (1970):

$$\text{Si; } \frac{D_f}{B} \leq 1 \quad \text{Para } \phi = 0$$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1$$

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

Para $\phi' > 0$:

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

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

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

$$\text{Si; } \frac{D_f}{B} \leq 1 \quad \text{Para } \phi = 0$$

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

$$F_{qd} = 1$$

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

Para $\phi' > 0$:

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

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

Los factores de Inclinación Meyerhof (1963), Hanna y Meyerhof (1981):

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta^0}{90^0} \right)^2$$

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

β = Inclinación de la carga sobre la cimentación respecto a la vertical.

ϕ' = Angulo de fricción.

III. Metodología

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación básica cumple el propósito de producir conocimiento y nuevas teorías y el propósito de la investigación aplicada es de resolver problemas prácticos utilizando las teorías existentes.³⁵ También tenemos a Baena (2004), quien clasifica a la investigación en 02 (dos) tipos las cuales son Pura o teórica y Aplicada o Práctica; Refiere que la “investigación Pura” es el estudio minucioso de un problema específico, este tipo de investigación se dedica exclusivamente a la búsqueda de conocimiento y formular así nuevas teorías,

³⁵ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2006 pág. 36)

las que son consideradas ciencias puras son aquellas que proponen conocer las leyes generales de los fenómenos estudiados, concluyendo a nuevas teorías que puedan tener en cuenta los nuevos investigadores, mientras que el tipo de investigación aplicada realiza estudio de un problema y que este puede ser resuelto aplicando teorías existentes, es decir, la investigación aplicada puede aportar hechos nuevos a partir de las teorías existentes.³⁶ Teniendo las consideraciones antes mencionadas, se llega a la conclusión de que; la presente investigación es de tipo Aplicada, por utilizar teorías y parámetros de corte definidas por Terzaghi y Meyerhof, las cuales representan las teorías y conclusiones básicas existentes, las cuales serán aplicadas para determinar la influencia del grado de saturación en la capacidad portante de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana de la ciudad de Puno.

Según Borja (2012), en su libro metodología de la Investigación Científica para Ingenieros menciona que, para los ingenieros existe 2 tipos de diseño de investigación, la primera es de tipo no experimental que consiste comprobar que 2 variables no se relacionan directamente, es decir que una no depende de otra, por otro lado en la investigación experimental se da el caso de que, la hipótesis se comprueba realizando la manipulación o alteración de las variables por parte del investigador; al mismo tiempo el autor manifiesta que existen 3 (tres) requisitos principales que debe cumplir una investigación para que sea de tipo experimental, la primera es que haya una manipulación intencional de las variables independientes, el segundo requisito consiste en determinar el grado o nivel que influye la manipulación de la variable independiente sobre la variable dependiente, la medición de estos cambios en la variable dependiente le denominamos Medición del efecto, y el tercer requisito fundamental es garantizar que los cambios, modificaciones o alteraciones que pudiera darse en la variable dependientes es única y exclusivamente a causa de la manipulación de la variable independiente por parte del investigador.³⁷ También Hernandez,

³⁶ (BAENA Paz, 2004 pág. 11)

³⁷ (BORJA Suárez, 2012 págs. 12-16)

et al. (2006), en su libro metodología de la investigación menciona que existen 3 (tres) tipos o maneras de realizar diseños experimentales, las cuales son: a) el primer tipo de diseño son los Preexperimentos, b) El segundo tipo de diseño están considerados los experimentos Puros y c) y el tercer tipo de diseño son los denominados cuasiexperimentos; Los preexperimentos se denominan así porque su grado de control de su variable independiente es mínima ya que no existe o no se da su manipulación, a los diseños preexperimentales algunos autores lo definen como los primeros estudios de una investigación que se dan con carácter exploratorio; Por otro lado, para que un diseño sea de tipo experimental o realice experimentos puros, debe tener varios grupos de muestras para realizar la alteración de las mismas e interpretar los cambios que se dan en ellas (manipular la variable independiente varias veces y con un control de las mismas), también debe cumplir que los grupos separados para realizar los ensayos y manipular las variables deben de tener cierto grado de similitud entre ellos; También se tiene el tipo de diseño cuasiexperimental, este tipo de diseño experimental también manipula la variable independiente en una investigación, esto con la finalidad de observar el efecto en la variable dependiente; pero a diferencia del diseño experimental el cuasiexperimental tiene grupos para realizar la manipulación de datos en una cantidad mínima pero suficientes como para que la investigación sea certera, el diseño experimental se difiere del cuasiexperimental en el grado de confiabilidad de sus resultados, cabe resaltar que en ambos tipos de diseño, los grupos para la manipulación de datos o para experimentar ya se encuentran debidamente conformados.³⁸ El tipo de diseño de la presente investigación es Experimental de tipo Cuasiexperimental, ya que se manipularán las variables independientes, (el grado de saturación) y se medirá la influencia de la misma en la capacidad portante del suelo.

³⁸ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2006 págs. 186-204)

3.2. Variables y operacionalización

Hernandez, *et al.* (2006), en su libro metodología de la investigación manifiesta que una variable en una investigación tiene la propiedad de fluctuar, es decir que tiene la propiedad de aumentar o disminuir en sus propiedades físicas y/o mecánicas, los mencionados cambios en sus propiedades físicas o mecánicas tienen la facilidad de medirse u observarse rigurosamente para luego ser interpretados y explicados detalladamente, los resultados de las variables manipulados en una investigación científica son valorados o tomados en cuenta cuando afectan directamente a las variables dependientes, cuando la manipulación de una variable independiente afecta directamente a la variable dependiente entonces llega a formar parte de una hipótesis o una teoría³⁹. Borjas (2012), define que una variable es una característica, atributo, propiedad o cualidad que puede estar o no presente en el objeto de estudio⁴⁰. También Ñaupás, *et al.* (2013) menciona que una variable en una investigación tiene sus propias cualidades o características, las cuales son claramente y que son objeto de estudio, estas variables pueden ser objetos, un grupo de persona o cualquier otro grupo de seres vivientes, el único requisito que se requiere para que sea una variable es que se pueda observar discretamente sus cualidades y en forma continua.⁴¹

En la presente investigación las variables son:

Variable Independiente (cuantitativo): el grado de saturación del suelo

Variable Dependiente (cuantitativo): Capacidad portante del suelo

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

De acuerdo a las fuentes bibliográficas revisadas por el tesista, se llegó a la conclusión de que la población es el conjunto universo de objetos, circunstancias y detalles similares a las que se realizará el estudio; Ñaupás, *et*

³⁹ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2006 págs. 122-123)

⁴⁰ (BORJA Suárez, 2012 pág. 23)

⁴¹ (ÑAUPAS Paitán, y otros, 2013 pág. 256)

al. (2013), en su libro de metodología de la investigación cuantitativa – cualitativa y redacción de tesis, define a la población como el total de las unidades en la cuales se realizará un estudio, dicha población cumple con características específicas que son requeridas para un estudio; la población para una investigación puede estar constituido por un conjunto de personas, objetos, conglomerados, hechos o fenómenos⁴². También tenemos a Borja (2012), quien afirma que ciencia denomina estadística describe a la población como un conjunto de elementos o sujetos a las cuales se realiza un estudio, y pone como ejemplo que si un investigador quiere analizar el coeficiente intelectual con el que cuentan todos los estudiantes universitarios de todo el país, el universo de la población será todos los estudiantes de las universidades a nivel nacional; el estudio de cada uno de los estudiantes sería muy costoso, es por esa razón que se hace el uso de la estadística, la estadística nos permite tomar solo una porción o fracción de todo el universo de la población, a esta fracción se le denomina población, esta población seleccionada tiene que cumplir con ciertos requisitos que tenga validez para todo el universo de la población.⁴³ Para determinar la población del presente trabajo de investigación se tomó en consideración el Reglamento Nacional de Edificaciones, E030 (Diseño sismorresistente), en la tabla N° 3 clasifica en 04 (cuatro) categorías las edificaciones, Categoría – A (que son las Edificaciones Esenciales como los Hospitales, Comandancia Policial y de Bomberos, aeropuertos, centros de comunicación), La Categoría – B (que son Edificaciones Importantes como son las escuelas, colegios, terminales, museos, etc.), también se tiene la Categoría – C (que son las Edificaciones Comunes como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes), y por último se tiene la categoría – D que son construcciones temporales como depósitos, casetas de guardianía y otros⁴⁴. Tomando en consideración dicha categorización notamos en el mismo Reglamento Nacional de Edificaciones E050 (Suelos y Cimentaciones), el número total de calicatas a realizar para el estudio de suelos por cada categoría, las cuales son; para el tipo

⁴² (ÑAUPAS Paitán, y otros, 2013 pág. 334)

⁴³ (BORJA Suárez, 2012 pág. 30)

⁴⁴ (RNE, 2019 pág. 321)

de edificación “A” 01 (una) cada 225 m² de área de terreno, para el tipo de edificación “B” 01 (una) cada 450 m² de área de terreno, y para el tipo de edificación “C” 01 (una) cada 800 m² ; pero nunca será menor a 3 (tres), a excepción de lugares de cimientos conocidos y suelos uniformes y estables.⁴⁵ Teniendo en cuenta las consideraciones antes mencionadas, se optó por tener una población de 03 (tres) calicatas de exploración a cielo abierto.

Según los conceptos antes mencionados concluimos que la muestra es un subconjunto del conjunto total de un objeto de estudio denominado población, Hernandez, *et al.* (2006), define la muestra como un subconjunto del conjunto tomado para el estudio, este subconjunto tiene similitud con el conjunto total, es decir tiene la misma esencia que la población total.⁴⁶ Para establecer el tamaño de la muestra finita (menos de 100,000 elemento) según BORJA (2012), se tiene la siguiente ecuación.⁴⁷

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2(N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra
- p = Probabilidad que la hipótesis sea verdadera
- q = (1-p) Probabilidad de no ocurrencia de la hipótesis
- e = Error estimado por estudiar una muestra en lugar de toda la población.
- Z = Coeficiente de confiabilidad (Nivel de Significancia) que corresponde a una distribución normal según el % de confianza requerida.
- N = Tamaño de la población o universo.

Tabla 1: Nivel de confiabilidad de la muestra

Nivel de confianza	Coeficiente de confiabilidad (Z)
99 %	2.58
98 %	2.33
97 %	2.17

⁴⁵ (RNE, 2019 pág. 350)

⁴⁶ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2006 pág. 240)

⁴⁷ (BORJA Suárez, 2012 pág. 31)

96 %	2.05
95 %	1.96
90 %	1.65
80 %	1.28
50 %	0.67

Fuente: Libro de Metodología de la Investigación de Manuel Borja S.

Nota: cuando no existen estudios previos, hay que asumir $p = q = 50\%$

$$n = \frac{2.58^2 * 0.5 * 0.5 * 3}{0.99^2(3 - 1) + 2.58^2 * 0.5 * 0.5} = 1.3 \text{ unidades}$$

En la presente investigación se tomó como el tamaño de la muestra 01 (una) calicata de exploración a cielo abierto, en el cual se realizaron ensayos de laboratorio denominados compresión no confinada, ensayo de corte directo y ensayo de consolidación unidimensional.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

De las fuentes de consultas se pudo observar que básicamente existe 03 (tres) técnicas principales para realizar la toma o recolección de datos, las cuales son la encuesta, entrevista y observación; Ñaupas, *et al.* (2013), refiere que las técnicas de investigación son el conjunto de normas que cumplir y los procedimientos a seguir para regular y tener el control respectivo de un determinado proceso de investigación y alcanzar el objetivo formulado en la mencionada investigación, la técnica en la investigación puede comprenderse también como las reglas o el conjunto de normas o pasos a seguir para cumplir con el objetivo de la investigación.⁴⁸ Según el autor Borja (2012), la observación se define como la percepción intencionada e ilustrada de un hecho o un conjunto de hechos o fenómenos.⁴⁹ Para el presente trabajo de investigación se utilizó la técnica de la observación, y los instrumentos de recolección de datos son las fichas de investigación y hojas de apunte de los resultados de cada ensayo, los que se encuentran adjuntas en los anexos, Ñaupas, *et al.* (2013), refiere a la validez como, si el instrumento utilizado es el correcto para recolectar los

⁴⁸ (ÑAUPAS Paitán, y otros, 2013 pág. 273)

⁴⁹ (BORJA Suárez, 2012 pág. 33)

datos deseados y mide lo que únicamente se desea medir⁵⁰; los instrumentos de recolección de datos que se está utilizando tiene la validez ya que solo contiene únicamente los apuntes de los ensayos que se realizará en laboratorio. Para Ñaupas, *et al.* (2013), un instrumento de recolección de datos es confiable si al pasar el tiempo los datos a recolectar no varían, también dice que, al aplicarse en diferentes lugares, pero de condiciones similares los resultados serán iguales⁵¹; para que los instrumentos de recolección de datos tengan la confiabilidad se hizo la consulta con profesionales de laboratorio, elaborando así nuestros propios instrumentos de recolección de datos los cuales están debidamente validados por profesionales especializados en la rama.

3.5. Procedimientos

Para la recopilación de datos se tiene un riguroso control de que las muestras extraídas y tomadas para el ensayo de laboratorio de suelos, que no sean contaminadas, tomando en cuenta el manual de ensayo de materiales, para de esa manera garantizar que los resultados sean certeros, confiables. Se realizó la exploración de las calicatas a cielo abierto con la ayuda de una maquinaria pesada (Retroexcavadora), indicándole los puntos donde se realizarían las calicatas, al extraer las muestras estas son rotuladas para identificarlos fácilmente en laboratorio, se pone con cintas de embalaje para que la muestra llegue de una manera inalterada a laboratorio, también para mantener el contenido de humedad natural. También existe las otras muestras que son las alteradas, estas son secadas al sol para luego agregar agua y llegar al contenido de humedad deseado y realizar los ensayos de laboratorio correspondientes.

3.6. Método de análisis de datos

El método de los análisis de los resultados y/ datos será de manera comparativa, utilizando el software Excel y elaborando un cuadro comparativo

⁵⁰ (ÑAUPAS Paitán, y otros, 2013 pág. 277)

⁵¹ (ÑAUPAS Paitán, y otros, 2013 pág. 288)

de los diferentes resultados, y como varían según el grado de saturación del suelo la capacidad de carga con diferentes grados de saturación.

3.7. Aspectos éticos

La presente investigación se realizó en marco a la Norma ISO 690, utilizando el Turnitin para reducir la similitud con otros trabajos de investigación, también se respetó las exigencias establecidas por la UCV, así como la correcta utilización de la guía de elaboración de tesis de la UCV. De esta manera podemos mencionar que la presente investigación contiene aspectos éticos que una investigación debe de contener, salvaguardando y respetando las propiedades intelectuales de los diferentes actores u autores, las teorías y los fundamentos de las diferentes revisiones bibliográficas que te tiene como antecedentes de la investigación; las fuentes bibliográficas fueron referenciado de acuerdo a la norma ISO 690.

IV. Resultados

Ubicación de la zona de estudio, el lote donde se realizó el estudio se encuentra ubicado en la Urbanización Jallihuaya – distrito de Puno – Provincia de Puno – región Puno.



Figura 3: mapa departamento de Puno
Fuente Google



Figura 4: Ubicación de la Urbanización Aziruni 2ª etapa del C.P. Jallihuaya
Fuente: Google Maps

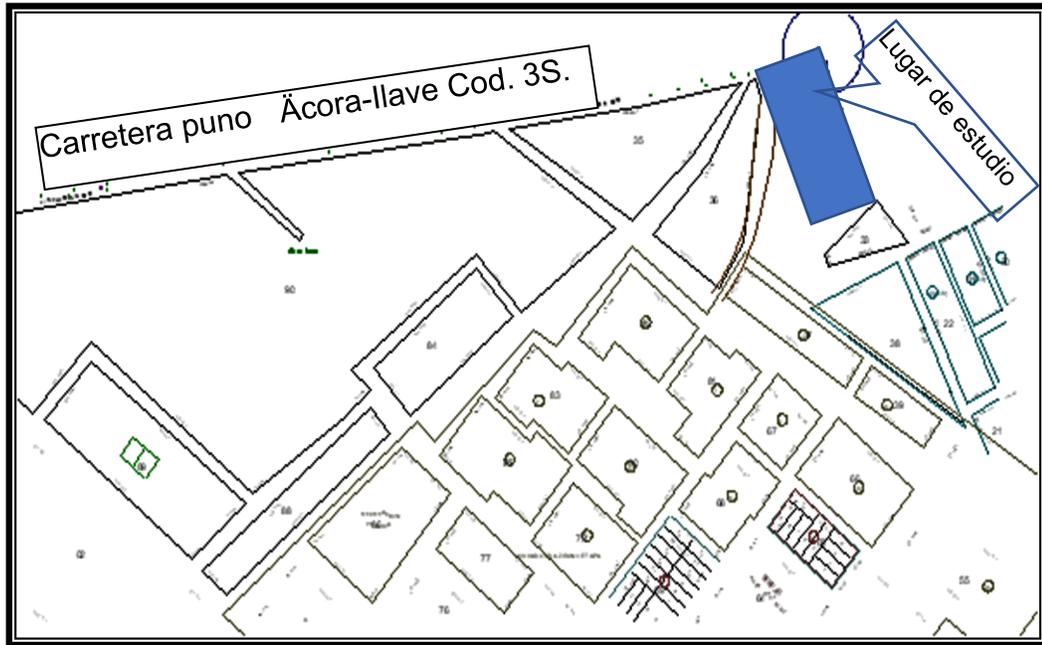


Figura 5: lugar de ubicación de las calicatas de exploración
Fuente Propia



Control del grado de saturación

Para tener el control del grado de saturación⁵² del suelo en su estado inalterado, se realizaron los ensayos de control de humedad⁵³, peso específico del sólido, se tomó en cuenta como el volumen total al volumen del espécimen para la compresión no confinada y el peso total es el peso del espécimen tallada para el ensayo de compresión no confinada.

Tabla 2: datos para el control del grado de saturación (S%)

TABLA DE DATOS PARA EL CONTROL DEL GRADO DE SATURACIÓN (S%)	
Peso específico del suelo (Ds)	1.14 gr/cm ³
Contenido de humedad (W%)	18.89 %
Diámetro promedio del espécimen	7.57 cm
Volumen total del espécimen	1,619.10 cm ³
Peso total del espécimen	1515.01 gr.

Fuente: propia

También se tuvo en cuenta las fórmulas básicas para el cálculo del contenido de humedad y el grado de saturación.

Tabla 3: Formulas básicas para el control del grado de saturación

FORMULAS BASICAS PARA EL CONTROL DEL GRADO DE SATURACIÓN (S%)		
Grado de Saturación (S%)	$S\% = \frac{V_w}{V_v} * 100$	V _w = Volumen del agua V _v = Volumen de vacíos.
Volumen Total	$V_T = V_v + V_w + V_s$	V _T = Volumen total V _v = Volumen de vacíos V _w = Volumen del agua V _s = Volumen del solido

⁵² (CABRERA Bencosme, 2015)

⁵³ (JUARES padillo, 2005)

Contenido de Humedad	$W\% = \frac{W_w}{W_s} * 100$	W% = contenido de humedad W _w = Peso del agua W _s = peso del solido
Densidad específica del solido	$D_s = \frac{W_s}{V_s}$	D _s = densidad específica del solido W _s = Peso del solido V _s = Volumen del solido

Fuente: libro de mecánica de suelos de Juarez Badillo Eulalio.

Haciendo el uso de la tabla N° 3 que son las fórmulas básicas y los datos de la tabla N° 2, se procedió a realizar los cálculos para determinar el grado de saturación del suelo, obteniendo los resultados que a continuación mostramos:

Tabla 4: Tabla de grados de saturación y volúmenes de agua necesario

Masa del sólido	Volumen total.	Gravedad específica del solido	Masa del agua	Grado de saturación (S%)
1274.297 gr.	1619.10 cm ³	1.14 gr/cm ³	240.71 ml	92.37 %
1274.297 gr.	1619.10 cm ³	1.14 gr/cm ³	244.72 ml	95.00 %
1274.297 gr.	1619.10 cm ³	1.14 gr/cm ³	257.138 ml	100.00 %

Fuente: Propio

Con los datos del cuadro N° 4 se realizó el respectivo remoldeo de los especímenes, para luego realizar los ensayos de compresión no confinada y los ensayos de corte directo, a continuación, mostramos los procesos del remoldeo en laboratorio.



Figura 8: Uso de gata hidráulica para el remoldeo



Figura 9: Especímenes premoldeados

Después de realizar los remoldeos, se procedió a sacar las muestras para el ensayo de corte directo, para cada uno de los ensayos de corte directo fue necesario la extracción de 3 especímenes, el primer espécimen es sobrecargada con un peso de 1.00 Kg durante 24 horas, el segundo espécimen fue recargado con una carga de 2.00 Kg también durante 24 horas y finalmente el tercer espécimen fue recargada con una carga de 4.00 Kg también durante un tiempo de 24 horas; las cargas se realizan para poder generar el asentamiento primario del suelo antes de realizar el ensayo de corte directo; el total de especímenes necesario para los tres ensayos de corte directo fueron de 9 especímenes, 1 en su estado natural (inalterado) y 2 fueron remodeladas en laboratorio.



Figura 10: Extracción de especímenes



Figura 11: Ensayo de corte directo

Tabla 5: carga ultima obtenida mediante el ensayo de Corte Directo

Nº ensayo	Grado de saturacion (S%)	Angulo de fricción (ϕ)	Cohesión (Kg/cm ²)	Carga Ultima, Qu (Kg/cm ²)
1	92.27%	5.09	0.50	1.32
2	95.00%	3.38	0.46	1.11
3	100.00%	3.26	0.20	0.62

Fuente: Elaboración propia

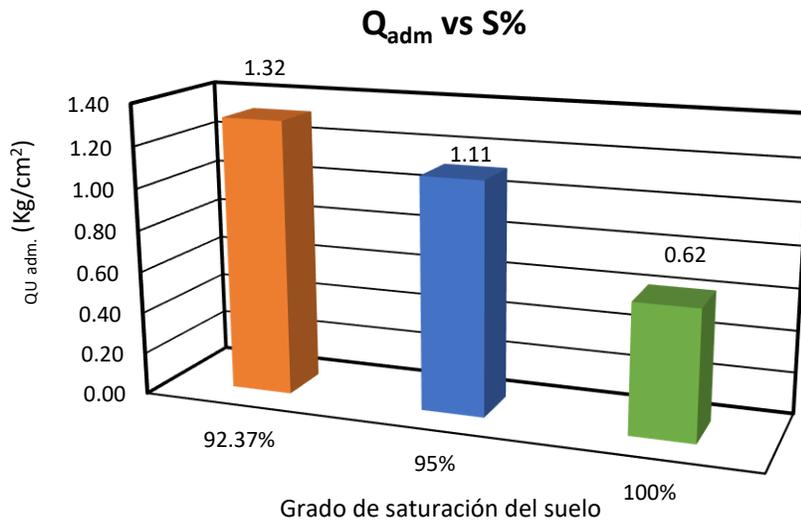


Figura 12: Variación de la carga ultima según el grado de saturación (Corte Directo)

De la figura 12, se puede observar claramente que la carga admisible última disminuye mas cuando el grado de saturación del suelo aumenta, consideramos el estado más optimo cuando el suelo tiene un grado de saturación (S%) de 92.37% con una carga admisible de 1.32 Kg/cm², y el estado más critico si el grado de saturación del suelo es al 100% con una carga admisible de 0.62 Kg/cm².

También se procedió con los ensayos de compresión no confina, para lo cual se tallaron las muestras con mucho cuidado, cada uno con un diámetro de 7.00 cm y una altura de 14.00 cm, y una velocidad de compresión de 1.50 mm/min.



Figura 13: Tallado de muestra inalterada para el ensayo de Compresión no Con.

Figura 14: Especimen después del ensayo

De los ensayos de compresión no confinada se obtuvo los siguientes resultados que mostramos a continuación en el siguiente cuadro.

Tabla 6: carga ultima obtenida mediante el ensayo de Compresión no Confinada

Nº ensayo	Grado de saturación (S%)	Resistencia a la compresión q_u (Kg/cm ²)	Cohesión (Kg/cm ²)	Carga Ultima, Q_u (Kg/cm ²)
1	92.27%	1.38	0.69	1.80
2	95.00%	1.17	0.59	1.59
3	100.00%	0.73	0.37	0.80

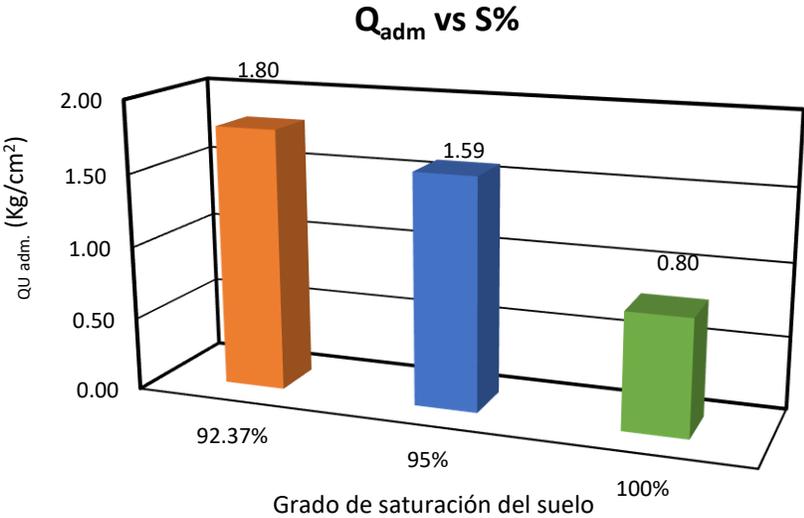


Figura 15: Variación de la carga ultima según el grado de saturación (Compresión no Confinada)

También se realizó el ensayo de consolidación unidimensional, con la finalidad de cuantificar y determinar cuánto sería el asentamiento de la edificación según el grado de saturación del suelo, a continuación, podemos mostrar las figuras de los ensayos de laboratorio.



Figura 16: Colocado del espécimen al molde de consolidación

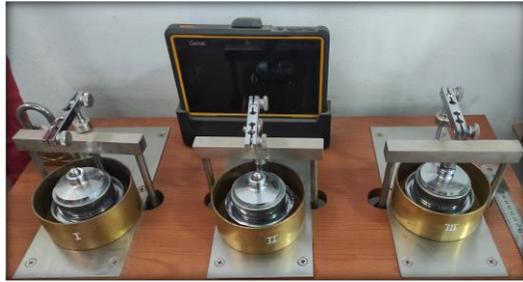


Figura 17: Saturación y colocado de cargas a los especímenes.

De los ensayos realizados en laboratorio y el procesamiento de los mismos datos, se tiene los siguientes resultados.

Tabla 7: Asentamiento para diferentes grados de saturación

Grado de saturación (S%)	Índice de expansión C_s	Índice de compresión C_c	Presión de consolidación P_c (Kg/cm ²)	Asentamiento (S); (cm)
92.27%	0.1164242	0.8387869	1.27	1.858
95.00%	0.1189367	0.8274757	1.26	1.898
100.00%	0.1200000	0.7927163	1.18	1.916

Fuente: Propio

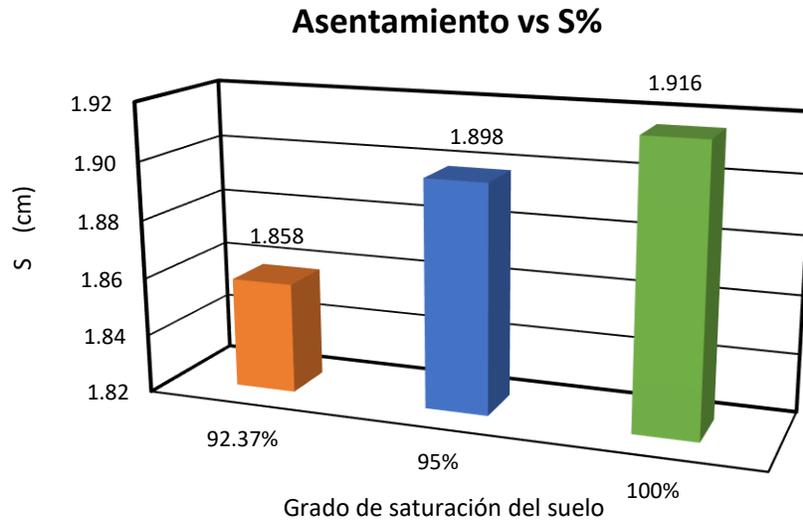


Figura 18: Asentamientos del suelo según su grado de saturación

En el gráfico 18, se puede observar que mientras el suelo tiene un grado de saturación menor el asentamiento será mínimo, siendo el menor grado de saturación el 92.27%, el cual tendría un asentamiento de 1.858 cm, y el grado de saturación más crítica es de 100% el cual tendría un asentamiento de 1.916 cm.

V. Discusión

De los ensayos de Corte directo, saturando el suelos al 92.27%, 95% y 100% obteneos como la carga ultima admisible del suelo y con un área determinado de zapata, 1.32 Kg/cm², 1.11 Kg/cm² y 0.62 Kg/cm²; el ultimo resultado se da en las condiciones más críticas del suelo, y esto es en los meses de enero, febrero, marzo y a mediados de abril, estas temporadas cae abundante lluvia en el altiplano puneño, por tal razón siempre el suelo se encuentra saturado al 100% por la abundancia de aguas pluviales. Por lo que se coincide en un gran porcentaje con los resultados de la investigación de Choque (2019), quien afirma que el tipo de suelo en su lugar de investigación son arcillas inorgánicas de alta plasticidad (CH), y que ese tipo de suelos es muy riesgoso para las construcciones ya que tienen una capacidad de carga ultima admisible que oscila entre 0.27 Kg/cm² a 0.512 Kg/cm², también afirma que para el diseño de cimentaciones se debería de considerar el tipo de suelo; en la Urbanización Urb. Aziruni II etapa el tipo de suelo es OL (Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad), y también se coincide en que la capacidad ultima de carga es muy baja en sus estados críticos del suelo. Por lo tanto, se puede afirmar que en las áreas circunlacustres (alrededor del lago Titicaca) los tipos de suelo son mayormente conformado de arcilla con limos, partículas inorgánicas y orgánicas, este tipo de suelos tienen una capacidad de carga ultima admisible muy baja, esto da origen a que las estructuras construidas con un mal diseño de cimentaciones sufran daños estructurales severos. También podemos afirmar que, si sobre el terreno de fundación en su estado más crítico (con grado de saturación al 100%) se ejerce fuerzas axiales o cargas mayores a 0.62 Kg/cm², esta podría tener fallas local o fallas por punzonamiento, lo cual ocasionaría que la edificación se asiente muy considerablemente y talvez dañando su estructura, por lo que se coincide con la investigación de Lima, *et al.* (2015), objetivo fue analizar y ver el impacto del asentamiento del suelo a la estructura de una vivienda, si el asentamiento del suelo también puede causar las fisuras en la estructura y debilitarlas, para lo cual el investigador realiza los metrados de carga de la edificación y de los ensayos de laboratio obtiene la capacidad de carga ultima del suelo de fundación, realizando la comparación de carga adimisible y carga de

trabajo comprobó que $q_{\text{trabajo}} \leq q_{\text{adm}}$; con tal verificación comprobó que los daños que causaron a las estructuras de las viviendas fueron los asentamientos inmediatos que sufrió el suelo, es decir que al momento de la construcción no se realizó la compactación adecuada del suelo relleno; por lo que concluimos que en la Urb. Aziruni II etapa no existe el estrato relleno en el terreno de fundación, y si se diera el caso de $q_{\text{trabajo}} \geq q_{\text{adm}}$ inminentemente se tendrían fallas locales o por punzonamiento, el cual si ocasionaría daños muy considerables a la estructura de la edificación construida.

De acuerdo a los ensayos de compresión no confinada con los grados de saturación del suelo al 92.27%, 95% y 100% se tiene capacidades portantes de 1.80 Kg/cm², 1.59 Kg/cm² y 0.80 Kg/cm², siendo el último en las condiciones más críticas (grado de saturación al 100%), diferimos con el estudio de Pacompia, *et al.* (2016), cuyo objetivo fue evaluar y determinar las causas del ¿Por qué se originan las fisuras en las estructuras de la construcción de terminal terrestre? que está ubicado a las orillas del lago específicamente en el Barrio Porteño, en donde el investigador evidenció que el relleno en el citado lugar alcanza una altura de hasta 2.08m, rellenos que se encuentran mal compactados, el investigador concluye que se debería de extraer la altura del enrocado y se debería de reemplazar con enrocado, esto con la finalidad de transmitir la carga superior a suelos inferiores que no están rellenos y que tienen mejor capacidad de soporte a la carga última de trabajo; finalmente concluyo que en la Urb. Aziruni II etapa no existe rellenos, por lo tanto no es necesario realizar ningún tipo de enrocados, solamente se debe de realizar un correcto diseño de cimentaciones para evitar fallas locales y fallas por punzonamiento del suelo de fundación.

A continuación, mostramos las capacidades portantes del suelo en su condición óptima y la condición más crítica.

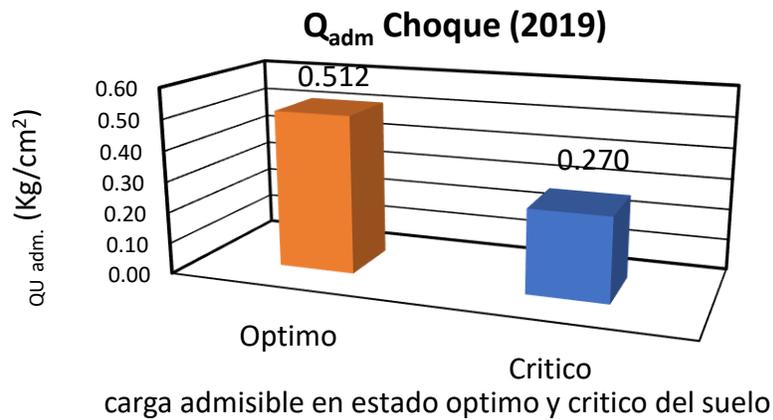


Figura 19: Q_{adm} obtenidas por Choque (2019), en su investigación

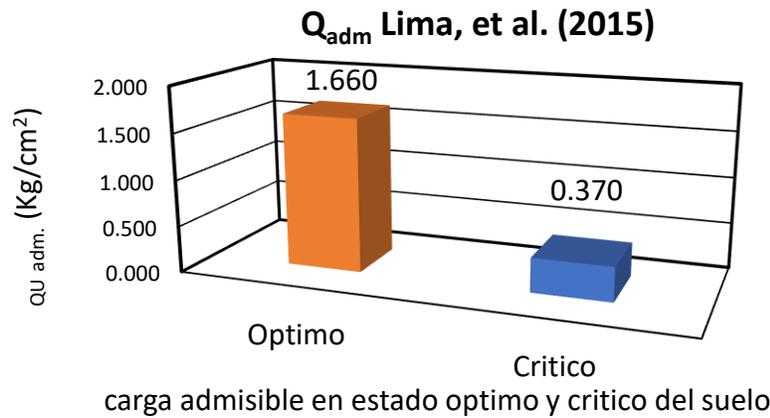


Figura 20: Q_{adm} obtenido por Lima, et al. (2015) en su investigación

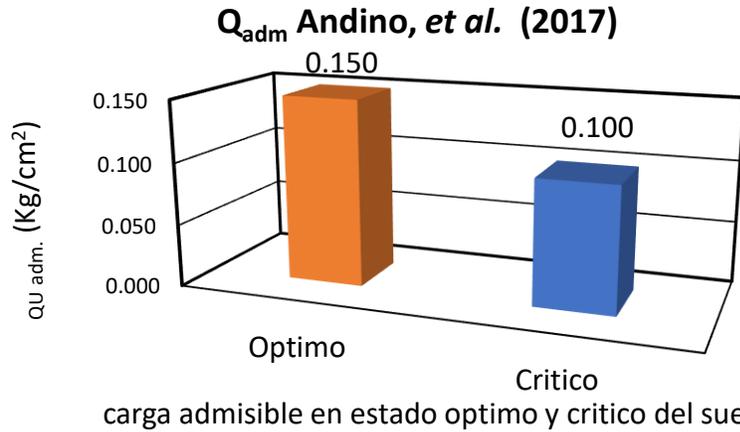


Figura 21: Q_{adm} obtenido por Andino, et al. (2017) en su investigación

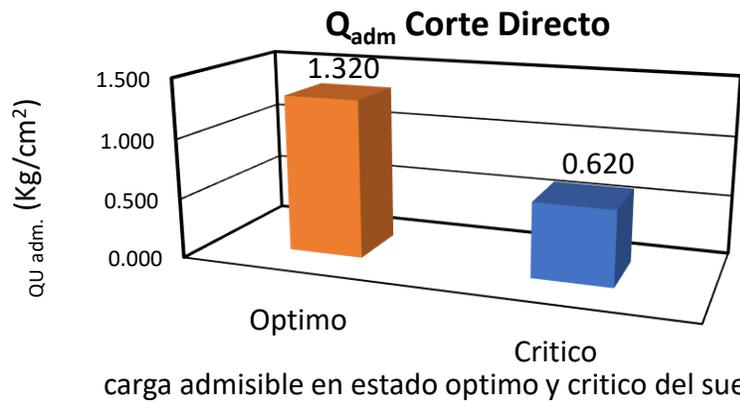


Figura 22: Cargas ultimas admisibles obtenidas mediante el ensayo de Compresión no Confinada

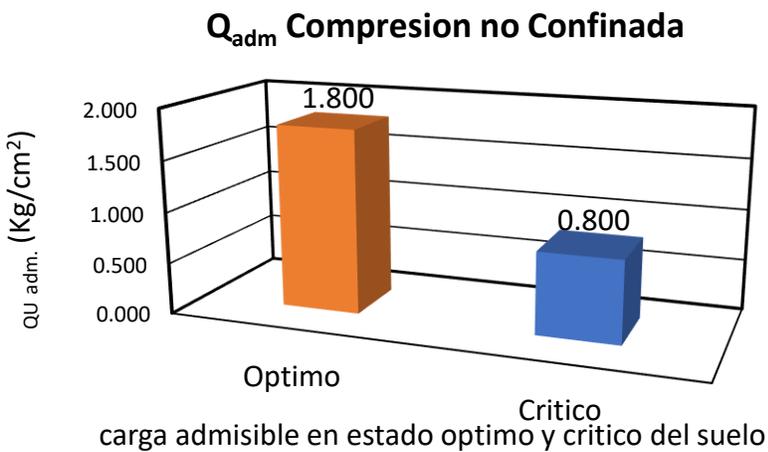


Figura 23: Cargas ultimas admisibles obtenida mediante el ensayo de Corte Directo

Según los resultados de ensayo de consolidación unidimensional con los grados de saturación del suelo al 92.27%, 95% y 100% se tiene asentamientos del suelo de 1.858 cm, 1.898 cm y 1.916 cm, siendo el último en las condiciones más críticas (grado de saturación al 100%); Lima, *et al.* (2015) en su trabajo de investigación afirma que en la Urb. San valentin de la ciudad de puno las edificaciones sufrieron daños estructurales por causas de asentamiento inmediato de los rellenos en el nivel de fundación que no fueron compactadas adecuadamente, al respecto podemos afirmar que en la Urb. Aziruni II etapa donde se realizó la presente investigación también existe asentamientos del nivel de fundación del suelo, es claro que los asentamientos son menores que en los suelos rellenos y no compactados; pero también hay que considerar que estos asentamientos que existen podrían ocasionar daños estructurales a cualquier vivienda que se construya en el lugar con un deficiente diseño de cimentación.

VI. Conclusiones

Al realizar el ensayo de Corte directo, se puede observar claramente que el suelo tiene una capacidad de carga ultima admisible optima cuando se encuentra parcialmente saturado con agua, y la capacidad de carga ultima admisible es crítica cuando el suelo se encuentra totalmente saturado con agua, la carga ultima admisible critica se presenta específicamente en los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y a mediados de abril, es en estas temporadas cuando se tiene la presencia de las lluvias en toda la sierra peruana y por ende en el altiplano puneño. Podemos concluir que en el diseño de cimentaciones de las edificaciones existentes y que tienen daños en sus estructuras a causa de asentamientos excesivos, es porque obviaron realizar los ensayos de capacidad portante de suelo en su estado más crítico, es decir cuando el suelo se encuentra totalmente saturado con agua.

En los ensayos de compresión no confinada al igual que en los ensayos de corte directos, la capacidad de carga ultima admisible es óptima cuando el suelo se encuentra parcialmente saturado con agua, y es mínima cuando el suelo se encuentra completamente saturado con agua, a esta carga ultima admisible mínima se le denomina condición crítica; a diferencia del corte directo las cargas ultimas admisibles resultaron valores relativamente altos en comparación al ensayo de corte directo, se asume que esto se debe a que, para el ensayo de corte directo se realizó el saturado y drenado del espécimen a realizar el ensayo, y en los especímenes para el ensayo de compresión no confinada no se realiza dicho procedimiento, según normas técnicas peruanas.

Al realizar el ensayo de consolidación unidimensional, en las condiciones óptimas del suelo se tiene un asentamiento de 1.858 cm, y en las condiciones más críticas, es decir cuando el suelo se encuentra completamente saturado de agua sus espacios vacíos, el asentamiento que se tiene es de 1.916 cm, teniendo una diferencia de asentamientos de 0.058 cm, esta diferencia se debe a la interferencia del agua, podemos afirmar que el agua influye en relación directa al asentamiento de los suelos.

De manera general podemos afirmar que, tanto en la capacidad de carga ultima admisible del suelo como en el asentamiento de los suelos, el agua interfiere en relación directa a la relación de vacíos (e), en tal sentido es muy importante

considerar el grado de saturación en los ensayos de suelos para el cálculo de las cargas últimas admisibles de los suelos como en el cálculo de los asentamientos, esto con la finalidad de obtener resultados más certeros que nos puedan ayudar a realizar un mejor diseño de cimentaciones para las edificaciones.

VII. Recomendaciones

Los ensayos de corete directo se pueden realizar de las formas: consolidado – drenado (CD), consolidado – no drenado (CU) y el no consolidado – no drenado (UU), para los siguientes trabajos de investigación o para los estudios definitivos para la construcción de una vivienda, se recomienda realizar el ensayo de corte directo de la forma Consolidado – Drenado (CD), ya que de esta manera se obtendrá datos más certeros, porque todo suelo tiende siempre a tener un asentamiento primario, y es ahí donde se debe de realizar el ensayo de corte directo.

En las futuras investigaciones que se ha de realizar utilizando el ensayo de compresión no confinada, se recomienda tener mucho cuidado en el tallado del espécimen, ya que esta debe de ser un cilindro perfecto para poder determinar la densidad del suelo, también se recomienda tener mucho cuidado en el pesado de la muestra y el control de la velocidad de compresión, la velocidad de la compresión debe de estar comprendido entre el 1% y el 2% de la altura del espécimen.

El ensayo de consolidación unidimensional es muy importante, ya que de esta manera se puede determinar si el suelo está normalmente consolidado (si el suelo nunca estuvo sometido a esfuerzos axiales mayores que los transmitidos por la estructura de las edificaciones), o si el suelo se encuentra en un estado preconsolidado (pueda que el suelo alguna vez haya soportado presiones efectivas o fuerzas axiales mayores a las que transmitiría la edificación); en caso de que el suelo estuviera en un estado preconsolidado, entonces pueda darse el caso de que el suelo se expanda, es en tal sentido recomendar a los futuros investigadores o profesionales que den uso al siguiente trabajo de investigación, realizar siempre el ensayo de consolidación unidimensional.

VIII. Referencias

AASHTO T-208. Officials, American Association of State Highway and Transportation. 2017. EEUU : s.n., 2017.

AASHTO T216. Officials, American Association of State Highway and Transportation. 1993. EEUU : s.n., 1993.

ALVARADO, Jorge. 2021. DIARIO EXPRESO. [En línea] EXPRESO, 15 de 06 de 2021. <https://www.expreso.ec/actualidad/chordeleg-detectan-32-viviendas-afectadas-hundimiento-106468.html>.

American Association of State Highway and Transportation Officials. T236, AASHTO. 2017. EEUU : s.n., 2017.

American Society for Testing and Materials. D-3080, ASTMD. 2017. EEUU : s.n., 2017.

ANDINO Zumárraga, Fernando Paul y BEDON Noguera, David Isaias. 2017. RRPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR. [En línea] 2017. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14132>.

ASTM D2166-06. Materials, American Society for Testing and. 2017. EEUU : s.n., 2017.

ASTM D2435-80. Materials, American Society for Testing and. 2017. EEUU : s.n., 2017.

BAENA Paz, Guillermina. 2004. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.* MEXICO : GRUPO EDITORIAL PATRIA, 2004.

BAQUE Parrales, Galo Arturo. 2018. REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI - ECUADOR. [En línea] 2018. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1055>.

BORJA Suárez, Manuel. 2012. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA PARA INGENIEROS.* CHICLAYO : s.n., 2012.

BRAJA M., Das. 1983. *FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA DE CIMENTACIONES.* s.l. : CENGAGE, 1983.

CABRERA Bencosme, Ramonita. 2015. *Efecto del cambio de grado de saturación en el módulo de corte y factor de amortiguamiento en suelos.* Barcelona : s.n., 2015.

CHOQUE Guzman, Edwin Yoel. 2019. REPOSITORIO DE TESIS - UANCV. [En línea] 2019. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/3158>.

CRESPO Villalaz, Carlos. 1980. *Mecánica de suelos y cimentaciones.* Mexico : Limusa, 1980.

EL COMERCIO. 2021. Diario EL COMERCIO. [En línea] EL COMERCIO, 11 de 01 de 2021. <https://elcomercio-elcomercio-prod.cdn.arcpublishing.com/peru/ancash-intensas-lluvias-desbordan-riachuelos-e-inundan-varias-viviendas-y-calles-video-npp-noticia/>.

ESPINOZA Rodriguez, Carlos Eduardo y TORRES Delgado, Christian Martín. 2019. REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD DE RICARDO PALMA - PERU. [En línea] 2019. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2928>.

Evaluación De La Capacidad Portante En Un BIMSOIL Bajo Una Cimentación Superficial Mediante FEM. **DIANET Campos-Muñoz, Denisse, RAMOS Canon, Alfonso Mariano y FELIPE Prada-Sarmiento, Luis. 2018.** MARACAIBO - VENEZUELA : s.n., 2018.

FERNÁNDEZ Gálvez, Renán Alexander. 2015. *Capacidad Portante con Fines de Cimentación Mediante los Ensayos SPT Y Corte Directo en el Distrito de Aguas Verdes - Tumbes.* UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, Cajamarca, Cajamarca, Perú : 2015.

FISCHER, Andrea. 2021. NATIONAL GEOGRAPHIC. [En línea] 25 de MAYO de 2021. <https://www.ngenespanol.com/ecologia/la-ciudad-de-mexico-se-hunde-50-centimetros-al-ano-revela-un-estudio/>.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNANDEZ Callado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. 2006. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.* MEXICO : MC GRAW- HILL, 2006.

JIMENEZ Varón, Maria Camila y OTÁLVARO Gaviria, Gustavo Adolfo. 2020. REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA. [En línea] 2020. <https://hdl.handle.net/10983/24797>.

JUARES padillo, Eulalio. 2005. *Fundamentos de la Mecanica de Suelos I.* Mexico : LIMUSA, 2005.

JUÁREZ Padillo, Eudalio y RICO Rodríguez, Alfonso. 2005. *MECÁNICA DE SUELOS TOMO 1.* MÉXICO : LIMUSA SA, 2005. pág. 54.

JULCA Castillo, Richard patrick. 2018. *Influencia del Nivel freatico en la capacidad portante de los suelos del sector el Cortijo bajo - Distrito de Victor Larco Herrera, Ciudad de Trujillo, en el año 2018.* Trujillo : s.n., 2018.

LIMA Choquehuayta, Niel Alex y HUAYNA Mamani, Oscar Carlos. 2015. REPOSITORIO DE TESIS - UANCV. [En línea] 20 de 09 de 2015. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/90>.

Norma Técnica Peruana. 339.171, NTP. 2019. Peru : s.n., 2019.

NTP 339.154. Peruana, Norma Técnica. 2017. Lima - Peru : s.n., 2017.

NTP 339.167. Peruana, Norma técnica. 2019. Lima - Peru : s.n., 2019.

ÑAUPAS Paitán, Humberto, y otros. 2013. *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA - CUALITATIVA Y REDACCIÓN DE LA TESIS.* MEXICO : BOGOTÁ, MÉXICO, DF, 2013.

OLARTE Romero, Joel Edson y URETA Poma, Waldir Alex. 2019. *Respuesta de cimentaciones superficiales bajo condiciones de suelos parcialmente saturados en Quintanilla Pampa, Ascension - Huancavelica.* Huancavelica : s.n., 2019.

PACOMPIA Flores, Richard y CAYO Condori, Wilbert. 2016. REPOSITORIO DE TESIS - UANCV. [En línea] 30 de 12 de 2016. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/724>.

RAVINEZ Aliaga, Juan Alberto. 20017. *Capacidad Portante de los suelos de fundación, mediante los metodos DPL y Corte Directo para la ciudad d Jose Galvez - Clendín - cajamarca.* Celendin - cajamarca : s.n., 20017.

Relación Entre Tiempo De Consolidación Y Permeabilidad No Saturada En Presas De Tierra. **GÁRCIA Trista, Yenny, COBELO Cristiá, Willam Daniel y QUEVEDO Sotolongo, Gilberto Julio. 2016.** Cuba : s.n., 02 de Agosto de 2016.

RNE. 2019. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. LIMA : MEGABYTE, 2019.

SANZ Llano, Juan José. 1975. *MECÁNICA DE SUELOS.* BARCELONA - ESPAÑA : EDITORES TECNICOS ASOCIADOS, 1975. pág. 33 AL 34.

TORRES Rodriguez, Nancy Elizabeth. 2019. *Incidencia del grado de saturación de los suelos colapsables en la estabilidad de taludes del Puerto de paita-piura, en el año 2019.* Paíta - Piura : s.n., 2019.

Variabilidad Espacial Un Suelo Arcilloso Del Sector Sabana Centro Para La Confiabilidad De Asentamientos Por Consolidación Primaria: Caso Estudio Campus Nueva Granada. **MOLINA Gomez, Fausto, CARLOS Ruge, Juan y CAMACHO Tauta, Javier. 2018.** SABANA - BOGOTÁ : s.n., JUNIO de 2018.

Variación De Las Propiedades Mecánicas De Arcillas Alófanas En Colombia Al Variar El Grado De Saturación. **BENTACUR Gguirales, Yuliana, BUILES Brand, Manuel y MILLÁM Ángel, Álvaro. 2013.** COLOMBIA : s.n., 2013, pág. 174.

YOOMAR Astridkateryne, Leon Diaz. 2020. *Influencia del nivel freatico en la capacidad portante del suelo en la Urbanización el Golf Primera Etapa, distrito de Victor Larco Herrera - Trujillo.* Distrito de Victor Larco Herrera - Trujillo : s.n., 2020.

IX. Anexos

Matriz de consistencia

Efectos del grado de saturación en la capacidad portante de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno - 2021						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Independiente	V1 Grado de saturación.	Contenido de Humedad del suelo	90 %
¿De qué manera afectara el grado de saturación en la capacidad portante de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno 2021?	Determinar el efecto del grado de saturación en la capacidad portante de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno - 2021	El grado de saturación afecta significativamente en la capacidad portante de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno 2021				95 %
						100 %
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicos:	Dependiente	V2 Capacidad Portante de los Suelos	Carga Admisible con Parámetros de corte en condición drenada (Kg/cm ²)	Ensayo de Corte Directo
¿De qué manera afectara el grado de saturación en la carga admisible obtenida mediante el ensayo de corte directo de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno 2021?	Determinar el efecto del grado de saturación en la carga admisible obtenida mediante el ensayo de corte directo de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno - 2021	El grado de saturación afectara disminuyendo a la carga admisible obtenida mediante el ensayo de corte directo de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno 2021.				Angulo de fricción y cohesión
¿De qué manera afectara el grado de saturación en la carga admisible mediante el ensayo de compresión no confinada de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno 2021?	Determinar el efecto del grado de saturación en la carga admisible mediante el ensayo de compresión no confinada de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno - 2021	El grado de saturación afectara disminuyendo a la carga admisible obtenida mediante el ensayo de compresión no confinada de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno 2021.				Ensayo de compresión No Confinada
¿De qué manera afectara el grado de saturación en el asentamiento del suelo obtenida mediante el ensayo de consolidación unidimensional de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno - 2021?	Determinar el efecto del grado de saturación en el asentamiento del suelo obtenida mediante el ensayo de consolidación unidimensional de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno - 2021	El grado de saturación afectara incrementando el asentamiento del suelo obtenida mediante el ensayo de consolidación unidimensional de los suelos lacustres en áreas de expansión urbana, Puno - 2021.				Cohesión y resistencia a la compresión no confinada
				Capacidad Portante Segura – Asentamiento (mm)	Ensayo consolidación Unidimensional	NTP 339.154

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES		DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	grado de saturación del suelo lacustre	El grado de saturación es la relación del volumen del agua con el volumen de los vacíos (V_w/V_v), el grado de saturación puede alterar la capacidad portante de los suelos y por ende causar daños a la estructura de una vivienda.	el grado de saturación se realiza utilizando la cantidad de agua necesario para 1619.10 cm ³ de volumen total del espécimen, el agua añadida a la muestra es de 240.71 ml, 244.72 ml y 257.135 ml.	Porcentaje (%)	92.37 % 95.0 % 100.0 %
VARIABLE DEPENDIENTE	Capacidad Portante de los Suelos lacustres	El cálculo de la capacidad portante de un suelo se da mediante las teorías y definiciones de los Ingenieros Karl von Terzaghi y George Meyerhof, los coeficientes de carga se obtienen realizando os ensayos de Compresión no Confinada o el Corte Directo	Para cada uno de los ensayos de compresión no confinada es necesario 03 especímenes, para luego sacar el promedio de ellos; y para el ensayo de corte directo es necesario también 03 especímenes, antes de realizar el ensayo de corte directo es necesario realizar la consolidación primaria de los especímenes, y la consolidación primaria se realiza con sobrecargas de 1.0 Kg, 2.0 Kg y de 4 kg.	Carga Ultima del suelo lacustre	q _u (S%=92.37%)
					q _u (S%=95.00 %)
					q _u (S%=100.00 %)
	Asentamiento de los suelos lacustres	Para conocer el asentamiento de un suelo se realiza el ensayo de consolidación unidimensional	para el ensayo de consolidación unidimensional solamente se realizará con 01 espécimen, el cual es sobrecargado con cargas de 12.50 Kpa, 25.00 Kpa, 50.00 Kpa, 100.0 Kpa, 200.00 Kpa y 300.00 Kpa.	Consolidación del suelo lacustre	mm (S%=92.37%)
					mm (S%=95.00 %)
					mm (S%=100.0%)

Hoja de cálculos

1. Control del grado de saturación

Datos obtenidos de ensayos de laboratorio para tener el control del grado de saturación de los especímenes.

TABLA DE DATOS PARA EL CONTROL DEL GRADO DE SATURACIÓN (S%)	
Peso específico del suelo (Ds)	1.14 gr/cm ³
Contenido de humedad (W%)	18.89 %
Diámetro promedio del espécimen	7.57 cm
Volumen total del espécimen	1,619.10 cm ³
Peso total del espécimen	1515.01 gr.

Fórmulas básicas de mecánica de suelos utilizados para el cálculo del contenido de humedad y el grado de saturación del espécimen.

FORMULAS BASICAS PARA EL CONTROL DEL GRADO DE SATURACIÓN (S%)		
Grado de Saturación (S%)	$S\% = \frac{V_w}{V_v} * 100$	V _w = Volumen del agua V _v = Volumen de vacíos.
Volumen Total	$V_T = V_v + V_w + V_s$	V _T = Volumen total V _v = Volumen de vacíos V _w = Volumen del agua V _s = Volumen del solido
Contenido de Humedad	$W\% = \frac{W_w}{W_s} * 100$	W% = contenido de humedad W _w = Peso del agua W _s = peso del solido
Densidad específica del solido	$D_s = \frac{W_s}{V_s}$	D _s = densidad especifica del solido W _s = Peso del solido V _s = Volumen del solido

Haciendo el uso de la tabla N° 3 que son las fórmulas básicas, y los datos de la tabla N° 2 se procedió a realizar los cálculos para determinar el grado de saturación del suelo.

$$V_T = V_v + V_w + V_s = 1619.10 \text{ cm}^3 \text{ ----- (1)}$$



JOSE E. MEDINA AEDO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 258648

$$W\% = 0.1889 = \frac{W_W}{W_S} \rightarrow W_W = 0.1889 W_S \text{ ----- (2)}$$

$$D_S = 1.14 = \frac{W_S}{V_S} \rightarrow 1.14 V_S = W_S \text{ ----- (3)}$$

$$W_T = 1515.01 \text{ gr} = W_S + W_W \text{ ----- (4)}$$

La ecuación (2) reemplazando a la ecuación (4) se tiene:

$$1515.01 = W_S + 0.1889 W_S \rightarrow W_S = 1274.296 \text{ gr.} \text{ ----- (5)}$$

Reemplazando la ecuación (5) a la ecuación (2) se tiene:

$$W_W = 0.1889 (1274.296 \text{ gr.}) \rightarrow W_W = 240.71 \text{ gr.} \text{ ----- (6)}$$

Reemplazando la ecuación (5) a la ecuación (3) se tiene:

$$V_S = \frac{W_S}{1.14} = \frac{1274.296}{1.14} = 1117.804 \text{ cm}^3 \text{ ----- (7)}$$

De la ecuación (6):

$$V_W = 240.71 \text{ cm}^3 \text{ ----- (8)}$$

Reemplazando las ecuaciones (8) y (7) a la ecuación (1) se tiene:

$$V_V + 240.71 \text{ cm}^3 + 1117.804 \text{ cm}^3 = 1619.10 \text{ cm}^3 \\ \rightarrow V_V = 260.587 \text{ cm}^3 \text{ ----- (9)}$$

Se procedió a calcular el grado de saturación:

$$S\% = \frac{V_W}{V_V} = \frac{240.71 \text{ cm}^3}{260.587 \text{ cm}^3} * 100 = 92.37 \% \text{ ----- (10)}$$

Luego se procedió saturar el suelo al 95% tomando en consideración la ecuación (10)

$$\frac{V_W + X}{V_V - X} = 0.95 \rightarrow \frac{240.71 \text{ cm}^3 + X}{260.587 \text{ cm}^3 - X} = 0.95 \rightarrow X = 3.572 \text{ cm}^3 \text{ ----- (11)}$$



JOSÉ E. MEDINA AEDO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 258648

Donde X es el volumen de agua a añadir, es decir para saturar al 95% el suelo se necesita 240.71 Lt + 3.572 Lt. = 244.272 Lt.

$$\frac{240.71 + 3.572}{260.587 - 3.572} * 100 = \frac{244.72}{257.138} * 100 = 95\% \text{ -----(12)}$$

Y finalmente se procedió a saturar el suelo al 100%, también tomando en consideración la ecuación (12).

$$\frac{V_w = 244.72}{V_v = 257.138} \rightarrow 257.38 - 244.272 = 12.766 \text{ cm}^3 \text{ -----(13)}$$

$$\frac{V_w = 244.72 + 12.766}{V_v = 257.138} * 100 = \frac{257.138}{257.138} * 100 = 100\% \text{ ----- (14)}$$

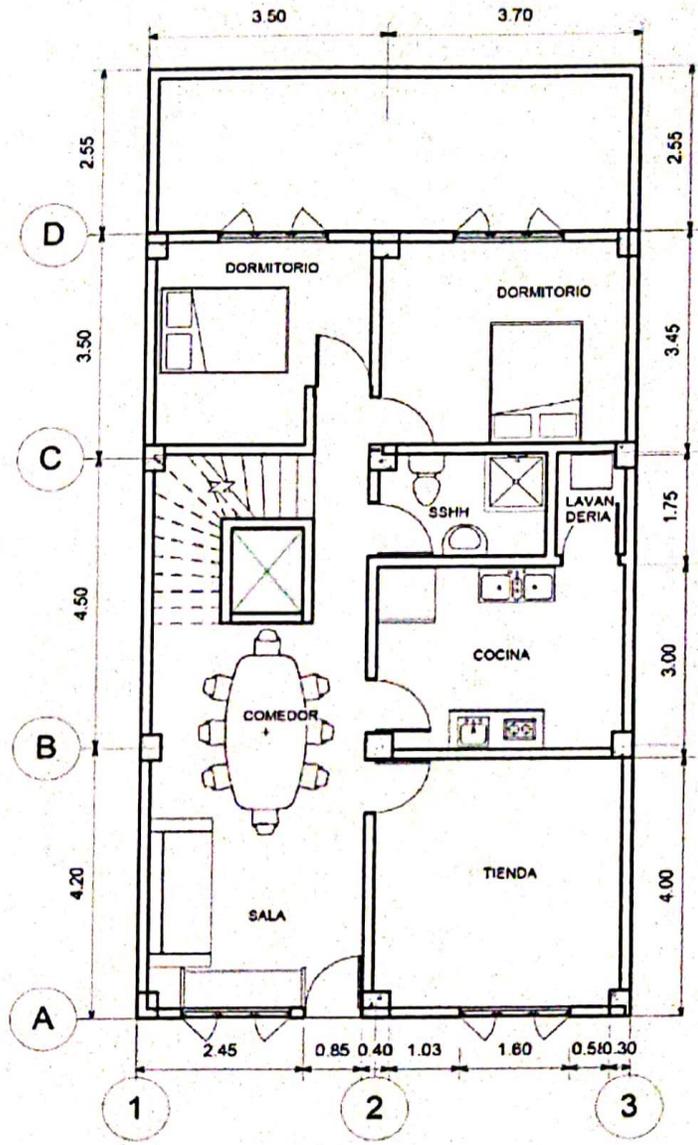
A continuación, mostramos el cuadro del grado de saturación la cantidad de agua añadida para cada una de las mismas.

Masa del sólido	Volumen total.	Gravedad específica del sólido	Masa del agua	Grado de saturación (S%)
1274.297 gr.	1619.10 cm ³	1.14 gr/cm ³	240.71 ml	92.37 %
1274.297 gr.	1619.10 cm ³	1.14 gr/cm ³	244.72 ml	95.00 %
1274.297 gr.	1619.10 cm ³	1.14 gr/cm ³	257.138 ml	100.00 %




 JOSÉ E. MEDINA AEDO
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 258648

2. Plano de Propuesta de vivienda familiar



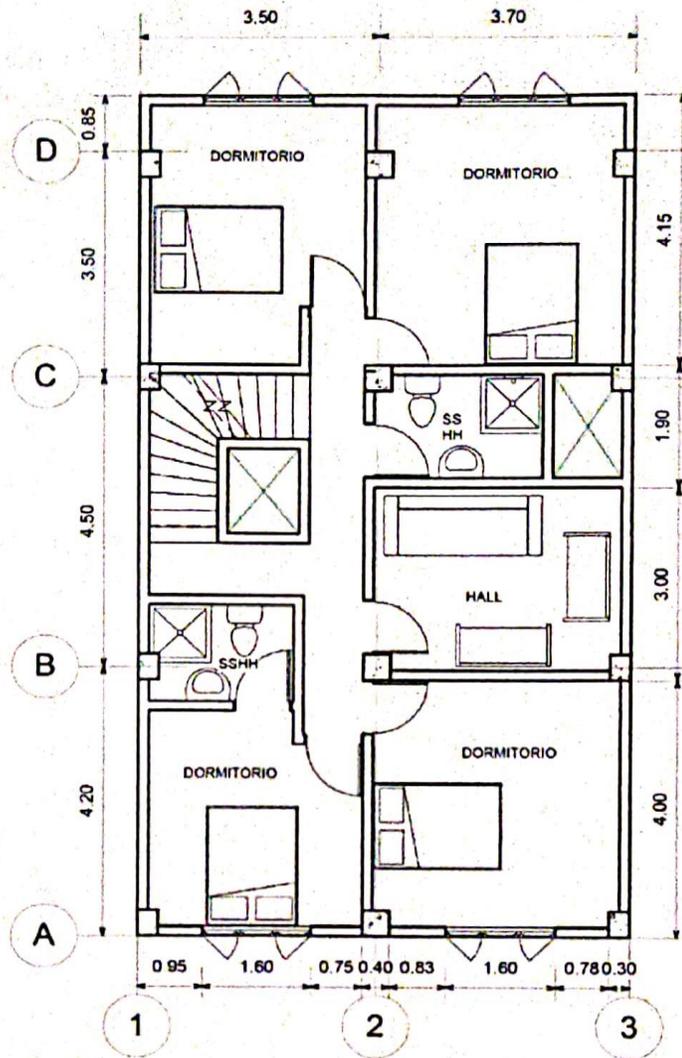
PRMER PISO



 JOSE E. MEDINA AEDO

 INGENIERO CIVIL

 CIP Nº 258048



SEGUNDO Y TERCER PISO




 JOSÉ E. MEDINA AEDO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 256648

3. Metrado de cargas de la edificación propuesta

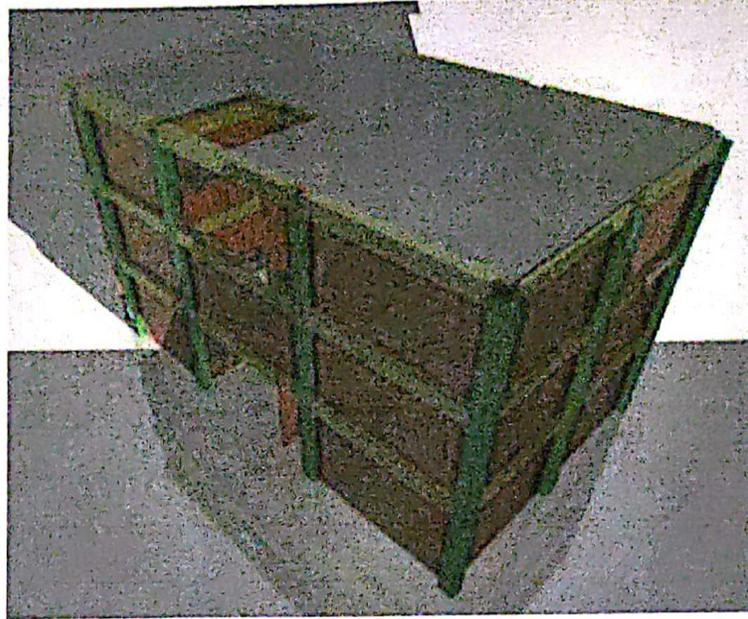


Imagen 01: Modelado de vivienda familiar propuesta en el programa etabs.

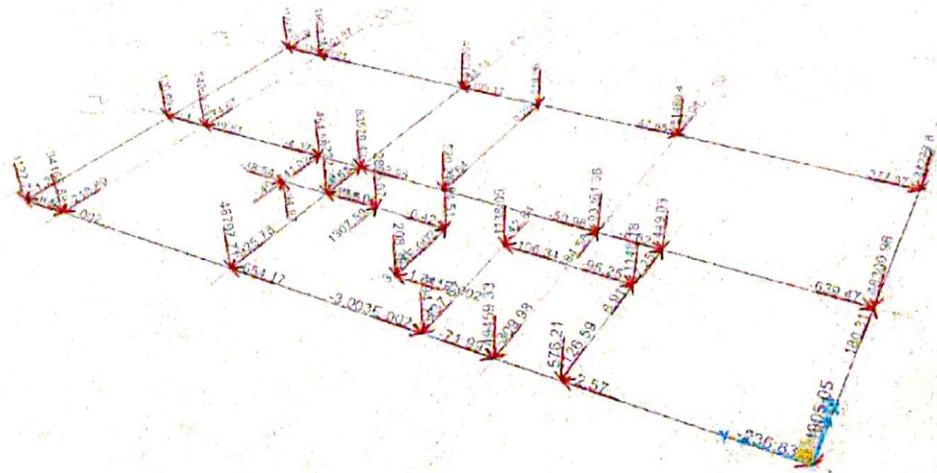


Imagen 02: Reacciones en el nivel de desplante de las zapatas.



JOSÉ E. MEDINA AEDO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 258648

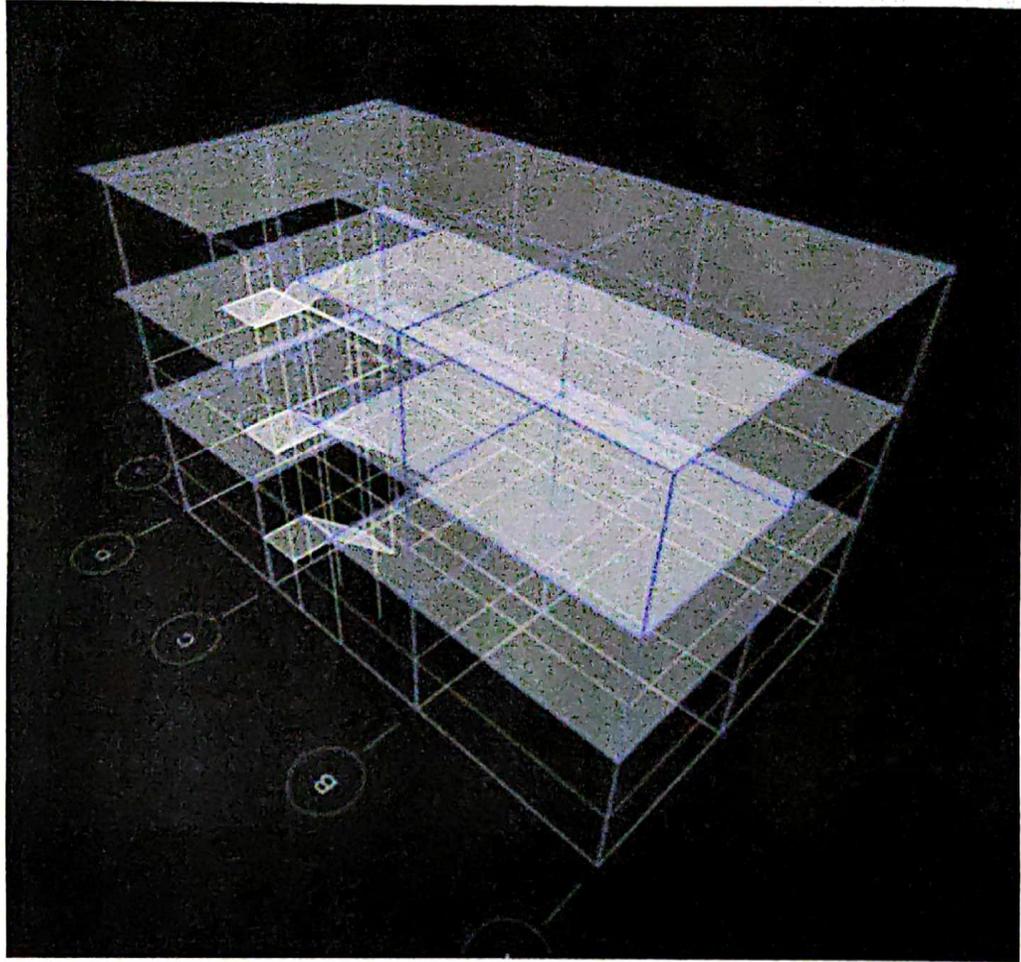


Imagen 03: Modelado de la estructura.

Cargas obtenidas mediante el software etabs

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-m	MY kgf-m	MZ kgf-m
Base	1	102	Dead	LinStatic	-180.31	639.47	48300.96	0	0	0
Base	1	102	Live	LinStatic	-29.49	104.48	4360.45	0	0	0
Base	1	102	Live de techo	LinStatic	-1.14	5.31	1298.9	0	0	0
Base	2	106	Dead	LinStatic	-384.58	50.96	93361.36	0	0	0
Base	2	106	Live	LinStatic	-60.42	-4.41	9549.68	0	0	0
Base	2	106	Live de techo	LinStatic	-0.55	1	2903.33	0	0	0



Jose E. Medina Aedo
JOSÉ E. MEDINA AEDO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 250048

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-m	MY kgf-m	MZ kgf-m
Base	3	110	Dead	LinStatic	-224.51	-152.95	83579.41	0	0	0
Base	3	110	Live	LinStatic	-40.33	-19.22	8382.71	0	0	0
Base	3	110	Live de techo	LinStatic	-0.26	-0.69	2382.31	0	0	0
Base	4	114	Dead	LinStatic	74.87	-49.81	54954.53	0	0	0
Base	4	114	Live	LinStatic	2.15	-28.2	5416.82	0	0	0
Base	4	114	Live de techo	LinStatic	1.58	-1.09	1611.37	0	0	0
Base	5	90	Dead	LinStatic	925.78	-654.17	46797.71	0	0	0
Base	5	90	Live	LinStatic	185.45	-107.6	5201.31	0	0	0
Base	5	90	Live de techo	LinStatic	5.1	-2.87	851.11	0	0	0
Base	6	94	Dead	LinStatic	218.89	130.15	34165.88	0	0	0
Base	6	94	Live	LinStatic	32.18	-8.92	2546.72	0	0	0
Base	6	94	Live de techo	LinStatic	2.43	0.35	771.01	0	0	0
Base	7	86	Dead	LinStatic	309.98	71.99	49459.32	0	0	0
Base	7	86	Live	LinStatic	48.13	11.58	4702.04	0	0	0
Base	7	86	Live de techo	LinStatic	2.49	0.54	1174.87	0	0	0
Base	8	98	Dead	LinStatic	165.73	238.83	24905.05	0	0	0
Base	8	98	Live	LinStatic	27.58	24.99	1797.83	0	0	0
Base	8	98	Live de techo	LinStatic	1.91	2.27	570.37	0	0	0
Base	9	70	Dead	LinStatic	15.42	377.37	27273.79	0	0	0
Base	9	70	Live	LinStatic	7.96	64.42	2209.14	0	0	0
Base	9	70	Live de techo	LinStatic	0.69	2.86	636.27	0	0	0
Base	10	74	Dead	LinStatic	53.08	47.65	51460.39	0	0	0
Base	10	74	Live	LinStatic	12.3	2.3	4920.98	0	0	0
Base	10	74	Live de techo	LinStatic	0.89	0.34	1488.28	0	0	0
Base	11	78	Dead	LinStatic	83.13	-193.17	49889.6	0	0	0
Base	11	78	Live	LinStatic	15.42	-22.74	4466.35	0	0	0
Base	11	78	Live de techo	LinStatic	1.34	-0.65	1337.1	0	0	0
Base	12	82	Dead	LinStatic	101.07	-0.81	35828.77	0	0	0
Base	12	82	Live	LinStatic	17.33	-27.44	2794.82	0	0	0



Jose E. Medina Aedo

JOSE E. MEDINA AEDO

INGENIERO CIVIL

CIP N° 256648

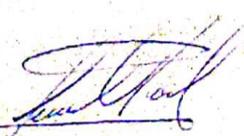
Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-m	MY kgf-m	MZ kgf-m
Base	12	82	Live de techo	LinStatic	1.33	-1.29	817.76	0	0	0
Base	20	15	Dead	LinStatic	1.26	-0.04	1127.7	0	0	0
Base	20	15	Live	LinStatic	0.16	-0.01	0.12	0	0	0
Base	20	15	Live de techo	LinStatic	0.01	0.001995	0.03	0	0	0
Base	22	16	Dead	LinStatic	0.92	-0.11	1127.63	0	0	0
Base	22	16	Live	LinStatic	0.15	-0.01	0.09	0	0	0
Base	22	16	Live de techo	LinStatic	0.01	0.002756	0.03	0	0	0
Base	28	68	Dead	LinStatic	163.62	-759.05	1222.29	0	0	0
Base	28	68	Live	LinStatic	89.81	-63.4	137.13	0	0	0
Base	28	68	Live de techo	LinStatic	1	-9.36	1.26	0	0	0
Base	50	64	Dead	LinStatic	-1307.59	219.51	2866.07	0	0	0
Base	50	64	Live	LinStatic	-296.3	74.44	641.03	0	0	0
Base	50	64	Live de techo	LinStatic	-16.88	2.94	-18.41	0	0	0
Base	56	29	Dead	LinStatic	1	-0.02	208.36	0	0	0
Base	56	29	Live	LinStatic	0.14	0.002472	0.3	0	0	0
Base	56	29	Live de techo	LinStatic	0.01	0.0001476	0.02	0	0	0
Base	18	17	Dead	LinStatic	0.0006043	-0.1	130.09	0	0	0
Base	18	17	Live	LinStatic	8.186E-05	-0.01	0.03	0	0	0
Base	18	17	Live de techo	LinStatic	0	-0.00374	0.003611	0	0	0
Base	19	21	Dead	LinStatic	-40	38.54	-94.97	0	0	0
Base	19	21	Live	LinStatic	-7.27	7.01	-66.23	0	0	0
Base	19	21	Live de techo	LinStatic	-0.04	0.04	-0.39	0	0	0
Base	23	25	Dead	LinStatic	-141.02	4.37	464.56	0	0	0
Base	23	25	Live	LinStatic	-25.57	0.79	58.32	0	0	0
Base	23	25	Live de techo	LinStatic	-0.16	0.004948	0.36	0	0	0
Base	24	30	Dead	LinStatic	-0.03	0.42	394.51	0	0	0
Base	24	30	Live	LinStatic	-0.01	0.06	0.2	0	0	0



JOSE E. MEDINA AEDO
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 258648

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-m	MY kgf-m	MZ kgf-m
Base	24	30	Live de techo	LinStatic	0	0.01	0.02	0	0	0
Base	25	37	Dead	LinStatic	137.67	0.03	594.15	0	0	0
Base	25	37	Live	LinStatic	17.46	-0.004419	31.51	0	0	0
Base	25	37	Live de techo	LinStatic	0.19	0.0001357	0.32	0	0	0
Base	26	38	Dead	LinStatic	42.84	-106.34	1138.05	0	0	0
Base	26	38	Live	LinStatic	5.48	-18.61	70.7	0	0	0
Base	26	38	Live de techo	LinStatic	0.05	-0.06	0.55	0	0	0
Base	27	47	Dead	LinStatic	-6.91	95.25	1148.18	0	0	0
Base	27	47	Live	LinStatic	-1.08	9.89	48.12	0	0	0
Base	27	47	Live de techo	LinStatic	-5.611E-05	0.16	0.48	0	0	0
Base	29	51	Dead	LinStatic	-137.25	6.62	449.03	0	0	0
Base	29	51	Live	LinStatic	-21.37	1.03	47.13	0	0	0
Base	29	51	Live de techo	LinStatic	-0.12	0.01	0.26	0	0	0
Base	30	55	Dead	LinStatic	126.59	-2.57	576.21	0	0	0
Base	30	55	Live	LinStatic	19.77	-0.4	36.41	0	0	0
Base	30	55	Live de techo	LinStatic	0.11	-0.00225	0.21	0	0	0
Base	33	59	Dead	LinStatic	0.64	0.001498	520.21	0	0	0
Base	33	59	Live	LinStatic	0.09	0.0002572	0.39	0	0	0
Base	33	59	Live de techo	LinStatic	0.01	0	0.04	0	0	0
Base	34	60	Dead	LinStatic	-0.25	0.001632	518.96	0	0	0
Base	34	60	Live	LinStatic	-0.02	0.0002631	0.2	0	0	0
Base	34	60	Live de techo	LinStatic	0.004273	0	0.03	0	0	0




 JOSÉ E. MEDINA AEDO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 258648

4. Carga admisible ultima del suelo de fundación

4.1. Con grado de saturación al 92.37%

4.1.1. Ecuación formulada por Terzaghi

$$q_{ult\ com.} = 1.38\ Kg/cm^2 = 13.80\ Tn/m^2$$

$$(Cohesión) C_u = 0.69\ Kg/cm^2 = 6.90\ Tn/m^2$$

Carga ultima de trabajo: $P_u = CM + 50\% CV$

$$P_u = 93,361.36\ Kg + 50\% (12,453.01\ Kg) = 99,587.865\ Kg = 99.588\ Tn$$

a) Predimensionamiento de la zapata

$$q_u = \frac{P_u}{Area\ Zapata} \rightarrow 13.80\ Tn/m^2 = \frac{99.588\ tn}{Area\ Zapata}$$

$$\text{Área de la Zapata} = 7.217\ m^2$$

Considerando una zapata cuadrada de lado B

$$B = 2.68\ m.$$

b) Calculando Factores de carga según tabla

$$N_q = 1.00$$

$$N_c = 5.70$$

$$N_\gamma = 0.00$$

c) Esfuerzo efectivo en el nivel de desplante

Esfuerzo producido por el suelo por encima de la zapata

$$q' = (1.936\ tn/m^3) (2.00\ m) = 3.872\ tn/m^2$$

$$Y' = Y_{sat} - Y_w = 0.936\ Tn/m^3$$

d) Carga Ultima del suelo

$$q_{ult.} = 1.3 (C_u) (N_c) + q' (N_q) + 0.4 (Y') (B) (N_\gamma)$$

$$q_{ult.} = 1.3 (6.90) (5.70) + 3.872 (1.00) + 0$$

$$q_{ult.} = 55\ tn/m^2$$

e) Carga Ultima admisible por el suelo

Se tiene un factor de seguridad (FS) de 3

$$Q_{ult. Adm.} = 18.33\ Tn/m^2 = 1.8\ Kg/cm^2$$



JOSÉ E. MEDINA AEDO
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 258648

4.1.2. Ecuación formulada por Meyerhof

$$q_{ult.} = C_u \cdot N_c \cdot F_{cs} \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q \cdot N_q \cdot F_{qs} \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + 0.5 Y' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot F_{\gamma s} \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i}$$

$$C_u = 6.90 \text{ tn/m}^2$$

$$q' = 3.872 \text{ Tn/m}^2$$

$$Y' = 0.936 \text{ Tn/m}^3$$

a) Calculando factores de carga

$$N_q = 1.00$$

$$N_c = 5.70$$

$$N_\gamma = 0.00$$

b) Factores de forma

$$F_{cs} = 1 + \frac{1}{1} \left(\frac{1}{5.70} \right) = 1.175$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{1}{1} \text{tg} \Phi = 1$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \left(\frac{1}{1} \right) = 0.6$$

c) Factores de profundidad

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \left(\frac{2}{2} \right) = 1.4$$

$$F_{qd} = 1$$

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

d) Factores de inclinación

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{0}{90} \right)^2 = 1$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{0}{0} \right) \cong 1$$

e) Carga Ultima del suelo

$$q_{ult.} = (6.90) (5.70) (1.175) (1.4) (1) + 3.872 (1) (1) (1) (1)$$

$$q_{ult.} = 68.57 \text{ tn/m}^2$$

f) Carga Ultima Admisible por el suelo

Se tiene un factor de seguridad (FS) de 3

$$Q_{ult. \text{ Adm.}} = 22.86 \text{ Tn/m}^2 = 2.286 \text{ Kg/cm}^2$$



JOSÉ E. MEDINA AEDO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 258648

4.2. Con grado de saturación al 95%

4.2.1. Ecuación formulada por Terzaghi

$$q_{ult\ com.} = 1.17\ Kg/cm^2 = 11.70\ Tn/m^2$$

$$(Cohesión) C_u = 0.59\ Kg/cm^2 = 5.90\ Tn/m^2$$

Carga ultima de trabajo: $P_U = CM + 50\% CV$

$$P_u = 93,361.36\ Kg + 50\% (12,453.01\ Kg) = 99,587.865\ Kg = 99.588\ Tn$$

a) Predimensionamiento de la zapata

$$q_u = \frac{P_u}{Area\ Zapata} \rightarrow 11.70\ Tn/m^2 = \frac{99.588\ tn}{Area\ Zapata}$$

$$Área\ de\ la\ Zapata = 8.51\ m^2$$

Considerando una zapata cuadrada de lado B

$$B = 2.92\ m.$$

b) Calculando Factores de carga según tabla

$$N_q = 1.00$$

$$N_c = 5.70$$

$$N_\gamma = 0.00$$

c) Esfuerzo efectivo en el nivel de desplante

Esfuerzo producido por el suelo por encima de la zapata

$$q' = (1.936\ tn/m^3) (2.00\ m) = 3.872\ tn/m^2$$

$$Y' = Y_{sat} - Y_w = 0.936\ Tn/m^3$$

d) Carga Ultima del suelo

$$q_{ult.} = 1.3 (C_u) (N_c) + q' (N_q) + 0.4 (Y') (B) (N_\gamma)$$

$$q_{ult.} = 1.3 (5.90) (5.70) + 3.872 (1.00) + 0$$

$$q_{ult.} = 47.59\ tn/m^2$$

e) Carga Ultima admisible por el suelo

Se tiene un factor de seguridad (FS) de 3

$$Q_{Ult. Adm.} = 15.86\ Tn/m^2 = 1.586\ Kg/cm^2$$



JOSÉ E. MEDINA AEDO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 255648

4.2.2. Ecuación formulada por Meyerhof

$$q_{ult.} = C_u \cdot N_c \cdot F_{cs} \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q \cdot N_q \cdot F_{qs} \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + 0.5 \cdot Y' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot F_{\gamma s} \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i}$$

$$C_u = 5.90 \text{ tn/m}^2$$

$$q' = 3.872 \text{ Tn/m}^2$$

$$Y' = 0.936 \text{ Tn/m}^3$$

a) Calculando factores de carga

$$N_q = 1.00$$

$$N_c = 5.70$$

$$N_\gamma = 0.00$$

b) Factores de forma

$$F_{cs} = 1 + \frac{1}{1} \left(\frac{1}{5.70} \right) = 1.175$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{1}{1} \text{tg} \Phi = 1$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \left(\frac{1}{1} \right) = 0.6$$

c) Factores de profundidad

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \left(\frac{2}{2} \right) = 1.4$$

$$F_{qd} = 1$$

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

d) Factores de inclinación

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{0}{90} \right)^2 = 1$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{0}{0} \right) \cong 1$$

e) Carga Ultima del suelo

$$q_{ult.} = (5.90) (5.70) (1.175) (1.4) (1) + 3.872 (1) (1) (1) (1)$$

$$q_{ult.} = 59.19 \text{ tn/m}^2$$

f) Carga Ultima Admisible por el suelo

Se tiene un factor de seguridad (FS) de 3

$$Q_{Ult. Adm.} = 19.73 \text{ Tn/m}^2 = 1.973 \text{ Kg/cm}^2$$



JOSE E. MEDINA AEDO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 258648

4.3. Con grado de saturación al 100%

4.3.1. Ecuación formulada por Terzaghi

$$q_{ult\ com.} = 0.53\ Kg/cm^2 = 5.30\ Tn/m^2$$

$$(Cohesión) C_u = 0.27\ Kg/cm^2 = 2.70\ Tn/m^2$$

Carga ultima de trabajo: $P_U = CM + 50\% CV$

$$P_u = 93,361.36\ Kg + 50\% (12,453.01\ Kg) = 99,587.865\ Kg = 99.588\ Tn$$

a) Predimensionamiento de la zapata

$$q_u = \frac{P_u}{Area\ Zapata} \rightarrow 5.30\ Tn/m^2 = \frac{99.588\ tn}{Area\ Zapata}$$

$$Área\ de\ la\ Zapata = 18.79\ m^2$$

Considerando una zapata cuadrada de lado B

$$B = 4.30\ m.$$

b) Calculando Factores de carga según tabla

$$N_q = 1.00$$

$$N_c = 5.70$$

$$N_\gamma = 0.00$$

c) Esfuerzo efectivo en el nivel de desplante

Esfuerzo producido por el suelo por encima de la zapata

$$q' = (1.936\ tn/m^3) (2.00\ m) = 3.872\ tn/m^2$$

$$Y' = Y_{sat} - Y_w = 0.936\ Tn/m^3$$

d) Carga Ultima del suelo

$$q_{ult.} = 1.3 (C_u) (N_c) + q' (N_q) + 0.4 (Y') (B) (N_\gamma)$$

$$q_{ult.} = 1.3 (2.70) (5.70) + 3.872 (1.00) + 0$$

$$q_{ult.} = 23.88\ tn/m^2$$

e) Carga Ultima admisible por el suelo

Se tiene un factor de seguridad (FS) de 3

$$Q_{Ult. Adm.} = 7.96\ Tn/m^2 = 0.796\ Kg/cm^2$$



JOSE E. MEDINA AEDO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 258648

4.3.2. Ecuación formulada por Meyerhof

$$q_{ult.} = C_u \cdot N_c \cdot F_{cs} \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q \cdot N_q \cdot F_{qs} \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + 0.5 Y' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot F_{\gamma s} \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i}$$

$$C_u = 2.70 \text{ tn/m}^2$$

$$q' = 3.872 \text{ Tn/m}^2$$

$$Y' = 0.936 \text{ Tn/m}^3$$

a) Calculando factores de carga

$$N_q = 1.00$$

$$N_c = 5.70$$

$$N_\gamma = 0.00$$

b) Factores de forma

$$F_{cs} = 1 + \frac{1}{1} \left(\frac{1}{5.70} \right) = 1.175$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{1}{1} \text{tng}\Phi = 1$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \left(\frac{1}{1} \right) = 0.6$$

c) Factores de profundidad

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \left(\frac{2}{2} \right) = 1.4$$

$$F_{qd} = 1$$

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

d) Factores de inclinación

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{0}{90} \right)^2 = 1$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{0}{0} \right) \cong 1$$

e) Carga Ultima del suelo

$$q_{ult.} = (2.70) (5.70) (1.175) (1.4) (1) + 3.872 (1) (1) (1) (1)$$

$$q_{ult.} = 29.19 \text{ tn/m}^2$$

f) Carga Ultima Admisible por el suelo

Se tiene un factor de seguridad (FS) de 3

$$Q_{ult. \text{ Adm.}} = 9.73 \text{ Tn/m}^2 = 0.973 \text{ Kg/cm}^2$$



JOSÉ E. MEDINA AEDO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 250649

4.4. Tabla de factores de carga.

Φ	N_c	N_q	N_r	Φ	N_c	N_q	N_r
0	5.7	1	0	26	27.09	14.21	9.84
1	6	1.1	0.01	27	29.24	15.9	11.6
2	6.3	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.7
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.1	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.2	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.6	2.21	0.35	34	52.64	36.5	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.8	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.5	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.6	5.45	2.18	43	134.58	126.5	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.6
19	16.56	6.7	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.8	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.4	7.08	50	347.5	415.14	1072.8
25	25.13	12.72	8.34				

5. Asentamiento del suelo de fundación

Calculando la relación de vacíos inicial (e_0):

$$\text{Volumen total del espécimen (V}_t\text{)} = 1619.10 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volumen de los sólidos (V}_s\text{)} = 1117.804 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volumen del contenido de agua (V}_w\text{)} = 240.71 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volumen de vacíos (V}_v\text{)} = 260.596 \text{ cm}^3$$

$$e_0 = \frac{V_v}{V_s} = \frac{260.596}{1117.804} = 0.233$$

$$\text{Altura de estrato considerado (H}_c\text{)} = 0.25 \text{ m.}$$



JOSE E. MEDINA AEDO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 258648

Esfuerzo inicial efectiva (P_0) = (0.936) (0.25) = 0.234

Esfuerzo efectivo promedio (P_Δ)

m = L/B	z (metros)	n = 2z / B	lc*	$\Delta P = q * lc$
1	2.00	4	0.87	1.20

$P_\Delta = 1.20$

Para determinar la consolidación se utilizó la siguiente fórmula:

$$S = \frac{C_s * H_c}{1 * e_0} \log \frac{P_0 + \Delta P_{prom.}}{P_0}$$

5.1. Con grado de saturación al 92.37%

$C_s = 0.1164$

$$S_{92.37} = \frac{0.1164 * 0.25}{1 * 0.233} \log \frac{0.234 + 1.20}{0.234}$$

$S_{92.37} = 0.01858$ m.

$S_{92.37} = 1.85$ cm.

5.2. Con grado de saturación al 95%

$C_s = 0.1189$

$$S_{92.37} = \frac{0.1189 * 0.25}{1 * 0.233} \log \frac{0.234 + 1.20}{0.234}$$

$S_{92.37} = 0.01898$ m.

$S_{92.37} = 1.898$ cm.

5.3. Con grado de saturación al 100%

$C_s = 0.120$

$$S_{92.37} = \frac{0.120 * 0.25}{1 * 0.233} \log \frac{0.234 + 1.20}{0.234}$$

$S_{92.37} = 0.01916$ m.

$S_{92.37} = 1.9156$ cm.



JOSE E. MEDINA AEDO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 258648

Instrumentos de recolección de datos

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD - INDICE DE PLASTICIDAD

INSTRUMENTO DE VALIDACION DE DATOS

PROYECTO:

SOLICITANTE:

UBICACIÓN:

FECHA:

ESPECIMEN:

CALICATA:

PROFUNDIADA:

ESTADO

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA			
A. PESO DE LA TARA			
B. PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)			
C. PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA (g)			
D. PESO DEL AGUA W_w (g): B - C			
E. PESO DE LOS SÓLIDOS W_s (g): C - A			
F. CONTENIDO DE HUMEDAD W (%): $(D/E)*100$			
PROMEDIO			

LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO N°	1	2
N° DE TARA		
A. PESO DE LA TARA		
B. PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)		
C. PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA (g)		
D. PESO DEL AGUA W_w (g): B - C		
E. PESO DE LOS SÓLIDOS W_s (g): C - A		
F. CONTENIDO DE HUMEDAD W (%): $(D/E)*100$		
PROMEDIO		

LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO N°	1	2
NUMERO DE GOLPES DE GOLPES N°		
N° DE TARA		
A. PESO DE LA TARA		
B. PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)		
C. PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA (g)		
D. PESO DEL AGUA W_w (g): B - C		
E. PESO DE LOS SÓLIDOS W_s (g): C - A		
F. CONTENIDO DE HUMEDAD W (%): $(D/E)*100$		
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO		


 JOSE E. MEDINA ARDO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 255548


 Edgar R. Condori Pilco
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 174297


 BORIS JAIME CHIQUE CALDERON
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE DATOS

PROYECTO:

SOLICITANTE:

UBICACIÓN:

FECHA:

PROFUNDIADA:

ESPECIMEN:

ESTADO

CALICATA:

PROGRESIVA

Malla		Peso (gr)	% Retenido		% que pasa	Especificación		Datos de la muestra	
Tamiz	mm.		Parcial	Acum.		Min.	Max.		
3 "	76.200							Peso inicial (gr.)	
2 "	50.600							Peso de la fracción grava lavada (gr)	
1 1/2 "	38.100							P. fracción fina (gr)	
1 "	25.400							Peso de la fracción fina tomada (gr)	
3/4 "	19.050								
1/2 "	12.700								
3/8 "	9.525								
1/4 "	6.350								
N° 4	4.760								
10	2.000								
20	0.840								
40	0.420								
50	0.300								
100	0.149								
200	0.074								
Cazuela									



Jose E. Medina Ardo

JOSE E. MEDINA ARDO

 INGENIERO CIVIL

 CIP. N° 254648



Angel R. Combari Pileo

Angel R. Combari Pileo

 INGENIERO CIVIL

 CIP. N° 174297



Boris Jaime Chique Caldero

BORIS JAIME CHIQUE CALDERO

 INGENIERO CIVIL

 CIP. 156001

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS - GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO

PROYECTO : _____
SOLICITANTE : _____
MUESTRA : _____
FECHA: _____

Masa del Picnómetro vacio (gr)	
Masa del Picnómetro lleno de agua (gr)	
Masa de la muestra SSS - superficialmente seca (gr)	
Masa del picnómetro + muestra SSS + H2O	

Tara para el secado de la muestra en Horno	
Masa de la tara para el secado en horno de la muestra (gr)	
Masa de la muestra secada al horno + tara (gr)	



JOSE E. MEDINA ARDO
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 252848



Edgar R. Concori Pileo
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 174297



BORIS JAIME CHIQUE CALDERON
INGENIERO CIVIL
CIP. 156001

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO:

SOLICITANTE:

UBICACIÓN:

CANTERA:

FECHA:

PROFUNDIADA:

MUESTRA:

METODO:

CALICATA:

DESCRIPCIÓN:

Datos para la muestra a ensayar:

Velocidad de ensayo (mm/min)	0.50	Estado del suelo	
Tiempo de consolidación (hrs)		Tipo de muestra	

Datos de los especímenes de ensayo:

Datos	Espécimen 01	Espécimen 02	Espécimen 03	Promedio
	Inicial	Inicial	Inicial	
Altura h (cm)				
Largo (cm)				
Ancho (cm)				
Área (cm ²)				
Volumen (cm ³)				
Peso del molde (g)				
Peso molde + muestra (g)				
Peso específico (g/cm ³)				
Humedad W (%)				
Fuerza aplicada (Kg)				
Esfuerzo normal (Kg/cm ²)				

Datos de contenido de humedad W (%):

Datos	Espécimen 01	Espécimen 01	Espécimen 01	Promedio
	Inicial	Inicial	Inicial	
N° de recipiente				
Peso de recipiente (g)				
Peso de R. + Mh (g)				
Peso de R. + Ms (g)				
Contenido de Humedad (%)				


JOSE E. MEDINA ARDO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 253848


Edgar R. Conchri Pileo
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 174297


BORIS JAIME CHIQUE CALDERON
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPÉCIMEN 01 (1 Kg) F N =				ESPÉCIMEN 02 (2 Kg) F N =				ESPÉCIMEN 03 (4 Kg) F N =			
Deform. Tangen. (mm)x10 ⁻²	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de corte (kg/cm2)	Deform. Tangen. (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de corte (kg/cm2)	Deform. Tangen. (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de corte (kg/cm2)
0.00				0.00				0.00			
0.10				0.10				0.10			
0.20				0.20				0.20			
0.30				0.30				0.30			
0.40				0.40				0.40			
0.60				0.60				0.60			
0.80				0.80				0.80			
1.00				1.00				1.00			
1.25				1.25				1.25			
1.50				1.50				1.50			
1.75				1.75				1.75			
2.00				2.00				2.00			
2.25				2.25				2.25			
2.50				2.50				2.50			
2.75				2.75				2.75			
3.00				3.00				3.00			
3.50				3.50				3.50			
4.00				4.00				4.00			
4.50				4.50				4.50			
5.00				5.00				5.00			
5.50				5.50				5.50			
6.00				6.00				6.00			
6.50				6.50				6.50			
7.00				7.00				7.00			



Jose E. Medina Ardo

JOSE E. MEDINA ARDO

 INGENIERO CIVIL

 CIP N° 269648



Edgar R. González Pileo

Edgar R. González Pileo

 INGENIERO CIVIL

 CIP N° 174297



Boris Jaime Chique Caldera

BORIS JAIME CHIQUE CALDERA

 INGENIERO CIVIL

 CIP. 158001

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS PARA COMPRESIÓN NO CONFINADA

ASTM D 2166-06 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO :

FECHA :

1- DATOS DE LA MUESTRA			
Datos	Especimen 1	Especimen 2	Especimen 3
Peso (g)			
Promedio de diámetro inicial (cm)			
Parte Superior del especimen			
Parte Intermedia del especimen			
Parte Inferior del especimen			
Area A_0 (cm ²)			
Promedio de altura inicial L_0 (cm)			
HUMEDAD			
Peso de recipiente			
Peso de recipiente + muestra del suelo húmedo			
Peso recipiente + muestra del suelo seco			
Contenido de Humedad (%)			

2- ESPECIMEN - 01, 02 y 03

Tiempo		Degormación en mm.10 ⁻² (ΔL) / Dial de carga (Kn)					
		Especimen - 01		Especimen - 02		Especimen - 03	
Seg.	Min.	Dial de def. (ΔL)	Dial de C. (Kn)	Dial de def. (ΔL)	Dial de C. (Kn)	Dial de def. (ΔL)	Dial de C. (Kn)
0	0:00:00						
12	0:00:12						
24	0:00:24						
36	0:00:36						
48	0:00:48						
60	0:01:00						
90	0:01:30						
120	0:02:00						
150	0:02:30						
180	0:03:00						
210	0:03:30						
240	0:04:00						
270	0:04:30						
300	0:05:00						
330	0:05:30						
360	0:06:00						
390	0:06:30						
420	0:07:00						

 *[Signature]*
JOSE E. MEDINA AEDO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 253648

 *[Signature]*
Cesar R. Caceron Pileo
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 174297

 *[Signature]*
BORIS JAIME CHIQUE CALDERON
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS PARA COMPRESIÓN NO CONFINADA

ASTM D 2166-06 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO :

FECHA :

450	0:07:30						
480	0:08:00						
510	0:08:30						
540	0:09:00						
570	0:09:30						
600	0:10:00						
630	0:10:30						
660	0:11:00						
690	0:11:30						
720	0:12:00						
750	0:12:30						
780	0:13:00						



JOSE E. MEDINA AEDO
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 259648



Edgar R. Concori Pileo
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 174297



BORIS JAIME CHIQUE CALDERA
INGENIERO CIVIL
CIP. 156001

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

ASTM D 2435-70 NTP 339.154 AASHTO T216-66

PROYECTO :
 SOLICITANTE :
 UBICACIÓN :
 FECHA :

1- CONTENIDO DE HUMEDAD		
Datos de la muestra antes y despues del ensayo	Inicial (I)	Final (f)
Peso de tara (g)		
A. Peso del anillo (g)		
B. Peso del anillo + muestra húmeda + Tara (g)		
C. Peso del anillo + muestra seca + tara (g)		
D. Contenido de humedad (W%) = $((B-C)/(C-A-Tara))*100$		

2- GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS	
E. Peso de fiola (g)	
F. Peso de la Fiola + muestra seca (g)	
G. Peso de la muestra seca (g) : F - E	
H. Peso del agua + fiola + muestra seca (g)	
I. Peso del agua + fiola (g)	
J. Gravedad especifica (Gs) :	
Gravedad especifica (Gs) :	

3- DATOS DEL ESPÉCIMEN	
k. Gravedad especifica de los sólidos (Gs) : J	
L. Peso del especimen húmedo (g) : Bi - Ai	
M. Diámetro (cm)	
N. Altura Ho (cm)	
O. Área A (cm ²) : $\pi M^2/4$	
P. Volumen de la muestra en el anillo (cm ³) : O*N	
Q. Densidad húmeda (g/cm ³) : L/P	
R. Peso de los sólidos Ws (g) : $(B - A)/(1 + D/100)$	
S. Altura de los sólidos Hs = $Ws/(Ags_{w,s})$ (cm) : $R/(O*K)$	
T. Relación de vacios inicial e ₀ = $(Ho - Hs)/Hs$: $(N - S)/S$	
U. Variación de la altura de la muestra ΔH (cm)	
V. Altura final de la muestra H _f (cm) : N - U	
W. Relación de vacios final e _f = $(H_f - Hs)/Hs$: $(V - S)/S$	



JOSE E. MEDINA ARBO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 256648



Edgar A. Gueorji Pilgo
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 174297



BORIS JAIME CHIQUE CALDERON
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

ASTM D 2435-70 NTP 339.154 AASHTO T216-66

PROYECTO :
 SOLICITANTE :
 UBICACIÓN :
 FECHA :

4- LECTURAS DE DEFORMACIÓN												
CARGA												
CARGA	(Kpa)	12.50	25.00	50.00	100.00	200.00	300.00	400.00	800.00	1600.00	3200.00	
	(Kg/cm ²)	0.127	0.255	0.510	1.020	2.039	3.059	4.079	8.158	16.316	32.631	
TIEMPO (minutos)	Deformación (mm)											
0.00	0:00:00											
0.10	0:00:06											
0.25	0:00:15											
0.50	0:00:30											
1.00	0:01:00											
2.00	0:02:00											
4.00	0:04:00											
8.00	0:08:00											
15.00	0:15:00											
30.00	0:30:00											
60.00	1:00:00											
120.00	2:00:00											
240.00	4:00:00											
480.00	8:00:00											
960.00	16:00:00											
1.440.00	24:00:00											
DESCARGA												
CARGA	(Kpa)	0.00	12.50	25.00	50.00	100.00	200.00	300.00	400.00	800.00	0.00	
	(Kg/cm ²)	0.000	0.127	0.255	0.510	1.020	2.039	3.059	4.079	8.158	0.000	
TIEMPO (minutos)	Deformación (mm)											
0.00	0:00:00											
0.13	0:00:08											
0.25	0:00:15											
0.50	0:00:30											
1.00	0:01:00											
2.00	0:02:00											
4.00	0:04:00											
8.00	0:08:00											



JOSE E. MEDINA AFDO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001



 Lugar: **Gonzalo Pileo**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 174297



BORIS JAIME CHIQUE CALDERA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

Panel fotográfico:



Foto 01: refuerzo en viviendas dañadas por asentamiento



Foto 02: daño en los acabados a causa de los asentamientos.



Foto 03: fisura en los muros a causa de los asentamientos.



Foto 04: excavación de calicata 01.



Foto 05: excavación de calicata 02.



Foto 06: Toma de muestra 01.



Foto 07: Toma de muestra 02.



Foto 08: Muestra parafinada en laboratorio.



Foto 09: Muestra quitada la parafina en laboratorio.



Foto 10: Tallado de muestra para corte directo.



Foto 11: Tallado de muestra para compresión no confinada.



Foto 12: Tallado de muestra para consolidación unidimensional.



Foto 13: Pesado de fiola + agua para el ensayo de gravedad específica del suelo.

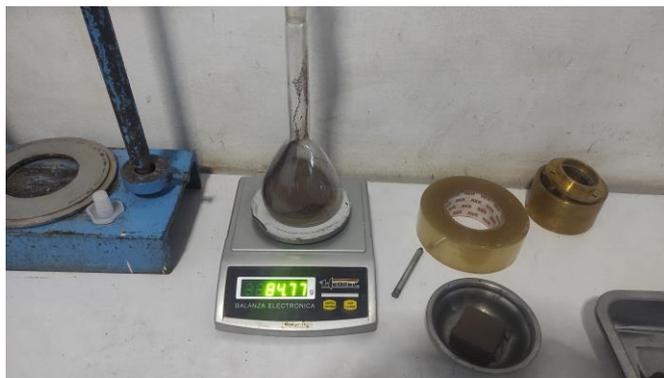


Foto 14: Pesado de fiola + muestra superficialmente seca (MSS) para el ensayo de gravedad específica del suelo.



Foto 15: Pesado de fiola + muestra superficialmente seca (MSS) + agua para el ensayo de gravedad específica del suelo.



Foto 16: Ensayo de corte directo.

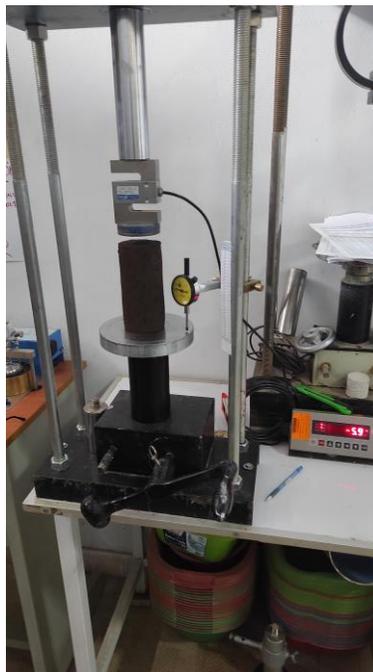


Foto 17: Ensayo de compresión no confinada.



Foto 18: Ensayo de consolidación unidimensional.



Foto 19: Remoldeo de muestras en laboratorio.



Foto 20: En tracción de la muestra remoldeada del molde.



Foto 20: Supervisión del personal responsable de laboratorio.

Certificados de ensayos de laboratorio

1. Clasificación de suelos

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D 2216 NTP 339.127 MTC E 108

PROYECTO: TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO – 2021

SOLICITANTE: LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
UBICACIÓN: URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
FECHA: Agosto del 2021 PROFUNDIADA: 1.80 m
ESPECIMEN: M - 01 ESTADO Inalterado
CALICATA: C - 01

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA			
A. PESO DE LA TARA	47.28	48.30	49.44
B. PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)	208.15	201.34	171.34
C. PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA (g)	181.70	178.37	151.60
D. PESO DEL AGUA W_w (g): B - C	26.45	22.97	19.74
E. PESO DE LOS SÓLIDOS W_s (g): C - A	134.42	130.07	102.16
F. CONTENIDO DE HUMEDAD W (%): $(D/E)*100$	19.68	17.66	19.32
PROMEDIO		W (%) = 18.89	

Observaciones:

La muestra fue extraída In Situ.

Conclusiones y/o recomendaciones:

Se recomienda realizar los ensayos completos en la elaboración del expediente técnico


Franky J. Chacon Quispe
DNI: 70230424
TECNICO LABORATORISTA



BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
INGENIERO CIVIL
CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO DEL SUELO
 ASTM D 4318 LL Y LP AASHTO T89 LL AASHTO T90 LP MTC E 110 LL MTC E 111 LP NTP 339.129

PROYECTO: TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO – 2021

SOLICITANTE: LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA

UBICACIÓN: URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.

FECHA: Agosto del 2021 PROFUNDIADA: 1.80 m

ESPECIMEN: E - 01 ESTADO Inalterado

CALICATA: C - 01 PROGRESIVA

LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO N°	1	2
N° DE TARA	L-14	L-15
A. PESO DE LA TARA	45.6	46.7
B. PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)	72.0	61.6
C. PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA (g)	67.8	59.2
D. PESO DEL AGUA W _w (g): B - C	4.27	2.41
E. PESO DE LOS SÓLIDOS W _s (g): C - A	22.21	12.45
F. CONTENIDO DE HUMEDAD W (%): (D/E)*100	19.23	19.36
PROMEDIO	19.29	

LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO N°	1	2
NUMERO DE GOLPES DE GOLPES N°	25	25
N° DE TARA	L-12	L-12
A. PESO DE LA TARA	48.1	48.1
B. PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)	78.8	78.8
C. PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA (g)	72.5	72.5
D. PESO DEL AGUA W _w (g): B - C	6.26	6.26
E. PESO DE LOS SÓLIDOS W _s (g): C - A	24.43	24.43
F. CONTENIDO DE HUMEDAD W (%): (D/E)*100	25.62	25.62
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	25.62	

$$LL = 25.62 \left[\frac{25}{25} \right]^{0.121} = 25.62 \%$$

INDICE DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO	25.62 %
LIMITE PLASTICO	19.29 %
INDICE DE PLASTICIDAD	6.33 %

Observaciones:
 La muestra fue extraída In Situ.

Conclusiones y/o recomendaciones:
 Se recomienda realizar los ensayos completos en la elaboración del expediente técnico


Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA


BORIS JAIME CHIQUE CALDERON
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D422 AASTHO T 88 MTC E 107 NTP 339.128

PROYECTO: TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO – 2021

SOLICITANTE: LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA

UBICACIÓN: URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.

FECHA: Agosto del 2021

PROFUNDIADA: 1.80 m

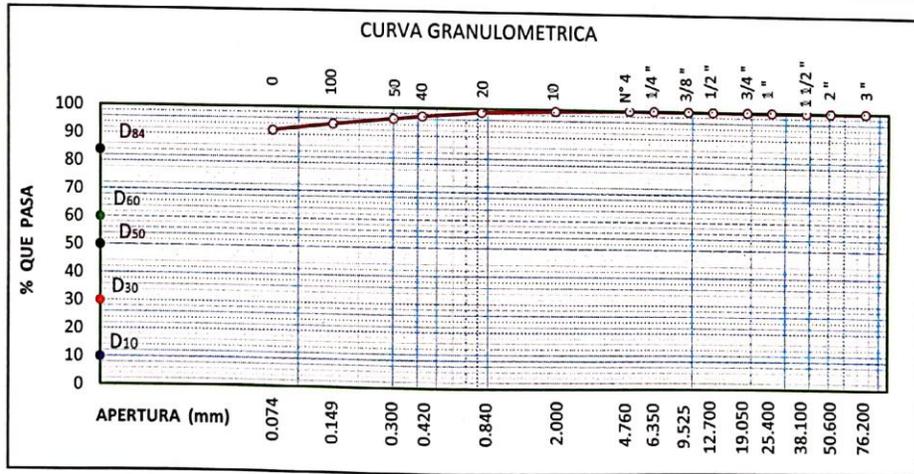
ESPECIMEN: E - 01

ESTADO Inalterado

CALICATA: C - 01

PROGRESIVA

Malla Tamiz mm.	Peso (gr)	% Retenido		% que pasa	Especificación		Datos de la muestra			
		Parcial	Acum.		Min.	Max.	D ₈₄ = 0.00	D ₅₀ = 0.00		
3 "	76.200									
2 "	50.600									
1 1/2 "	38.100									
1 "	25.400									
3/4 "	19.050									
1/2 "	12.700									
3/8 "	9.525									
1/4 "	6.350									
N° 4	4.760			100.00						
10	2.000	1.6	0.55	0.55	99.45					
20	0.840	2.2	0.76	1.31	98.69					
40	0.420	4.8	1.66	2.97	97.03					
50	0.300	2.8	0.97	3.93	96.07					
100	0.149	5.7	1.97	5.90	94.10					
200	0.074	7.4	2.55	8.45	91.55					
Cazuela	265.50	91.55	100.00	0.00						
							Peso inicial (gr.)			Cu
							Peso de la fracción grava lavada (gr)		0.00	0.00
							P. fracción fina (gr)		1.00	Cc
							Peso de la fracción fina tomada (gr)		290.00	0.00
							LL = 25.62 % LP = 19.29 % IP = 6.33 %			
							Humedad Natural = 18.89 %			
							D ₁₀ = 0.00		D ₃₀ = 0.00	D ₆₀ = 0.00
							% Grava : 0.00		% Arena : 8.45	
							% Finos : 91.55			
							Clasificación SUCS : OL			
							Limos orgánicas y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.			
							Clasificación AASHTO : A - 4			
							Regular a deficiente			
							Regular			



Observaciones:
La muestra fue extraída In Situ.

Conclusiones y/o recomendaciones:
Se recomienda realizar nuevamente el ensayo antes de comenzar la obra

Franky J. Chacon Oulspa
Franky J. Chacon Oulspa
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Chique Calderon
BORIS JAIME CHIQUE CALDERON
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO: TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO – 2021

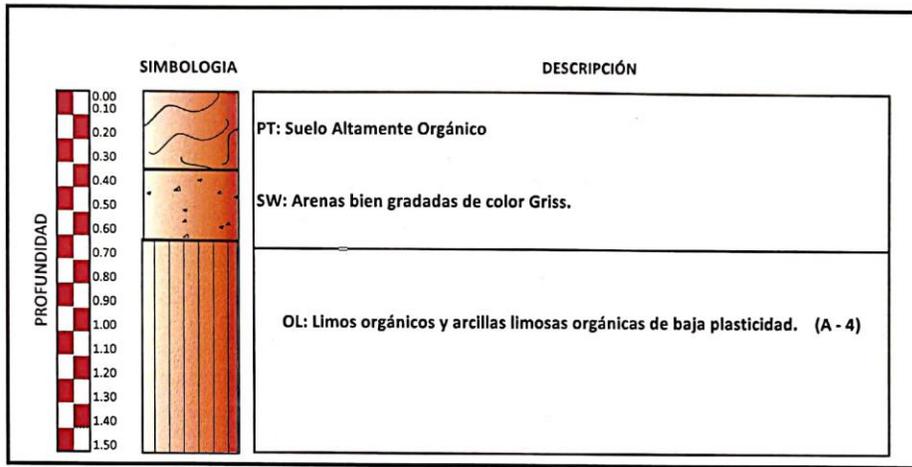
SOLICITANTE: LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA

UBICACIÓN: URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.

FECHA: Agosto del 2021 PROFUNDIAD: 1.80 m

ESPECIMEN: E - 01 ESTADO Inalterado

CALICATA: C - 01 PROGRESIVA



Observaciones:

La muestra fue extraída In Situ.

Conclusiones y/o recomendaciones:

Se recomienda realizar nuevamente el ensayo antes de comenzar la obra


Franky J. Chacon Qulspe
DNI: 70230424
TÉCNICO LABORATORISTA



BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
INGENIERO CIVIL
CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D 2216 NTP 339.127 MTC E 108

PROYECTO: TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO – 2021

SOLICITANTE: LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA

UBICACIÓN: URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.

FECHA: Agosto del 2021

PROFUNDIADA: 1.80 m

ESPECIMEN: M - 01

ESTADO Inalterado

CALICATA: C - 02

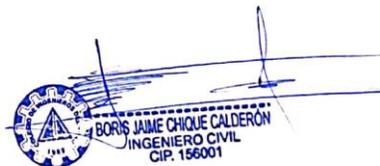
ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA			
A. PESO DE LA TARA	37.68	37.68	37.68
B. PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)	92.46	92.46	92.46
C. PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA (g)	82.75	82.75	82.75
D. PESO DEL AGUA W_w (g): B - C	9.71	9.71	9.71
E. PESO DE LOS SÓLIDOS W_s (g): C - A	45.07	45.07	45.07
F. CONTENIDO DE HUMEDAD W (%): (D/E)*100	21.54	21.54	21.54
PROMEDIO	W (%) = 21.54		

Observaciones:

La muestra fue extraída In Situ.

Conclusiones y/o recomendaciones:


Franky J. Chacon Quispe
DNI: 70230424
TECNICO LABORATORISTA


BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
INGENIERO CIVIL
CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO DEL SUELO
 ASTM D 4318 LL Y LP AASHTO T89 LL AASHTO T90 LP MTC E 110 LL MTC E 111 LP NTP 339.129

PROYECTO: TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO – 2021

SOLICITANTE: LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA

UBICACIÓN: URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.

FECHA: Agosto del 2021 PROFUNDAIDA: 1.80 m

ESPECIMEN: E - 01 ESTADO Inalterado

CALICATA: C - 02 PROGRESIVA

LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO N°	1	2
N° DE TARA		
A. PESO DE LA TARA	13.44	13.27
B. PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)	15.56	15.26
C. PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA (g)	15.18	14.91
D. PESO DEL AGUA W _w (g): B - C	0.38	0.35
E. PESO DE LOS SÓLIDOS W _s (g): C - A	1.74	1.64
F. CONTENIDO DE HUMEDAD W (%) : (D/E)*100	21.84	21.34
PROMEDIO	21.59	

LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO N°	1	2
NUMERO DE GOLPES DE GOLPES N°	25	25
N° DE TARA		
A. PESO DE LA TARA	25.04	25.16
B. PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)	29.30	30.30
C. PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA (g)	28.25	29.04
D. PESO DEL AGUA W _w (g): B - C	1.05	1.26
E. PESO DE LOS SÓLIDOS W _s (g): C - A	3.21	3.88
F. CONTENIDO DE HUMEDAD W (%) : (D/E)*100	32.71	32.47
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	32.59	

$$LL = 32.59 \left[\frac{25}{25} \right]^{0.121} = 32.59 \%$$

INDICE DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO	32.59 %
LIMITE PLASTICO	21.59 %
INDICE DE PLASTICIDAD	11.00 %

Observaciones:
 La muestra fue extraída In Situ.

Conclusiones y/o recomendaciones:

Franky J. Chacon Qulspe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA



LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

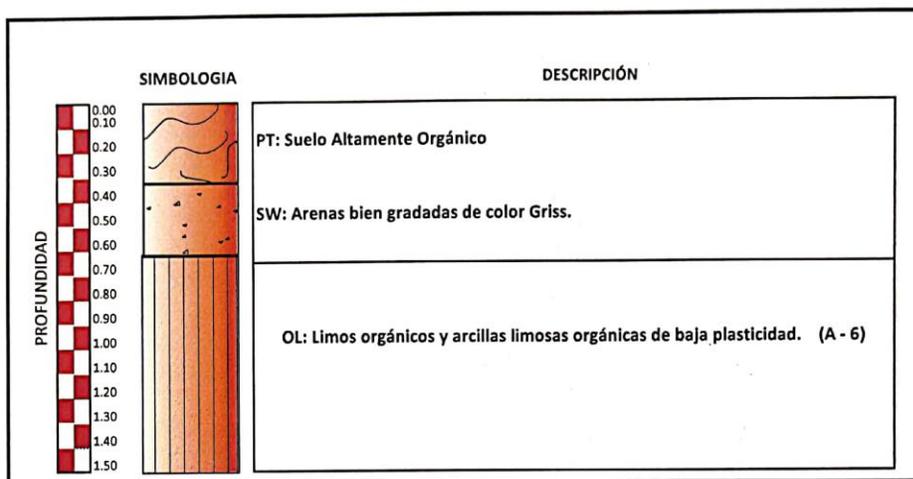
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO: TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO – 2021

SOLICITANTE: LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
UBICACIÓN: URB. JALIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.

FECHA: Agosto del 2021
ESPECIMEN: E - 01
CALICATA: C - 02

PROFUNDIAD: 1.80 m
ESTADO Inalterado
PROGRESIVA



Observaciones:

La muestra fue extraída In Situ.

Conclusiones y/o recomendaciones:

Se recomienda realizar nuevamente el ensayo antes de comenzar la obra


Franky J. Chacon Quispe
DNI: 70230424
TÉCNICO LABORATORISTA



BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
INGENIERO CIVIL
CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D 2216 NTP 339.127 MTC E 108

PROYECTO: TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO – 2021

SOLICITANTE: LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA

UBICACIÓN: URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.

FECHA: Agosto del 2021

PROFUNDIADA: 1.80 m

ESPECIMEN: M - 01

ESTADO Inalterado

CALICATA: C - 03

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA			
A. PESO DE LA TARA	37.70	37.70	37.70
B. PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)	94.68	94.68	94.68
C. PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA (g)	80.08	80.08	80.08
D. PESO DEL AGUA W_w (g): B - C	14.60	14.60	14.60
E. PESO DE LOS SÓLIDOS W_s (g): C - A	42.38	42.38	42.38
F. CONTENIDO DE HUMEDAD W (%): (D/E)*100	34.45	34.45	34.45
PROMEDIO	W (%) = 34.45		

Observaciones:

La muestra fue extraída In Situ.

Conclusiones y/o recomendaciones:

Se recomienda realizar los ensayos completos en la elaboración del expediente técnico


Franky J. Chacon Quispe
DNI: 70230424
TECNICO LABORATORISTA


BORIS JAIME CHOQUE CALDERON
INGENIERO CIVIL
CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO DEL SUELO
 ASTM D 4318 LL Y LP AASHTO T89 LL AASHTO T90 LP MTC E 110 LL MTC E 111 LP NTP 339.129

PROYECTO: TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO – 2021

SOLICITANTE: LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA

UBICACIÓN: URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.

FECHA: Agosto del 2021 PROFUNDIADA: 1.80 m

ESPECIMEN: E - 01 ESTADO Inalterado

CALICATA: C - 03 PROGRESIVA

LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO N°	1	2
N° DE TARA		
A. PESO DE LA TARA	12.87	13.47
B. PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)	15.18	15.24
C. PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA (g)	14.78	14.94
D. PESO DEL AGUA W_w (g): B - C	0.40	0.30
E. PESO DE LOS SÓLIDOS W_s (g): C - A	1.91	1.47
F. CONTENIDO DE HUMEDAD W (%): (D/E)*100	20.94	20.41
PROMEDIO	20.68	

LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO N°	1	2
NUMERO DE GOLPES DE GOLPES N°	25	25
N° DE TARA		
A. PESO DE LA TARA	24.92	25.14
B. PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)	29.32	30.15
C. PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA (g)	28.25	28.92
D. PESO DEL AGUA W_w (g): B - C	1.07	1.23
E. PESO DE LOS SÓLIDOS W_s (g): C - A	3.33	3.78
F. CONTENIDO DE HUMEDAD W (%): (D/E)*100	32.13	32.54
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	32.34	

$$LL = 32.34 \left[\frac{25}{25} \right]^{0.121} = 32.34 \%$$

INDICE DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO	32.34 %
LIMITE PLASTICO	20.68 %
INDICE DE PLASTICIDAD	11.66 %

Observaciones:
 La muestra fue extraída In Situ.

Conclusiones y/o recomendaciones:
 Se recomienda realizar los ensayos completos en la elaboración del expediente técnico

Francis J. Chacon Quispe
 Francis J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TÉCNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Choque Calderón
 BORIS JAIME CHOQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

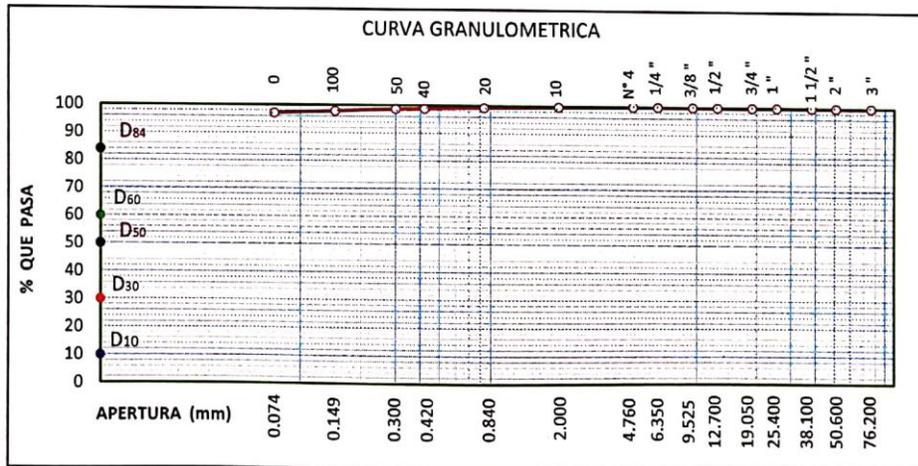
ASTM D422 AASTHO T 88 MTC E 107 NTP 339.128

PROYECTO: TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO – 2021

SOLICITANTE: LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN: URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.

FECHA: Agosto del 2021 PROFUNDIADA: 1.80 m
 ESPECIMEN: E - 01 ESTADO Inalterado
 CALICATA: C - 03 PROGRESIVA

Malla	Tamiz mm.	Peso (gr)	% Retenido		% que pasa	Especificación		Datos de la muestra		
			Parcial	Acum.		Min.	Max.	D ₈₄ = 0.00	D ₅₀ = 0.00	
3 "	76.200							Peso inicial (gr.)		Cu
2 "	50.600							Peso de la fracción grava lavada (gr)	0.00	0.00
1 1/2 "	38.100							P. fracción fina (gr)	1.00	Cc
1 "	25.400							Peso de la fracción fina tomada (gr)	300.00	0.00
3/4 "	19.050							LL = 32.34 %	LP = 20.68 %	IP = 11.66 %
1/2 "	12.700							Humedad Natural = 34.45 %		
3/8 "	9.525							D ₁₀ = 0.00	D ₃₀ = 0.00	D ₆₀ = 0.00
1/4 "	6.350							% Grava : 0.00	% Arena : 2.85	
N° 4	4.760				100.00			% Finos : 97.15		
10	2.000	0.76	0.25	0.25	99.75			Clasificación SUCS : OL		
20	0.840	1.42	0.47	0.73	99.27			Limos orgánicas y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		
40	0.420	1.27	0.42	1.15	98.85			Clasificación AASHTO : A - 6		
50	0.300	0.59	0.20	1.35	98.65			Regular a deficiente		
100	0.149	2.43	0.81	2.16	97.84			Regular		
200	0.074	2.09	0.70	2.85	97.15					
Cazuela		291.44	97.15	100.00	0.00					



Observaciones:
 La muestra fue extraída In Situ.

Conclusiones y/o recomendaciones:
 Se recomienda realizar nuevamente el ensayo antes de comenzar la obra

Franky J. Chacon Quispe
 Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Choque Calderon
 BORIS JAIME CHOQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156701

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

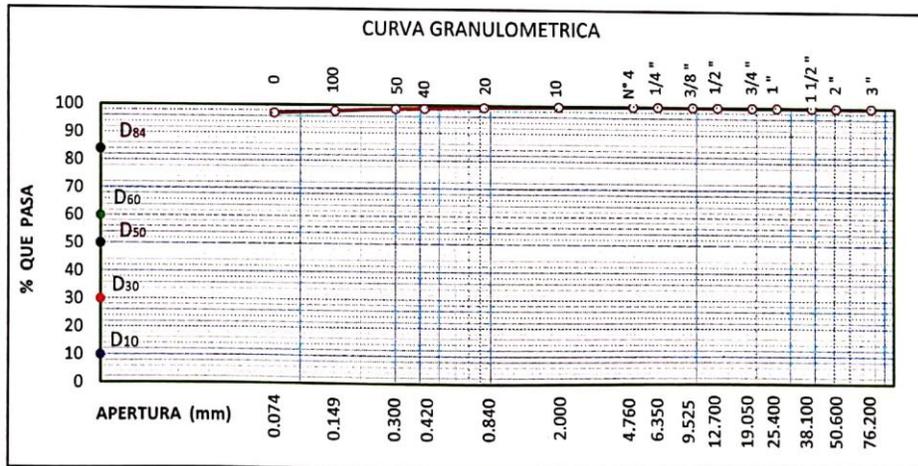
ASTM D422 AASTHO T 88 MTC E 107 NTP 339.128

PROYECTO: TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO – 2021

SOLICITANTE: LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN: URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.

FECHA: Agosto del 2021 PROFUNDIADA: 1.80 m
 ESPECIMEN: E - 01 ESTADO Inalterado
 CALICATA: C - 03 PROGRESIVA

Malla	Tamiz mm.	Peso (gr)	% Retenido		% que pasa	Especificación		Datos de la muestra		
			Parcial	Acum.		Min.	Max.	D ₈₄ = 0.00	D ₅₀ = 0.00	
3 "	76.200							Peso inicial (gr.)		Cu
2 "	50.600							Peso de la fracción grava lavada (gr)	0.00	0.00
1 1/2 "	38.100							P. fracción fina (gr)	1.00	0.00
1 "	25.400							Peso de la fracción fina tomada (gr)	300.00	
3/4 "	19.050							LL = 32.34 %	LP = 20.68 %	IP = 11.66 %
1/2 "	12.700							Humedad Natural = 34.45 %		
3/8 "	9.525							D ₁₀ = 0.00	D ₃₀ = 0.00	D ₆₀ = 0.00
1/4 "	6.350							% Grava : 0.00	% Arena : 2.85	
N° 4	4.760				100.00			% Finos : 97.15		
10	2.000	0.76	0.25	0.25	99.75			Clasificación SUCS : OL		
20	0.840	1.42	0.47	0.73	99.27			Limos orgánicas y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		
40	0.420	1.27	0.42	1.15	98.85			Clasificación AASHTO : A - 6		
50	0.300	0.59	0.20	1.35	98.65			Regular a deficiente		
100	0.149	2.43	0.81	2.16	97.84			Regular		
200	0.074	2.09	0.70	2.85	97.15					
Cazuela		291.44	97.15	100.00	0.00					



Observaciones:
 La muestra fue extraída In Situ.

Conclusiones y/o recomendaciones:
 Se recomienda realizar nuevamente el ensayo antes de comenzar la obra

Franky J. Chacon Quispe
 Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Choque Calderon
 BORIS JAIME CHOQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156701

2. Gravedad específica del suelo

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO		Código : 01				
GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO		Versión : 01				
		F. Aprobación : agosto del 2021				
		Elaborado : Jefe de Control de Calidad				
NTP 339.131 - ASTM D854						
PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA MUESTRA : M1 - UNICA		REGISTRO: FECHA:				
1 - MUESTRA UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO. MATERIAL : SUELO FINO SONDAJE : 01 PROFUNDIDAD: 1.80 m.		2 - PERSONAL OPERADOR : J.C.L.E. ASISTENTE :				
2 - MUESTRA: SUELO FINO						
IT.	DESCRIPCIÓN	UND.	[M 1]	[M 2]	[M 3]	RESULTADOS
	Masa del Picnómetro vacío		gr	190.86	190.86	
1	Masa del Picnómetro lleno de agua [B]		gr	689.42	689.42	
2	Masa de la muestra SSS, [S]		gr	215.77	215.77	
3	Masa del picnómetro + muestra SSS + H2O, [C]		gr	820.67	820.67	
4	Tara para el secado de la muestra en Horno			T-01	T-01	
5	Masa de la tara para el secado en horno de la muestra		gr	82.06	82.06	
6	Masa de la muestra secada al horno + tara		gr	178.30	178.30	
7	Masa de la muestra secada al horno [A]		gr	96.24	96.24	
8	Densidad Relativa, [OD]; $OD=A/(B+S-C)$		gr/cm ³	1.14	1.14	
9	Densidad relativa saturada superficialmente seca, [SSD]; $SSD=S/(B+S-C)$		gr/cm ³	2.55	2.55	
11	DENSIDAD RELATIVA PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS		gr/cm ³	1.14	1.14	1.14
4 - EQUIPOS DE MEDICION						
EQ.	BALANZA	BALANZA	HORNO	CONO	FIOLA	
ID.	BA2 015		HOR 02	CAB5 01	FIO 01	
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  Franky J. Chacon Quispe DNI: 70230424 TECNICO LABORATORISTA </div> <div style="text-align: center;">  BORIS JAIME CHIQUE CALDERON INGENIERO CIVIL CIP. 156001 </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> ----- Técnico de laboratorio </div> <div style="text-align: center;"> ----- Aprobación </div> </div>						

3. Ensayo de corte directo

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO: TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO – 2021
SOLICITANTE: LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
UBICACIÓN: URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
FECHA: Agosto del 2021 PROFUNDIADA: 1.80 m
MUESTRA: 01 METODO: Consolidado Drenado
CALICATA: 01 GRD. DE SAT. (5%): 92.32

Datos para la muestra a ensayar:

Velocidad de ensayo (mm/min)	0.1968	Estado del suelo	Natural
Tiempo de consolidación (hrs)	12	Tipo de muestra	Inalterada

Datos de los especímenes de ensayo:

Datos	Especimen 01	Especimen 02	Especimen 03	Promedio
	Inicial	Inicial	Inicial	
Altura h (cm)	2.00	2.00	2.00	2.00
Largo (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00
Ancho (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00
Área (cm ²)	36.00	36.00	36.00	36.00
Volumen (cm ³)	72.00	72.00	72.00	72.00
Peso del molde (g)	157.70	157.70	157.70	157.70
Peso molde + muestra (g)	283.45	285.34	287.21	285.33
Peso específico (g/cm ³)	1.75	1.77	1.80	1.77
Humedad W (%)	16.72	18.55	17.94	17.74
Fuerza aplicada (Kg)	1.00	2.00	4.00	-
Esfuerzo normal (Kg/cm ²)	0.28	0.56	1.11	-

Datos de contenido de humedad W (%):

Datos	Especimen 01	Especimen 01	Especimen 01	Promedio
	Inicial	Inicial	Inicial	
N° de recipiente	7.00	8.00	9.00	8.00
Peso de recipiente (g)	23.80	22.90	21.70	22.80
Peso de R. + Mh (g)	98.70	80.60	71.40	83.57
Peso de R. + Ms (g)	87.97	71.57	63.84	74.46
Contenido de Humedad (%)	16.72	18.55	17.94	17.74



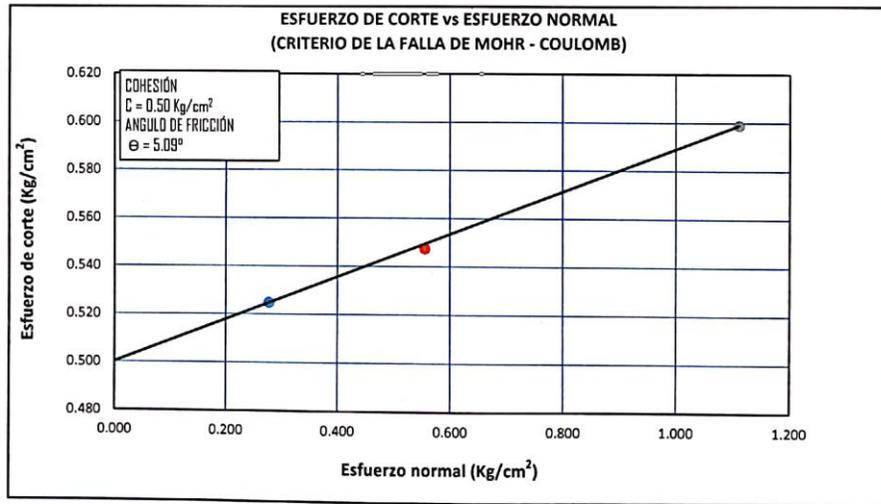
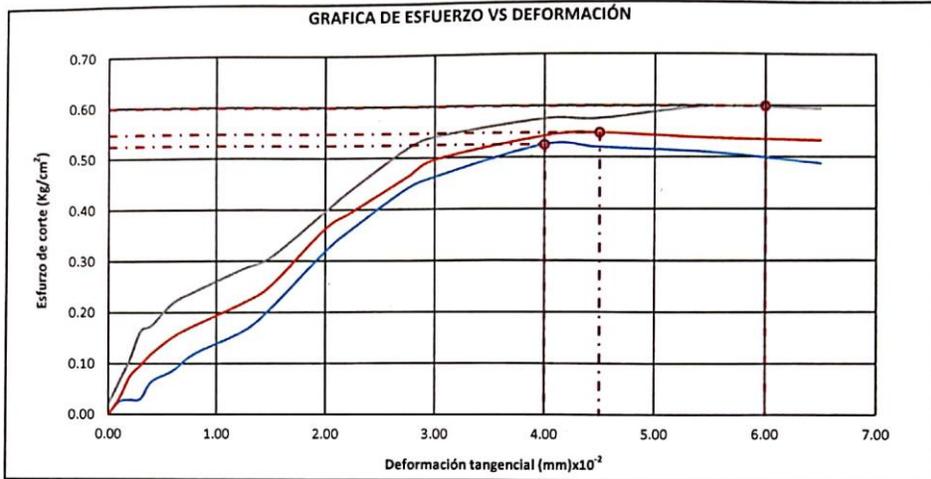
Franky J. Chacón Quispe
DNI: 70230424
TECNICO LABORATORISTA

ESPÉCIMEN 01 (1 Kg) FN = 10.0 Kg				ESPÉCIMEN 02 (2 Kg) FN = 20.0 Kg				ESPÉCIMEN 03 (4 Kg) FN = 40.0 Kg			
Deform. Tangen. (mm)x10 ⁻²	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de corte (kg/cm ²)	Deform. Tangen. (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de corte (kg/cm ²)	Deform. Tangen. (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de corte (kg/cm ²)
0.00	00.0	0.000	0.00	0.00	00.0	0.000	0.00	0.00	00.0	0.712	0.020
0.10	00.5	0.911	0.03	0.10	01.0	1.109	0.03	0.10	04.0	2.299	0.064
0.20	00.8	1.030	0.03	0.20	05.0	2.696	0.07	0.20	08.0	3.887	0.108
0.30	01.0	1.109	0.03	0.30	07.0	3.490	0.10	0.30	13.0	5.870	0.163
0.40	04.0	2.299	0.06	0.40	09.0	4.283	0.12	0.40	14.0	6.267	0.174
0.60	06.0	3.093	0.09	0.60	12.0	5.474	0.15	0.60	18.0	7.854	0.218
0.80	09.0	4.283	0.12	0.80	14.0	6.267	0.17	0.80	20.0	8.648	0.241
1.25	13.0	5.870	0.16	1.25	18.0	7.854	0.22	1.25	24.0	10.235	0.285
1.50	17.0	7.458	0.21	1.50	21.0	9.045	0.25	1.50	26.0	11.029	0.307
2.00	27.0	11.426	0.32	2.00	31.0	13.013	0.36	2.00	34.0	14.203	0.396
2.25	31.0	13.013	0.36	2.25	34.0	14.203	0.40	2.25	38.0	15.790	0.440
2.75	38.0	15.790	0.44	2.75	40.0	16.584	0.46	2.75	45.0	18.568	0.518
3.00	40.0	16.584	0.46	3.00	43.0	17.774	0.50	3.00	47.0	19.361	0.541
4.00	45.5	18.766	0.52	4.00	47.0	19.361	0.54	4.00	50.0	20.552	0.575
4.50	45.0	18.568	0.52	4.50	47.5	19.560	0.55	4.50	50.0	20.552	0.575
5.50	44.0	18.171	0.51	5.50	46.5	19.163	0.54	5.50	52.0	21.345	0.598
6.50	42.0	17.377	0.49	6.50	46.0	18.965	0.53	6.50	51.5	21.147	0.594

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

CALICATA: 01

GRD. DE SAT. (5%): 92.32



Observaciones:
 La muestra fue traída al laboratorio

Conclusiones y/o recomendaciones:

Franky J. Chacon Quispe
 Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70200424
 TECNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Chique Calderon
 BORIS JAIME CHIQUE CALDERON
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO: TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO – 2021
 SOLICITANTE: LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN: URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA: Agosto del 2021 PROFUNDIADA: 1.80 m
 MUESTRA: 01 METODO: Consolidado Drenado
 CALICATA: 01 GRD. DE SAT. (S%): 95

Datos para la muestra a ensayar:

Velocidad de ensayo (mm/min)	0.1968	Estado del suelo	Natural
Tiempo de consolidación (hrs)	12	Tipo de muestra	Inalterada

Datos de los especímenes de ensayo:

Datos	Espécimen 01	Espécimen 02	Espécimen 03	Promedio
	Inicial	Inicial	Inicial	
Altura h (cm)	2.00	2.00	2.00	2.00
Largo (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00
Ancho (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00
Área (cm ²)	36.00	36.00	36.00	36.00
Volumen (cm ³)	72.00	72.00	72.00	72.00
Peso del molde (g)	157.70	157.70	157.70	157.70
Peso molde + muestra (g)	282.31	283.19	287.62	284.37
Peso específico (g/cm ³)	1.73	1.74	1.80	1.76
Humedad W (%)	24.85	22.16	26.41	24.47
Fuerza aplicada (Kg)	1.00	2.00	4.00	-
Esfuerzo normal (Kg/cm ²)	0.28	0.56	1.11	-

Datos de contenido de humedad W (%):

Datos	Espécimen 01	Espécimen 01	Espécimen 01	Promedio
	Inicial	Inicial	Inicial	
N° de recipiente	7.00	8.00	9.00	8.00
Peso de recipiente (g)	23.80	22.90	21.70	22.80
Peso de R. + M _H (g)	103.14	97.21	105.94	102.10
Peso de R. + Ms (g)	87.35	83.73	88.34	86.47
Contenido de Humedad (%)	24.85	22.16	26.41	24.47



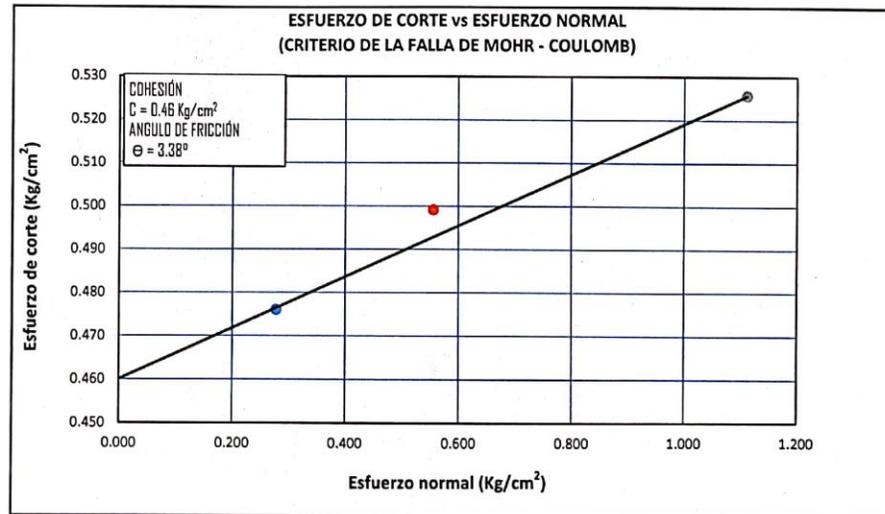
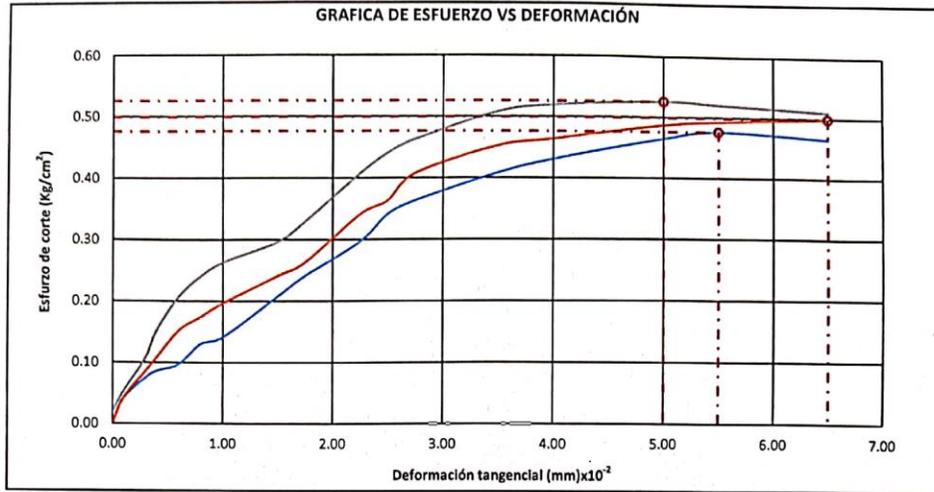
Francis J. Chacon Quirope
 DNI: 70250424
 TECNICO LABORATORISTA

ESPÉCIMEN 01 (1 Kg) F N = 10.0 Kg				ESPÉCIMEN 02 (2 Kg) F N = 20.0 Kg				ESPÉCIMEN 03 (4 Kg) F N = 40.0 Kg			
Deform. Tangen. (mm)x10 ⁻²	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de corte (kg/cm2)	Deform. Tangen. (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de corte (kg/cm2)	Deform. Tangen. (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de corte (kg/cm2)
0.00	00.0	0.000	0.00	0.00	00.0	0.000	0.00	0.00	00.0	0.712	0.020
0.10	02.0	1.506	0.04	0.10	02.0	1.506	0.04	0.10	03.0	1.903	0.053
0.30	05.0	2.696	0.07	0.30	06.0	3.093	0.09	0.30	08.0	3.887	0.108
0.40	06.0	3.093	0.09	0.40	08.0	3.887	0.11	0.40	12.0	5.474	0.152
0.60	07.0	3.490	0.10	0.60	12.0	5.474	0.15	0.60	17.0	7.458	0.207
0.80	10.0	4.680	0.13	0.80	14.0	6.267	0.17	0.80	20.0	8.648	0.241
1.00	11.0	5.077	0.14	1.00	16.0	7.061	0.20	1.00	22.0	9.442	0.263
1.50	17.0	7.458	0.21	1.50	20.0	8.648	0.24	1.50	25.0	10.632	0.296
1.75	20.0	8.648	0.24	1.75	22.0	9.442	0.26	1.75	28.0	11.822	0.329
2.25	25.0	10.632	0.30	2.25	29.0	12.219	0.34	2.25	35.0	14.600	0.407
2.50	29.0	12.219	0.34	2.50	31.0	13.013	0.36	2.50	38.0	15.790	0.440
2.75	31.0	13.013	0.36	2.75	35.0	14.600	0.41	2.75	40.0	16.584	0.463
3.50	35.0	14.600	0.41	3.50	39.0	16.187	0.45	3.50	44.0	18.171	0.508
4.00	37.0	15.394	0.43	4.00	40.0	16.584	0.46	4.00	45.0	18.568	0.519
5.00	40.0	16.584	0.46	5.00	42.0	17.377	0.49	5.00	45.5	18.766	0.526
5.50	41.0	16.981	0.48	5.50	42.5	17.576	0.49	5.50	45.0	18.568	0.521
6.50	40.0	16.584	0.47	6.50	43.0	17.774	0.50	6.50	44.0	18.171	0.510

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

CALICATA: 01

GRD. DE SAT. (S%): 95



Observaciones:
 La muestra fue traída al laboratorio

Conclusiones y/o recomendaciones:

Franky J. Chacon Quispe
 Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Chique Calderon
 BORIS JAIME CHIQUE CALDERON
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO: TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO – 2021

SOLICITANTE: LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA

UBICACIÓN: URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.

FECHA: Agosto del 2021

PROFUNDIADA: 1.80 m

MUESTRA: 01

METODO: Consolidado Drenado

CALICATA: 01

GRD. DE SAT. (%): 100

Datos para la muestra a ensayar:

Velocidad de ensayo (mm/min)	0.1968	Estado del suelo	Natural
Tiempo de consolidación (hrs)	12	Tipo de muestra	Inalterada

Datos de los especímenes de ensayo:

Datos	Espécimen 01	Espécimen 02	Espécimen 03	Promedio
	Inicial	Inicial	Inicial	
Altura h (cm)	2.00	2.00	2.00	2.00
Largo (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00
Ancho (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00
Área (cm ²)	36.00	36.00	36.00	36.00
Volumen (cm ³)	72.00	72.00	72.00	72.00
Peso del molde (g)	157.70	157.70	157.70	157.70
Peso molde + muestra (g)	285.84	289.62	289.34	288.27
Peso específico (g/cm ³)	1.78	1.83	1.83	1.81
Humedad W (%)	30.85	33.63	34.16	32.88
Fuerza aplicada (Kg)	1.00	2.00	4.00	-
Esfuerzo normal (Kg/cm ²)	0.28	0.56	1.11	-

Datos de contenido de humedad W (%):

Datos	Espécimen 01	Espécimen 01	Espécimen 01	Promedio
	Inicial	Inicial	Inicial	
N° de recipiente	7.00	8.00	9.00	8.00
Peso de recipiente (g)	23.80	22.90	21.70	22.80
Peso de R. + MH (g)	103.45	106.34	103.28	104.36
Peso de R. + Ms (g)	84.67	85.34	82.51	84.17
Contenido de Humedad (%)	30.85	33.63	34.16	32.88

BOBIS JAQUE CHIQUE CALDERON
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 15600

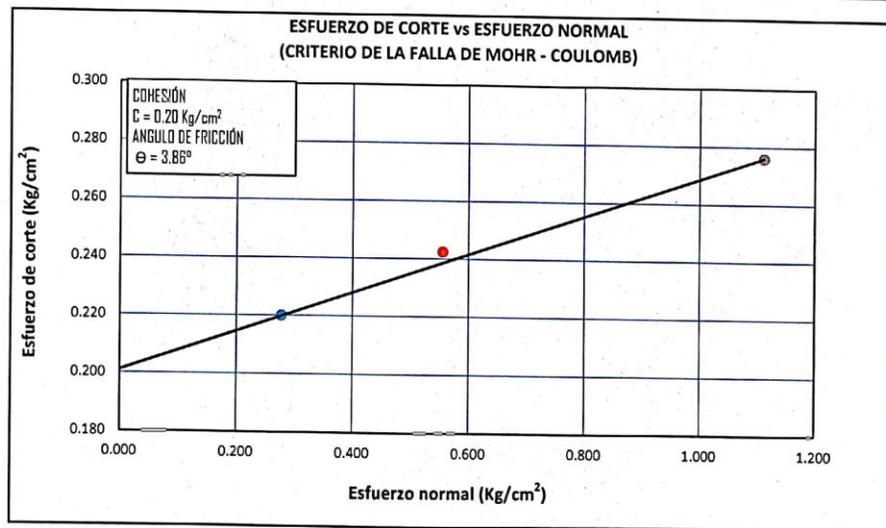
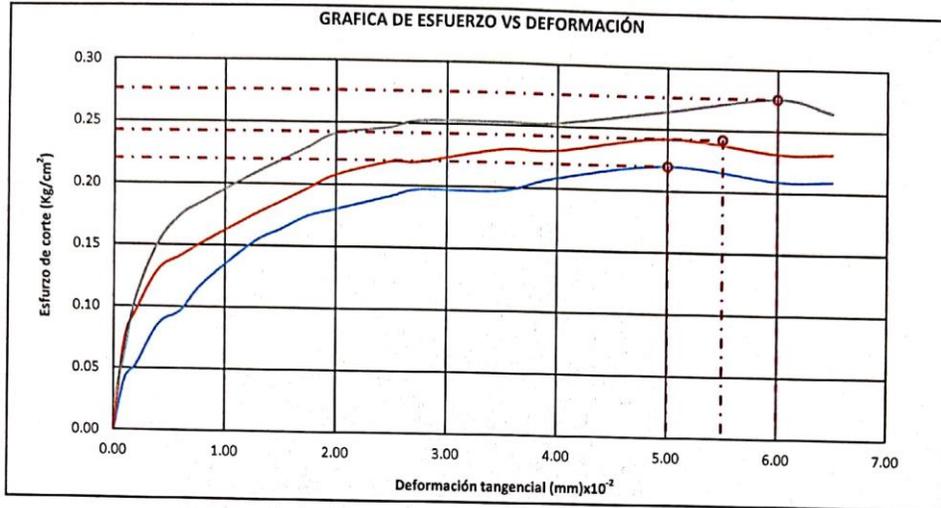
Fragky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA

ESPÉCIMEN 01 (1 Kg) FN = 10.0 Kg				ESPÉCIMEN 02 (2 Kg) FN = 20.0 Kg				ESPÉCIMEN 03 (4 Kg) FN = 40.0 Kg			
Deform. Tangen. (mm)x10 ⁻²	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de corte (kg/cm2)	Deform. Tangen. (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de corte (kg/cm2)	Deform. Tangen. (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de corte (kg/cm2)
0.00	00.0	0.000	0.00	0.00	00.0	0.000	0.00	0.00	00.0	0.712	0.020
0.10	02.0	1.506	0.04	0.10	05.0	2.696	0.07	0.10	04.0	2.299	0.064
0.20	03.0	1.903	0.05	0.20	07.0	3.490	0.10	0.20	08.0	3.887	0.108
0.40	06.0	3.093	0.09	0.40	10.0	4.680	0.13	0.40	12.0	5.474	0.152
0.60	07.0	3.490	0.10	0.60	11.0	5.077	0.14	0.60	14.0	6.267	0.174
0.80	09.0	4.283	0.12	0.80	12.0	5.474	0.15	0.80	15.0	6.664	0.185
1.25	12.0	5.474	0.15	1.25	14.0	6.267	0.17	1.25	17.0	7.458	0.208
1.50	13.0	5.870	0.16	1.50	15.0	6.664	0.19	1.50	18.0	7.854	0.219
1.75	14.0	6.267	0.17	1.75	16.0	7.061	0.20	1.75	19.0	8.251	0.230
2.00	14.5	6.466	0.18	2.00	17.0	7.458	0.21	2.00	20.0	8.648	0.241
2.50	15.5	6.862	0.19	2.50	18.0	7.854	0.22	2.50	20.5	8.846	0.247
2.75	16.0	7.061	0.20	2.75	18.0	7.854	0.22	2.75	21.0	9.045	0.252
3.50	16.0	7.061	0.20	3.50	19.0	8.251	0.23	3.50	21.0	9.045	0.253
4.00	17.0	7.458	0.21	4.00	19.0	8.251	0.23	4.00	21.0	9.045	0.253
5.00	18.0	7.854	0.22	5.00	20.0	8.648	0.24	5.00	22.0	9.442	0.264
6.00	17.0	7.458	0.21	6.00	19.0	8.251	0.23	6.00	23.0	9.838	0.276
6.50	17.0	7.458	0.21	6.50	19.0	8.251	0.23	6.50	22.0	9.442	0.265

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

CALICATA: 01

GRD. DE SAT. (%): 100



Observaciones:
 La muestra fue traída al laboratorio

Conclusiones y/o recomendaciones:

Franky J. Chacon Quispe
 Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Chique Calderón
 BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

4. Ensayo de compresión no confinada

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - I MUESTRA : M - I

Velocidad de carga (mm/min)	1.50
Grado de Saturación (%)	92.37

Estado de suelo	Natural
Tipo de muestra	Inalterada

1- DATOS DE LA MUESTRA	
Datos	Especimen I
Peso (g)	1,083.60
Promedio de diámetro inicial (cm)	7.76
Area A_0 (cm ²)	47.29
Promedio de altura inicial L_0 (cm)	14.36
Densidad (g/cm ³)	1.60
Contenido de Humedad (%)	18.89 %

2- REGISTRO DE DATOS DEL ESPECIMEN

Tiempo (seg)		Deformación (ΔL) 0.001 Pulg.	Dial de carga (Kg)	l - Def. Unit.	Area Corregida (cm ²) $A' = A_0 / (1 + \epsilon)$	Esfuerzo (Kg/cm ²) $\sigma = F / A'$	Deformación Unit. (mm) $\epsilon = \Delta L / L_0$	Def. Falla ϵ %
(Seg.)	(Min.)							
0	0:00:00	0.00	0.000	1.00000	47.29	0.00	0.000000	0.00
12	0:00:12	15.00	5.500	0.99735	47.42	0.12	0.002650	0.27
24	0:00:24	30.00	14.500	0.99469	47.55	0.24	0.005310	0.50
36	0:00:36	45.00	30.500	0.99204	47.67	0.43	0.007960	0.80
48	0:00:48	60.00	50.500	0.98939	47.80	0.72	0.010610	1.06
60	0:01:00	75.00	69.500	0.98867	47.93	0.85	0.011327	1.33
90	0:01:30	90.00	83.000	0.98408	48.06	1.05	0.015920	1.59
120	0:02:00	105.00	94.000	0.98143	48.19	1.24	0.018570	1.86
150	0:02:30	120.00	104.000	0.97877	48.32	1.28	0.021230	2.12
180	0:03:00	135.00	110.000	0.97612	48.45	1.34	0.023880	2.39
210	0:03:30	150.00	115.000	0.97347	48.58	1.36	0.026530	2.65
240	0:04:00	165.00	116.500	0.97081	48.72	1.37	0.029190	2.92
270	0:04:30	180.00	116.500	0.96816	48.85	1.37	0.031840	3.18
300	0:05:00	195.00	108.000	0.96551	48.98	1.38	0.034490	3.45
330	0:05:30	210.00	108.000	0.96286	49.12	1.38	0.037140	3.71
360	0:06:00	225.00	98.000	0.96020	49.26	1.36	0.039800	3.98
390	0:06:30	240.00	74.000	0.95755	49.39	1.35	0.042450	4.25
420	0:07:00	255.00	74.000	0.95490	49.53	1.35	0.045100	4.51
450	0:07:30	270.00	65.000	0.95224	49.67	1.34	0.047760	4.78


Boris Jaime Choque Calderón
INGENIERO CIVIL
CIP. 156001

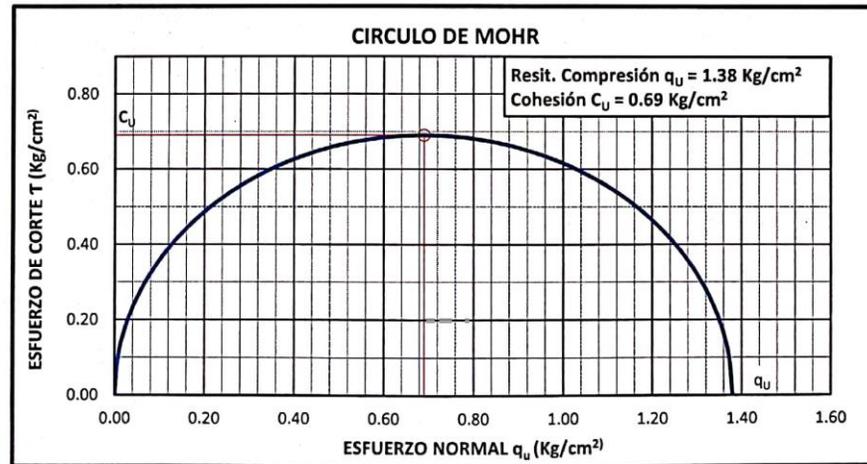
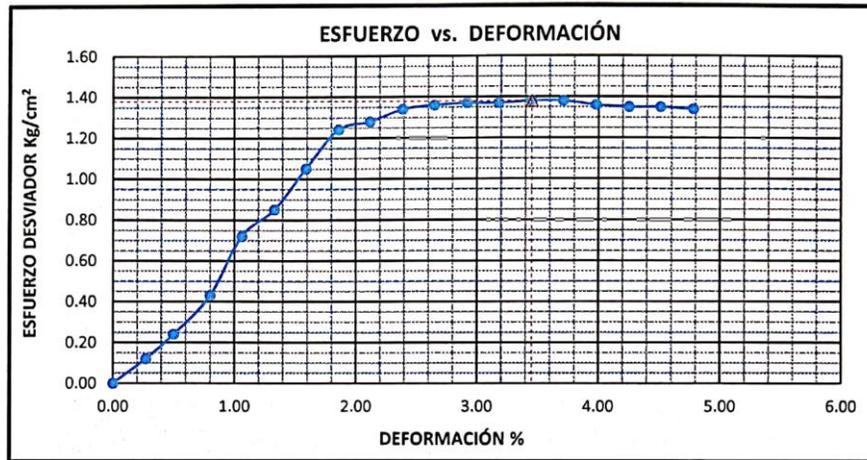

Freddy J. Chacon Quispe
DNI: 70230424
TECNICO LABORATORISTA

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LAGUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - I MUESTRA : M - I S% : 92.37

3-GRAFICA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN



Franky J. Chacon Quispe
Franky J. Chacon Quispe
DNI: 70230424
TECNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Chique Calderón
BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
INGENIERO CIVIL
CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - I MUESTRA : M - 2

Velocidad de carga (mm/min)	1.50
Grado de Saturación (%)	92.37

Estado de suelo	Natural
Tipo de muestra	Inalterada

1- DATOS DE LA MUESTRA	
Datos	Especimen I
Peso (g)	1,082.20
Promedio de diámetro inicial (cm)	7.65
Area A_0 (cm ²)	45.96
Promedio de altura inicial L_0 (cm)	14.73
Densidad (g/cm ³)	1.60
Contenido de Humedad (%)	18.87 %

2- REGISTRO DE DATOS DEL ESPECIMEN

Tiempo (seg)		Deformación (ΔL) 0.001 Pulg.	Dial de carga (Kg)	1 - Def. Unit.	Area Corregida (cm ²) $A' = A_0 / (1 + \epsilon)$	Esfuerzo (Kg/cm2) $\sigma = F / A'$	Deformación Unit. (mm) $(\epsilon = \Delta L / L_0)$	Def. Falla ϵ %
(Seg.)	(Min.)							
0	0:00:00	0.00	0.00	1.00000	45.96	0.00	0.00000	0.00
12	0:00:12	15.00	7.50	0.99741	46.08	0.12	0.00259	0.26
24	0:00:24	30.00	19.00	0.99483	46.20	0.24	0.00517	0.52
36	0:00:36	45.00	35.50	0.99224	46.32	0.43	0.00776	0.78
48	0:00:48	60.00	51.00	0.98965	46.44	0.65	0.01035	1.03
60	0:01:00	75.00	65.50	0.98707	46.57	0.87	0.01293	1.29
90	0:01:30	90.00	77.00	0.98448	46.69	0.98	0.01552	1.55
120	0:02:00	105.00	86.50	0.98189	46.81	1.06	0.01811	1.81
150	0:02:30	120.00	93.50	0.97931	46.93	1.18	0.02069	2.07
180	0:03:00	135.00	99.00	0.97672	47.06	1.22	0.02328	2.33
210	0:03:30	150.00	103.50	0.97413	47.18	1.25	0.02587	2.59
240	0:04:00	165.00	107.00	0.97155	47.31	1.28	0.02845	2.85
270	0:04:30	180.00	108.00	0.96896	47.44	1.34	0.03104	3.10
300	0:05:00	195.00	106.00	0.96637	47.56	1.34	0.03363	3.36
330	0:05:30	210.00	103.00	0.96379	47.69	1.35	0.03621	3.62
360	0:06:00	225.00	101.00	0.96120	47.82	1.32	0.03880	3.88
390	0:06:30	240.00	98.00	0.95862	47.95	1.31	0.04138	4.14
420	0:07:00	255.00	93.50	0.95603	48.08	1.28	0.04397	4.40
450	0:07:30	270.00	88.50	0.95344	48.21	1.26	0.04656	4.66
480	0:08:00	285.00	80.00	0.95086	48.34	1.24	0.04914	4.91
510	0:08:30	300.00	75.00	0.94827	48.47	1.22	0.05173	5.17


BORIS JAIME CHOQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 196001


Fritchy J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA

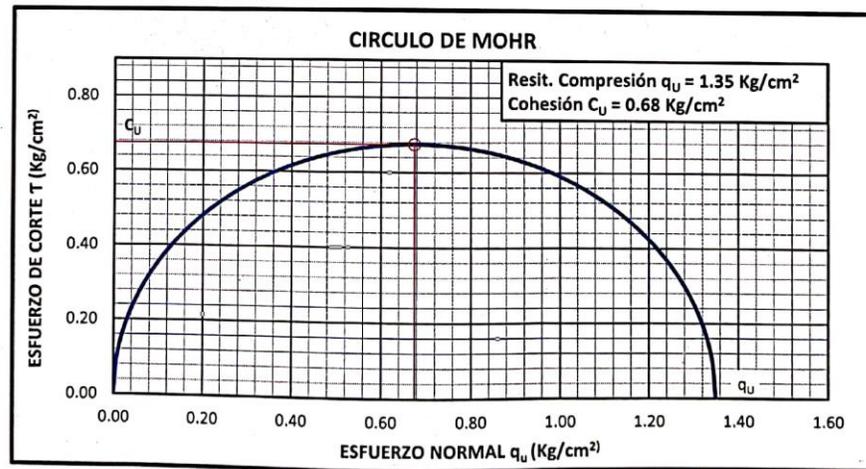
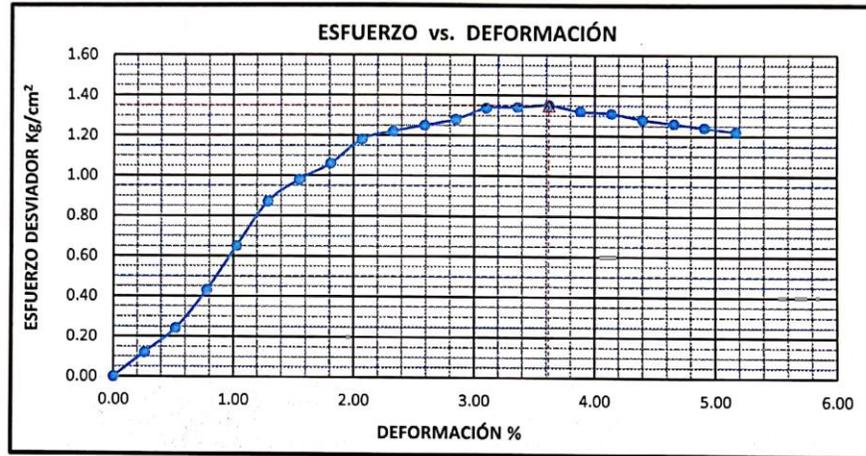
LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - 1 MUESTRA : M - 2 S% : 92.37

3 - GRAFICA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN



Franky J. Chacon Quispe
Franky J. Chacon Quispe
DNI: 70230424
TECNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Chique Calderon
BORIS JAIME CHIQUE CALDERON
INGENIERO CIVIL
CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - I MUESTRA : M - 3

Velocidad de carga (mm/min)	1.50
Grado de Saturación (%)	92.37

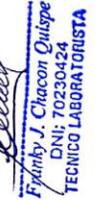
Estado de suelo	Natural
Tipo de muestra	Inalterada

1-DATOS DE LA MUESTRA	
Datos	Especimen I
Peso (g)	1,075.30
Promedio de diámetro inicial (cm)	7.66
Area A_0 (cm ²)	46.08
Promedio de altura inicial L_0 (cm)	14.60
Densidad (g/cm ³)	1.60
Contenido de Humedad (%)	18.91 %

2-REGISTRO DE DATOS DEL ESPECIMEN

Tiempo (seg)		Deformación (ΔL) 0.001 Pulg.	Dial de carga (Kg)	I - Def. Unit.	Area Corregida (cm ²) $A' = A_0 / (1 + \epsilon)$	Esfuerzo (Kg/cm ²) $\sigma' = F / A'$	Deformación Unit. (mm) $(\epsilon = \Delta L / L_0)$	Def. Falla ϵ %
(Seg.)	(Min.)							
0	0:00:00	0.00	0.00	1.00000	46.08	0.00	0.00000	0.00
12	0:00:12	15.00	5.50	0.99739	46.20	0.10	0.00261	0.26
24	0:00:24	30.00	18.50	0.99478	46.33	0.45	0.00522	0.52
36	0:00:36	45.00	38.50	0.99217	46.45	0.68	0.00783	0.78
48	0:00:48	60.00	58.50	0.98956	46.57	0.87	0.01044	1.04
60	0:01:00	75.00	75.00	0.98695	46.69	1.05	0.01305	1.30
90	0:01:30	90.00	86.50	0.98434	46.82	1.26	0.01566	1.57
120	0:02:00	105.00	95.00	0.98173	46.94	1.35	0.01827	1.83
150	0:02:30	120.00	100.00	0.97912	47.07	1.38	0.02088	2.09
180	0:03:00	135.00	103.50	0.97651	47.19	1.41	0.02349	2.35
210	0:03:30	150.00	103.50	0.97390	47.32	1.41	0.02610	2.61
240	0:04:00	165.00	102.50	0.97129	47.45	1.40	0.02871	2.87
270	0:04:30	180.00	96.50	0.96868	47.57	1.40	0.03132	3.13
300	0:05:00	195.00	91.50	0.96608	47.70	1.38	0.03392	3.39
330	0:05:30	210.00	84.50	0.96347	47.83	1.37	0.03653	3.65
360	0:06:00	225.00	75.00	0.96086	47.96	1.35	0.03914	3.91
390	0:06:30	240.00	63.00	0.95825	48.09	1.35	0.04175	4.18
420	0:07:00	255.00	54.00	0.95564	48.22	1.33	0.04436	4.44
450	0:07:30	270.00	49.00	0.95303	48.36	1.31	0.04697	4.70
480	0:08:00	285.00	45.50	0.95042	48.49	1.29	0.04958	4.96
510	0:08:30	300.00	43.50	0.94781	48.62	1.27	0.05219	5.22


BORIS JAIME CHIOLE CALDERON
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156601


Francy J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA

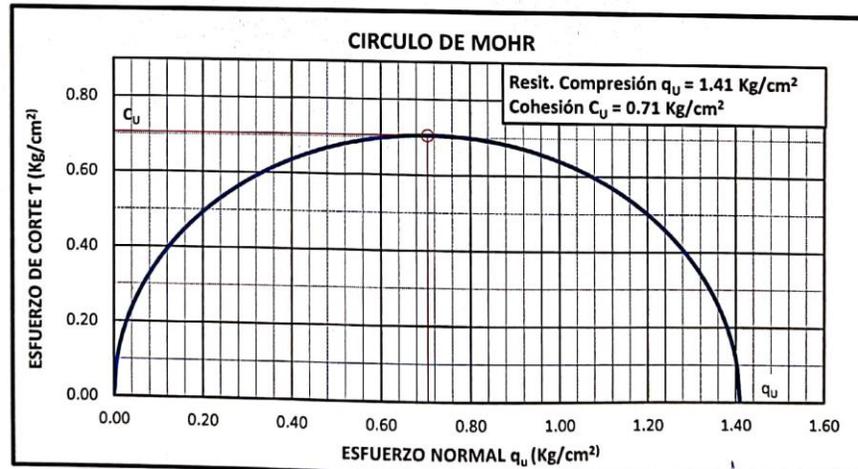
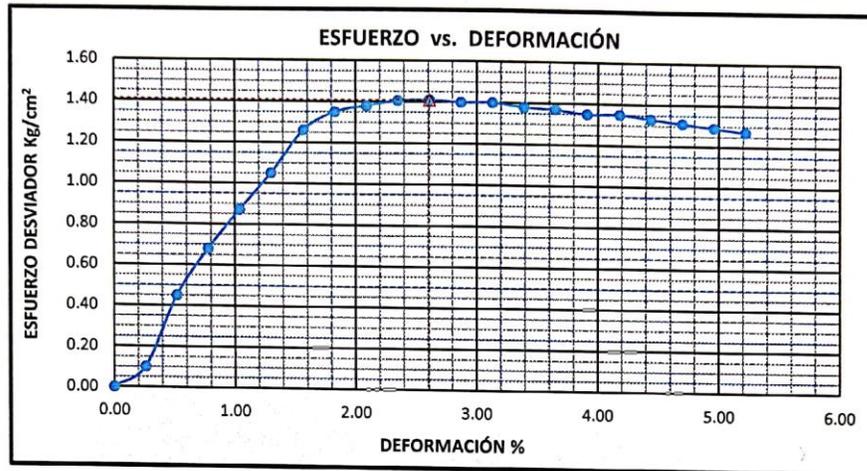
LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - I MUESTRA : M - 3 S% : 92.37

3-GRAFICA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN



Franky J. Chacon Quispe
 Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Chique Calderón
 BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - I MUESTRA : M - I

Velocidad de carga (mm/min)	1.50
Grado de Saturación (%)	95.00

Estado de suelo	Natural
Tipo de muestra	Inalterada

1-DATOS DE LA MUESTRA	
Datos	Especimen I
Peso (g)	1,079.20
Promedio de diámetro inicial (cm)	7.67
Area A_0 (cm ²)	46.20
Promedio de altura inicial L_0 (cm)	14.56
Densidad (g/cm ³)	1.60
Contenido de Humedad (%)	25.43 %

2-REGISTRO DE DATOS DEL ESPECIMEN

Tiempo (seg)		Deformación (ΔL) 0.001 Pulg.	Dial de carga (Kg)	1 - Def. Unit.	Area Corregida (cm ²) $A' = A_0 / (1 + \epsilon)$	Esfuerzo (Kg/cm ²) $\sigma = F / A'$	Deformación Unit. (mm) ($\epsilon = \Delta L / L_0$)	Def. Falla ϵ %
(Seg.)	(Min.)							
0	0:00:00	0.00	0.0	1.00000	46.20	0.00	0.00000	0.00
12	0:00:12	15.00	4.0	0.99738	46.33	0.09	0.00262	0.26
24	0:00:24	30.00	10.0	0.99477	46.45	0.22	0.00523	0.52
36	0:00:36	45.00	19.5	0.99215	46.57	0.34	0.00785	0.79
48	0:00:48	60.00	25.0	0.98953	46.69	0.43	0.01047	1.05
60	0:01:00	75.00	29.5	0.98692	46.82	0.48	0.01308	1.31
90	0:01:30	90.00	33.5	0.98430	46.94	0.51	0.01570	1.57
120	0:02:00	105.00	36.0	0.98168	47.07	0.55	0.01832	1.83
150	0:02:30	120.00	39.5	0.97907	47.19	0.62	0.02093	2.09
180	0:03:00	135.00	41.0	0.97645	47.32	0.69	0.02355	2.36
210	0:03:30	150.00	42.5	0.97383	47.45	0.77	0.02617	2.62
240	0:04:00	165.00	43.5	0.97122	47.57	0.82	0.02878	2.88
300	0:05:00	195.00	46.0	0.96598	47.83	0.93	0.03402	3.40
360	0:06:00	225.00	47.0	0.96075	48.09	1.02	0.03925	3.93
390	0:06:30	240.00	47.1	0.95813	48.22	1.06	0.04187	4.19
450	0:07:30	270.00	48.0	0.95290	48.49	1.11	0.04710	4.71
510	0:08:30	300.00	48.5	0.94766	48.76	1.17	0.05234	5.23
540	0:09:00	315.00	48.5	0.94505	48.89	1.22	0.05495	5.50
600	0:10:00	345.00	48.5	0.93981	49.16	1.22	0.06019	6.02
660	0:11:00	375.00	48.5	0.93458	49.44	1.22	0.06542	6.54
690	0:11:30	390.00	48.5	0.93196	49.58	1.20	0.06804	6.80
750	0:12:30	420.00	46.0	0.92673	49.86	1.15	0.07327	7.33

BORIS JAIME CHOQUE CALDERON
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 156001

Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TÉCNICO LABORATORISTA

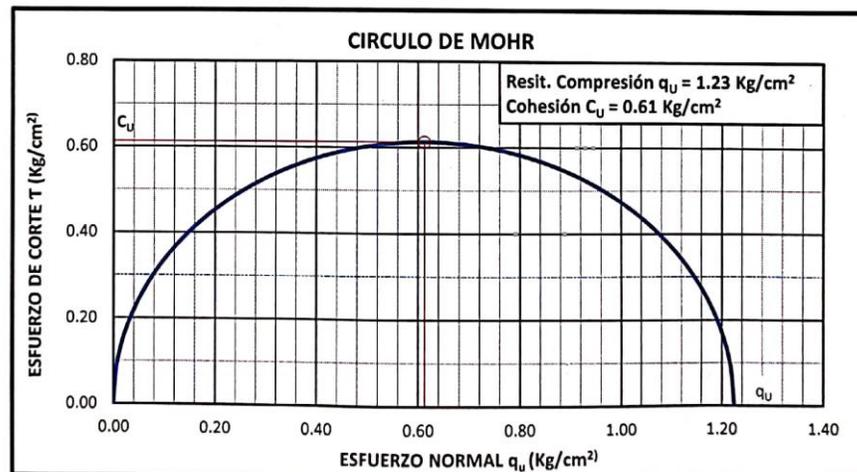
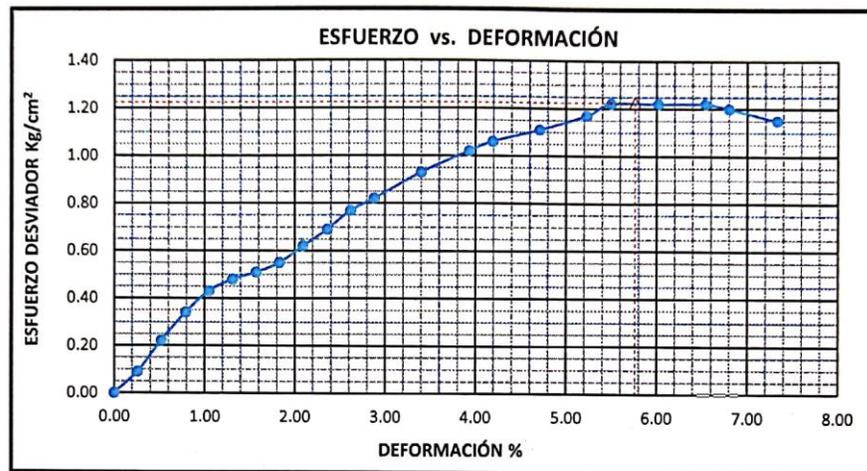
LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS
 LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - 1 MUESTRA : M - 1 S% : 95.00

3- GRAFICA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN



Franky J. Chacon Quispe
 Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Chique Calderon
 BORIS JAIME CHIQUE CALDERON
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - I MUESTRA : M - 2

Velocidad de carga (mm/min)	1.50
Grado de Saturación (%)	95.00

Estado de suelo	Natural
Tipo de muestra	Inalterada

1-DATOS DE LA MUESTRA	
Datos	Especimen I
Peso (g)	1,051.90
Promedio de diámetro inicial (cm)	7.61
Area A_0 (cm ²)	45.48
Promedio de altura inicial L_0 (cm)	14.40
Densidad (g/cm ³)	1.61
Contenido de Humedad (%)	25.20 %

2-REGISTRO DE DATOS DEL ESPECIMEN

Tiempo (seg)		Deformación (ΔL)	Dial de carga (Kg)	l - Def. Unit.	Area Corregida (cm ²)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación Unit. (mm)	Def. Falla ε %
(Seg.)	(Min.)	0.001 Pulg.			$A' = A_0 / (1 + \epsilon)$	$\sigma = F / A'$	$\epsilon = \Delta L / L_0$	
0	0:00:00	0.00	0.00	1.00000	45.48	0.00	0.00000	0.00
12	0:00:12	15.00	8.50	0.99735	45.60	0.19	0.00265	0.26
24	0:00:24	30.00	14.50	0.99471	45.73	0.30	0.00529	0.53
36	0:00:36	45.00	19.00	0.99206	45.85	0.38	0.00794	0.79
48	0:00:48	60.00	24.00	0.98942	45.97	0.44	0.01058	1.06
60	0:01:00	75.00	28.50	0.98677	46.09	0.47	0.01323	1.32
90	0:01:30	90.00	32.50	0.98412	46.22	0.53	0.01588	1.59
120	0:02:00	105.00	35.50	0.98148	46.34	0.59	0.01852	1.85
150	0:02:30	120.00	38.00	0.97883	46.47	0.62	0.02117	2.12
180	0:03:00	135.00	40.50	0.97619	46.59	0.67	0.02381	2.38
210	0:03:30	150.00	43.00	0.97354	46.72	0.71	0.02646	2.65
240	0:04:00	165.00	45.00	0.97090	46.85	0.76	0.02910	2.91
300	0:05:00	195.00	48.00	0.96560	47.10	0.84	0.03440	3.44
360	0:06:00	225.00	49.50	0.96031	47.36	0.97	0.03969	3.97
420	0:07:00	255.00	50.54	0.95502	47.63	1.05	0.04498	4.50
450	0:07:30	270.00	51.00	0.95237	47.76	1.05	0.04763	4.76
510	0:08:30	300.00	52.50	0.94708	48.03	1.10	0.05292	5.29
540	0:09:00	315.00	52.500	0.94444	48.16	1.12	0.05556	5.56
600	0:10:00	345.00	53.000	0.93915	48.43	1.11	0.06085	6.09
630	0:10:30	360.00	53.000	0.93650	48.57	1.08	0.06350	6.35
690	0:11:30	390.00	53.000	0.93121	48.84	0.99	0.06879	6.88
750	0:12:30	420.00	51.500	0.92592	49.12	0.92	0.07408	7.41



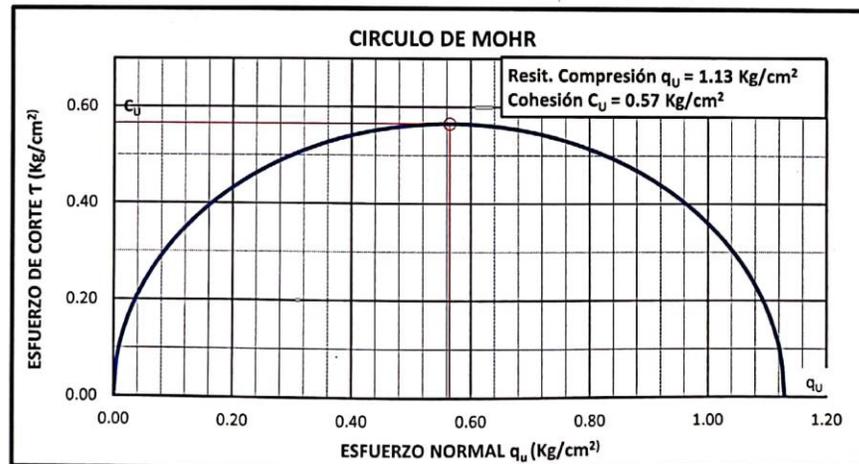
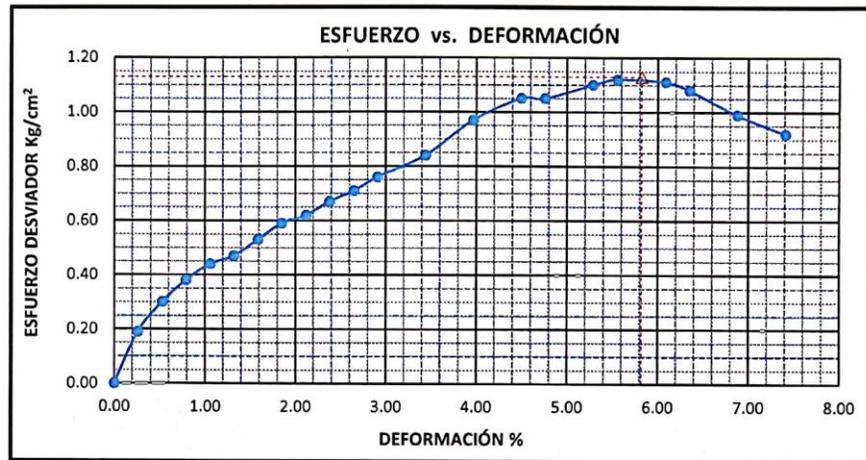
Franky J. Chacon Quijpe
 ONI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - I MUESTRA : M - 2 % : 95.00

3 - GRAFICA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN



Franky J. Chacon Quispe
 Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TÉCNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Chique Calderón
 BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - I MUESTRA : M - 3

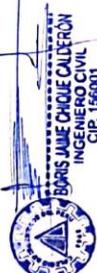
Velocidad de carga (mm/min)	1.50
Grado de Saturación (%)	95.00

Estado de suelo	Natural
Tipo de muestra	Inalterada

1-DATOS DE LA MUESTRA	
Datos	Especimen I
Peso (g)	1.070.00
Promedio de diámetro inicial (cm)	7.66
Area A_0 (cm ²)	46.08
Promedio de altura inicial L_0 (cm)	13.44
Densidad (g/cm ³)	1.73
Contenido de Humedad (%)	25.78 %

2-REGISTRO DE DATOS DEL ESPECIMEN

Tiempo (seg)		Deformación (ΔL) 0.001 Pulg.	Dial de carga (Kg)	1 - Def. Unit.	Area Corregida (cm ²) $A' = A_0 / (1 + \epsilon)$	Esfuerzo (Kg/cm ²) $\sigma = F / A'$	Deformación Unit. (mm) ($\epsilon = \Delta L / L_0$)	Def. Falla ϵ %
(Seg.)	(Min.)							
0	0:00:00	0.00	0.0	1.00000	46.08	0.00	0.00000	0.00
12	0:00:12	15.00	6.5	0.99737	46.21	0.14	0.00263	0.26
24	0:00:24	30.00	10.5	0.99475	46.33	0.23	0.00525	0.53
36	0:00:36	45.00	15.0	0.99212	46.45	0.32	0.00788	0.79
48	0:00:48	60.00	20.0	0.98950	46.57	0.43	0.01050	1.05
60	0:01:00	75.00	24.0	0.98687	46.70	0.51	0.01313	1.31
90	0:01:30	90.00	27.5	0.98425	46.82	0.59	0.01575	1.58
120	0:02:00	105.00	30.0	0.98162	46.95	0.66	0.01838	1.84
150	0:02:30	120.00	32.5	0.97899	47.07	0.69	0.02101	2.10
180	0:03:00	135.00	35.5	0.97637	47.20	0.75	0.02363	2.36
210	0:03:30	150.00	37.0	0.97374	47.33	0.77	0.02626	2.63
270	0:04:30	180.00	40.0	0.96849	47.58	0.82	0.03151	3.15
330	0:05:30	210.00	42.5	0.96324	47.84	0.90	0.03676	3.68
360	0:06:00	225.00	43.5	0.96061	47.97	0.94	0.03939	3.94
420	0:07:00	255.00	45.0	0.95536	48.24	1.00	0.04464	4.46
450	0:07:30	270.00	46.0	0.95274	48.37	1.04	0.04726	4.73
480	0:08:00	285.00	46.0	0.95011	48.5	1.07	0.04989	4.99
510	0:08:30	300.00	47.0	0.94748	48.64	1.10	0.05252	5.25
570	0:09:30	330.00	47.5	0.94223	48.91	1.14	0.05777	5.78
630	0:10:30	345.00	48.0	0.93698	49.18	1.16	0.06302	6.30
680	0:11:30	375.00	47.5	0.93173	49.46	1.17	0.06827	6.83
750	0:12:30	315.00	47.5	0.92648	49.74	1.13	0.07352	7.35


BORIS JAIME CHOLE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001


Freddy J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA

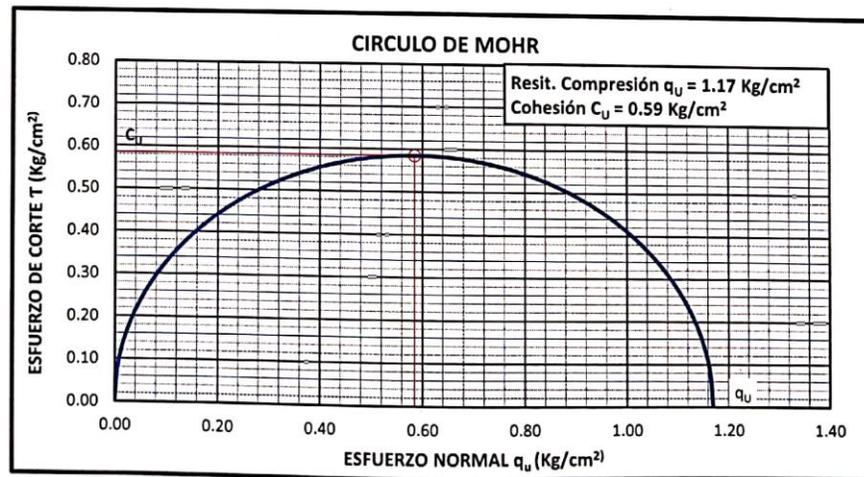
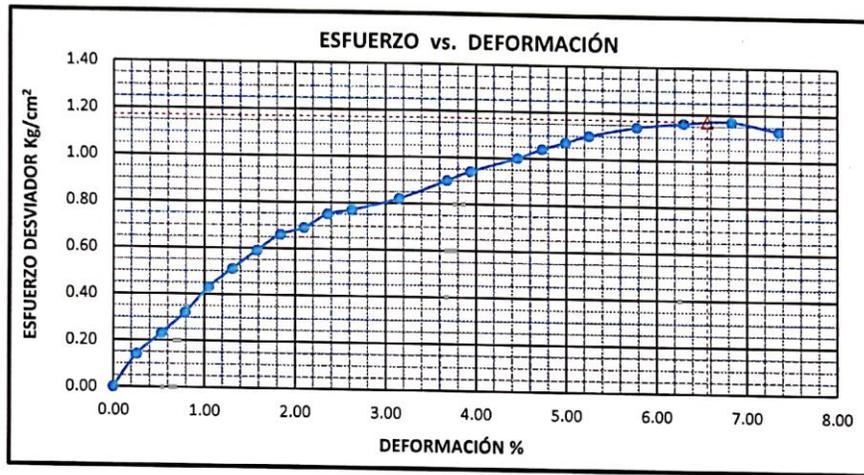
LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - I MUESTRA : M - 3 S% : 95.00

3 - GRAFICA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN



[Firma]
Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA

[Firma]

BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - I MUESTRA : M - I

Velocidad de carga (mm/min)	1.50
Grado de Saturación (%)	100.00

Estado de suelo	Natural
Tipo de muestra	Inalterada

1-DATOS DE LA MUESTRA	
Datos	Especimen I
Peso (g)	1.079.20
Promedio de diámetro inicial (cm)	7.65
Area A_0 (cm ²)	45.96
Promedio de altura inicial L_0 (cm)	14.61
Densidad (g/cm ³)	1.61
Contenido de Humedad (%)	34.57 %

2-REGISTRO DE DATOS DEL ESPECIMEN

Tiempo (seg)	Deformación (ΔL)		Dial de carga (Kg)	1 - Def. Unit.	Area Corregida (cm ²) $A' = A_0 / (1 + \epsilon)$	Esfuerzo (Kg/cm ²) $\sigma = F / A'$	Deformación Unit. (mm) $(\epsilon = \Delta L / L_0)$	Def. Falla ϵ %
	(Seg.)	(Min.)						
0	0:00:00	0.00	0.0	1.00000	45.96	0.00	0.00000	0.00
12	0:00:12	15.00	2.5	0.99739	46.08	0.05	0.00261	0.26
24	0:00:24	30.00	4.0	0.99478	46.20	0.09	0.00522	0.52
36	0:00:36	45.00	5.0	0.99218	46.33	0.14	0.00782	0.78
48	0:00:48	60.00	6.5	0.98957	46.45	0.18	0.01043	1.04
60	0:01:00	75.00	7.0	0.98696	46.57	0.26	0.01304	1.30
90	0:01:30	90.00	8.0	0.98465	46.69	0.31	0.01535	1.56
120	0:02:00	105.00	8.5	0.98175	46.82	0.36	0.01825	1.83
150	0:02:30	120.00	9.0	0.97914	46.94	0.42	0.02086	2.09
180	0:03:00	135.00	9.5	0.97653	47.07	0.46	0.02347	2.35
210	0:03:30	150.00	10.0	0.97392	47.19	0.51	0.02608	2.61
270	0:04:30	180.00	11.0	0.96871	47.45	0.61	0.03129	3.13
330	0:05:30	210.00	11.5	0.96349	47.71	0.69	0.03651	3.65
390	0:06:30	240.00	12.0	0.95828	47.96	0.75	0.04172	4.17
450	0:07:30	270.00	12.5	0.95306	48.23	0.80	0.04694	4.69
480	0:08:00	285.00	13.0	0.95045	48.36	0.81	0.04955	4.95
540	0:09:00	315.00	13.0	0.94524	48.63	0.80	0.05476	5.48
570	0:09:30	330.00	13.5	0.94263	48.76	0.78	0.05737	5.74
600	0:10:00	345.00	13.5	0.94002	48.9	0.74	0.05998	6.00
630	0:10:30	360.00	13.5	0.93741	49.03	0.70	0.06259	6.26
690	0:11:30	390.00	14.0	0.93220	49.31	0.65	0.06780	6.78
750	0:12:30	420.00	14.0	0.92698	49.58	0.59	0.07302	7.30


DORIS JAIME CHIQUE CALDERON
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 156001

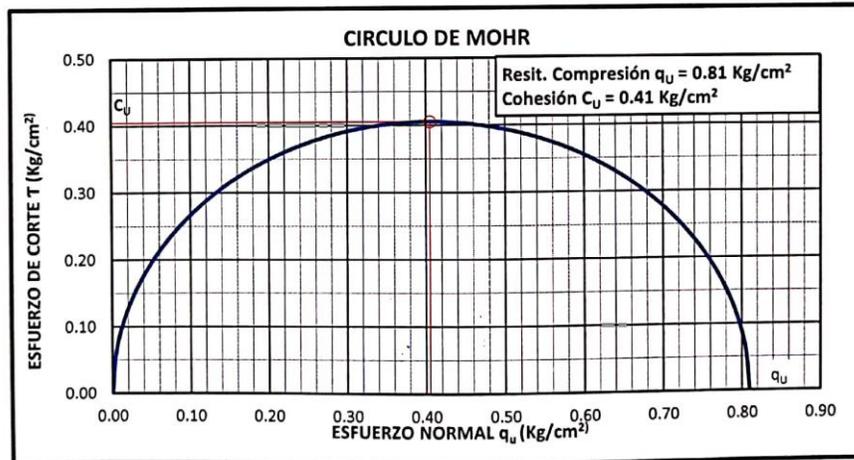
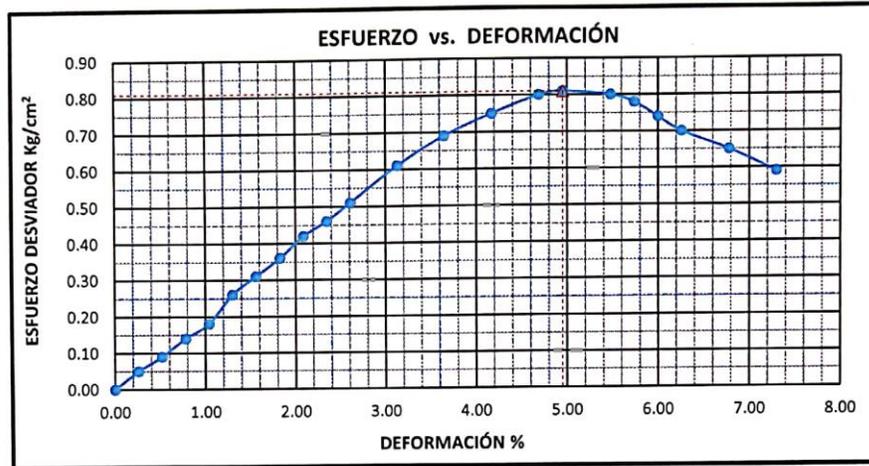

Franky J. Chacón Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS
LAGUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - I MUESTRA : M - I S% : 100.00

3-GRAFICA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN



Franky J. Chacon Quispe
Franky J. Chacon Quispe
DNI: 70230424
TECNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Chique Calderon
BORIS JAIME CHIQUE CALDERON
INGENIERO CIVIL
CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - I MUESTRA : M - 2

Velocidad de carga (mm/min)	1.50
Grado de Saturación (%)	100.00

Estado de suelo	Natural
Tipo de muestra	Inalterada

1- DATOS DE LA MUESTRA	
Datos	Especimen I
Peso (g)	1.091.90
Promedio de diámetro inicial (cm)	7.68
Area A_0 (cm ²)	46.32
Promedio de altura inicial L_0 (cm)	14.71
Densidad (g/cm ³)	1.60
Contenido de Humedad (%)	34.86 %

2- REGISTRO DE DATOS DEL ESPECIMEN

Tiempo (seg)		Deformación (ΔL) 0.001 Pulg.	Dial de carga (Kg)	l - Def. Unit.	Area Corregida (cm ²) $A' = A_0 / (1 + \epsilon)$	Esfuerzo (Kg/cm ²) $\sigma = F / A'$	Deformación Unit. (mm) ($\epsilon = \Delta L / L_0$)	Def. Falla ϵ %
(Seg.)	(Min.)							
0	0:00:00	0.00	0.00	1.00000	46.32	0.00	0.00000	0.00
12	0:00:12	15.00	4.50	0.99741	46.44	0.06	0.00259	0.26
24	0:00:24	30.00	6.00	0.99482	46.57	0.11	0.00518	0.52
36	0:00:36	45.00	7.00	0.99223	46.69	0.15	0.00777	0.78
48	0:00:48	60.00	8.00	0.98964	46.81	0.17	0.01036	1.04
60	0:01:00	75.00	9.00	0.98705	46.93	0.21	0.01295	1.30
90	0:01:30	90.00	10.00	0.98446	47.06	0.24	0.01554	1.55
120	0:02:00	105.00	10.00	0.98187	47.18	0.27	0.01813	1.81
180	0:03:00	135.00	11.00	0.97669	47.43	0.33	0.02331	2.33
240	0:04:00	165.00	12.00	0.97151	47.68	0.35	0.02849	2.85
270	0:04:30	180.00	12.50	0.96892	47.81	0.38	0.03108	3.11
330	0:05:30	210.00	13.00	0.96374	48.07	0.44	0.03626	3.63
360	0:06:00	225.00	13.50	0.96115	48.2	0.47	0.03885	3.89
420	0:07:00	255.00	13.50	0.95597	48.46	0.52	0.04403	4.40
450	0:07:30	270.00	13.50	0.95338	48.59	0.54	0.04662	4.66
510	0:08:30	300.00	14.00	0.94820	48.86	0.61	0.05180	5.18
540	0:09:00	315.00	14.000	0.94561	48.99	0.63	0.05439	5.44
570	0:09:30	330.00	14.000	0.94302	49.12	0.65	0.05698	5.70
600	0:10:00	345.00	14.000	0.94043	49.26	0.68	0.05957	5.96
660	0:11:00	375.00	14.500	0.93525	49.53	0.70	0.06475	6.48
690	0:11:30	390.00	14.500	0.93266	49.67	0.71	0.06734	6.73
750	0:12:30	420.00	14.500	0.92748	49.95	0.68	0.07252	7.25

BOSS JAIME CHAVEZ CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 156001



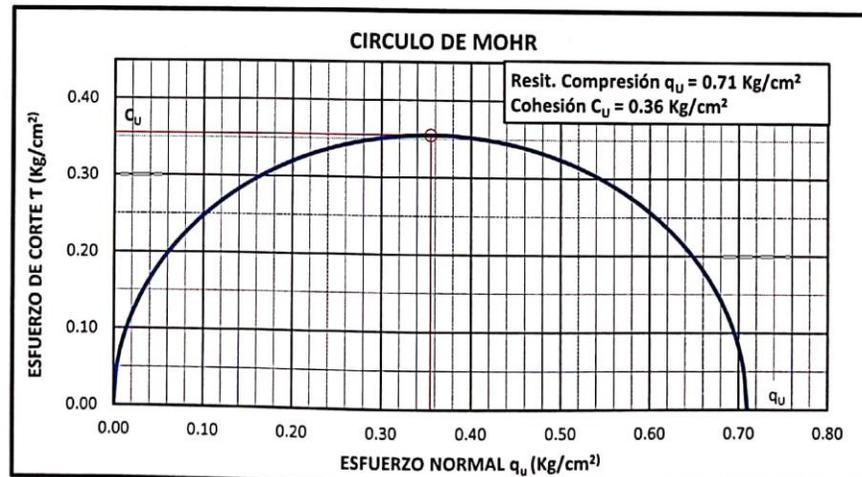
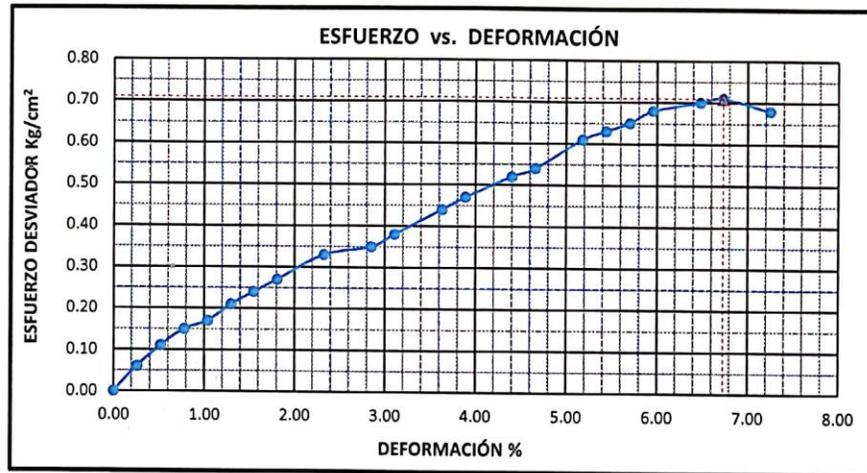
Franky J. Chacón Quispe
 DNG: 70220424
 TECNICO LABORATORISTA

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LAGUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - I MUESTRA : M - 2 % : 100.00

3 - GRAFICA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN



Francky J. Chacon Quispe
Francky J. Chacon Quispe
DNI: 70230424
TECNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Chique Calderón
BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
INGENIERO CIVIL
CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - I MUESTRA : M - 3

Velocidad de carga (mm/min)	1.50
Grado de Saturación (%)	100.00

Estado de suelo	Natural
Tipo de muestra	Inalterada

1-DATOS DE LA MUESTRA	
Datos	Especimen I
Peso (g)	1.070.30
Promedio de diámetro inicial (cm)	7.67
Area A_0 (cm ²)	46.20
Promedio de altura inicial L_0 (cm)	14.64
Densidad (g/cm ³)	1.58
Contenido de Humedad (%)	34.77 %

2-REGISTRO DE DATOS DEL ESPECIMEN

Tiempo (seg)		Deformación (ΔL) 0.001 Pulg.	Dial de carga (Kg)	I - Def. Unit.	Area Corregida (cm ²) $A' = A_0 / (1 + \epsilon)$	Esfuerzo (Kg/cm ²) $\sigma = F / A'$	Deformación Unit. (mm) $(\epsilon = \Delta L / L_0)$	Def. Falla ϵ %
(Seg.)	(Min.)							
0	0:00:00	0.00	0.0	1.00000	46.20	0.00	0.00000	0.00
12	0:00:12	15.00	4.5	0.99740	46.32	0.04	0.00260	0.26
24	0:00:24	30.00	5.5	0.99480	45.45	0.09	0.00520	0.52
36	0:00:36	45.00	6.5	0.99219	46.57	0.12	0.00781	0.78
48	0:00:48	60.00	7.5	0.98959	46.69	0.16	0.01041	1.04
60	0:01:00	75.00	8.5	0.98699	46.81	0.18	0.01301	1.30
90	0:01:30	90.00	9.5	0.98439	46.94	0.22	0.01561	1.56
120	0:02:00	105.00	10.0	0.98178	47.06	0.27	0.01822	1.82
150	0:02:30	120.00	11.0	0.97918	47.19	0.31	0.02082	2.08
180	0:03:00	135.00	11.5	0.97658	47.31	0.38	0.02342	2.34
210	0:03:30	150.00	12.5	0.97398	47.44	0.45	0.02602	2.60
240	0:04:00	165.00	13.0	0.97137	47.57	0.49	0.02863	2.86
300	0:05:00	195.00	14.0	0.96617	47.82	0.58	0.03383	3.38
330	0:05:30	210.00	14.5	0.96357	47.95	0.61	0.03643	3.64
360	0:06:00	225.00	14.5	0.96096	48.08	0.64	0.03904	3.90
390	0:06:30	240.00	15.0	0.95836	48.21	0.67	0.04164	4.16
450	0:07:30	270.00	15.5	0.95316	48.47	0.68	0.04684	4.68
510	0:08:30	300.00	15.0	0.94795	48.74	0.65	0.05205	5.20
570	0:09:30	330.00	14.0	0.94275	49.01	0.58	0.05725	5.73
630	0:10:30	360.00	13.7	0.93754	49.28	0.53	0.06246	6.25
690	0:11:30	390.00	13.5	0.93234	49.56	0.49	0.06766	6.77
750	0:12:30	420.00	13.0	0.92713	49.84	0.42	0.07287	7.29


BORIS JAIME CALDEÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 158801


Fraydy J. Chacon Quispe
 DNI: 70230-424
 TECNICO LABORATORISTA

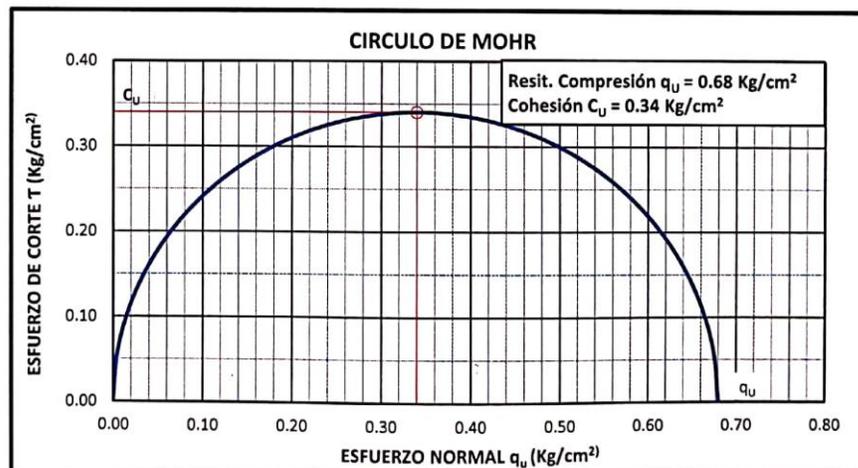
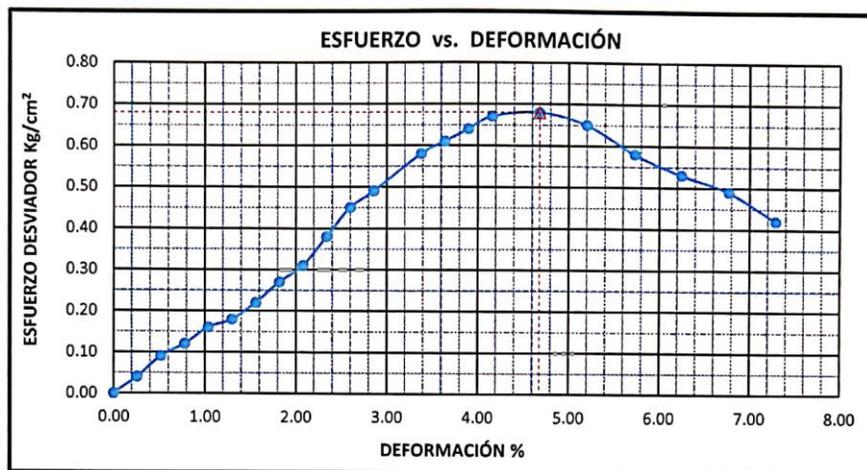
LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

ASTM D 2166-91 NTP 339.167 AASHTO T 208

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
FECHA : Agosto del 2021 CALICATA : C - I MUESTRA : M - 3 S% : 100.00

3- GRAFICA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN



Franky J. Chacon Quispe
Franky J. Chacon Quispe
DNI: 70230424
TECNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Chique Calderón

BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
INGENIERO CIVIL
CIP. 156001

5. Ensayo de consolidación unidimensional

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

ASTM D 2435-70 NTP 339.154 AASHTO T216-66

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS
 LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 MUESTRA : M - I GRADO DE SATURACIÓN (S%) : 92.37

1- CONTENIDO DE HUMEDAD		
Datos de la muestra antes y despues del ensayo	Inicial (I)	Final (f)
D. Contenido de humedad (W%) = $((B-C)/(C-A-Tara))*100$	19.42 %	36.54 %

2- GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS	
Gravedad especifica (Gs) :	1.19

3- DATOS DEL ESPÉCIMEN	
k. Gravedad especifica de los sólidos (Gs) : J	1.19
L. Peso del especimen húmedo (g) : Bi - Ai	169.83
M. Diámetro (cm)	6.16
N. Altura Ho (cm)	1.99
D. Área A (cm ²) : $\pi M^2/4$	29.80
P. Volumen de la muestra en el anillo (cm ³) : D*N	59.40
Q. Densidad húmeda (g/cm ³) : L/P	2.86
R. Peso de los sólidos Ws (g) : $(B - A)/(1 + D/100)$	142.74
S. Altura de los sólidos Hs = $Ws/(Ags_{vw})$ (cm) : $R/(D*K)$	1.81
T. Relación de vacios inicial $e_o = (H_o - H_s)/H_s : (N - S)/S$	0.10
U. Variación de la altura de la muestra ΔH (cm)	0.0106
V. Altura final de la muestra Hf (cm) : N - U	1.98
W. Relación de vacios final $e_f = (H_f - H_s)/H_s : (V - S)/S$	0.09


Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA


BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

ASTM D 2435-70 NTP 339.154 AASHTO T216-66

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 MUESTRA : M - I GRADO DE SATURACIÓN (S%) : 92.37

4- REGISTRO DE DATOS DE CARGA											
CARGA	(Kpa)	12.50	25.00	50.00	100.00	200.00	300.00	400.00	800.00	1600.00	3200.00
	(Kg/cm ²)	0.127	0.255	0.510	1.020	2.039	3.059	4.079	8.158	16.316	32.631
TIEMPO (minutos)	Deformación (mm)										
0.00	0:00:00	0.02183	0.02282	0.02363	0.02488	0.02642	0.02883	0.03061			
0.10	0:00:06	0.02223	0.02312	0.02423	0.02553	0.02753	0.02938	0.03093			
0.25	0:00:15	0.02229	0.02313	0.02426	0.02563	0.02763	0.02943	0.03098			
0.50	0:00:30	0.02238	0.02318	0.02428	0.02568	0.02775	0.02953	0.03103			
1.00	0:01:00	0.02241	0.02323	0.02437	0.02573	0.02783	0.02963	0.03113			
2.00	0:02:00	0.02245	0.02324	0.02442	0.02581	0.02801	0.02971	0.03123			
4.00	0:04:00	0.02251	0.02326	0.02443	0.02588	0.02808	0.02971	0.03128			
8.00	0:08:00	0.02253	0.02332	0.02448	0.02594	0.02816	0.02988	0.03142			
15.00	0:15:00	0.02258	0.02333	0.02461	0.02602	0.02826	0.02998	0.03153			
30.00	0:30:00	0.02263	0.02338	0.02466	0.02608	0.02833	0.03008	0.03166			
60.00	1:00:00	0.02267	0.02345	0.02472	0.02613	0.02843	0.03018	0.03173			
120.00	2:00:00	0.02272	0.02351	0.02473	0.02622	0.02851	0.03031	0.03192			
240.00	4:00:00	0.02273	0.02354	0.02482	0.02626	0.02858	0.03040	0.03203			
480.00	8:00:00	0.02276	0.02357	0.02483	0.02633	0.02873	0.03045	0.03218			
960.00	16:00:00	0.02279	0.02361	0.02486	0.02637	0.02873	0.03058	0.03236			
1,440.00	24:00:00	0.02282	0.02363	0.02488	0.02642	0.02883	0.03061	0.03247			
Carga de asentamiento =		4.903 Kpa	=	0.050 Kg/cm ²	Variación de Altura de muestra ΔH = 0.0106 mm						
Asentamiento (mm)	P	0.00099	0.00081	0.00125	0.00154	0.00241	0.00178	0.00186			
	Σ	0.00099	0.00180	0.00305	0.00459	0.00700	0.00878	0.01064			

5- REGISTRO DE DATOS ETAPA DE DESCARGA											
CARGA	(Kpa)	0.00	12.50	25.00	50.00	100.00	200.00	300.00	400.00	800.00	1600.00
	(Kg/cm ²)	0.000	0.127	0.255	0.510	1.020	2.039	3.059	4.079	8.158	16.316
TIEMPO (minutos)	Deformación (mm)										
0.00	0:00:00	0.0298	0.0305	0.0313	0.0320	0.0324	0.0325				
0.13	0:00:08	0.0296	0.0302	0.0309	0.0316	0.0321	0.0324				
0.25	0:00:15	0.0295	0.0301	0.0308	0.0315	0.0321	0.0324				
0.50	0:00:30	0.0294	0.0301	0.0308	0.0315	0.0321	0.0324				
1.00	0:01:00	0.0294	0.0301	0.0307	0.0314	0.0321	0.0324				
2.00	0:02:00	0.0294	0.0299	0.0307	0.0314	0.0321	0.0324				
4.00	0:04:00	0.0293	0.0299	0.0306	0.0313	0.0320	0.0324				
8.00	0:08:00	0.0292	0.0298	0.0305	0.0313	0.0320	0.0324				
Expansión (mm)	P	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000				
	Σ	0.003	0.003	0.002	0.001	0.000	0.000				


 Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TÉCNICO LABORATORISTA



 BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONSOLIDACIÓN UNIDEMENSIONAL

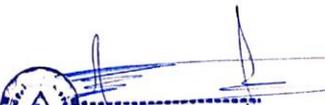
ASTM D 2435-70 NTP 339.154 AASHTO 1216-66

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 MUESTRA : M - I GRADO DE SATURACIÓN (S%) : 92.37

6-CÁLCULO ETAPA DE CARGA											
Carga (Kpa)	Asentamiento (mm)	Altura del espécimen (mm)			Densidad seca (g/cm ³)	Rel. de vacíos (e)	Deform. Vertical (%)	t 50 (min)	t 90 (min)	Coeficiente De Consol. Cv (cm ² /min)	
		Final	Promedio	Drenado						t 50	t 90
12.50	0.00099	19.929	19.929	9.965	2.4033	0.0985	0.005	1.15	0.36	0.170090	2.33886
25.00	0.00180	19.928	19.929	9.964	2.4034	0.0984	0.009	9.00	0.36	0.021733	2.33877
50.00	0.00305	19.927	19.928	9.964	2.4036	0.0984	0.015	9.00	0.38	0.021731	2.21545
100.00	0.00459	19.925	19.926	9.963	2.4038	0.0983	0.023	3.70	0.41	0.052851	2.05305
200.00	0.00700	19.923	19.924	9.962	2.4040	0.0981	0.035	2.55	0.38	0.076670	2.21470
300.00	0.00878	19.921	19.922	9.961	2.4043	0.0981	0.044	6.70	0.39	0.029174	2.15746
400.00	0.01064	19.919	19.920	9.960	2.4045	0.0979	0.053	12.50	0.38	0.015635	2.21383
800.00											
1600.00											
3200.00											

7-CÁLCULO ETAPA DE DESCARGA											
Carga (Kpa)	Asentamiento (mm)	Altura del espécimen (mm)			Densidad seca (g/cm ³)	Rel. de vacíos (e)	Deform. Vertical (%)	t 50 (min)	t 90 (min)	Coeficiente De Consol. Cv (cm ² /min)	
		Final	Promedio	Drenado						t 50	t 90
1600.00											
800.00											
400.00	0.011	19.930	19.930	9.965	2.4045	0.0979	0.053				
300.00	0.011	19.930	19.930	9.965	2.4045	0.0979	0.053				
200.00	0.011	19.930	19.930	9.965	2.4045	0.0980	0.053				
100.00	0.010	19.930	19.930	9.965	2.4044	0.0980	0.051				
50.00	0.009	19.929	19.929	9.964	2.4043	0.0980	0.047				
25.00	0.009	19.928	19.928	9.964	2.4042	0.0981	0.043				
12.50	0.008	19.927	19.927	9.964	2.4042	0.0981	0.040				


Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TÉCNICO LABORATORISTA



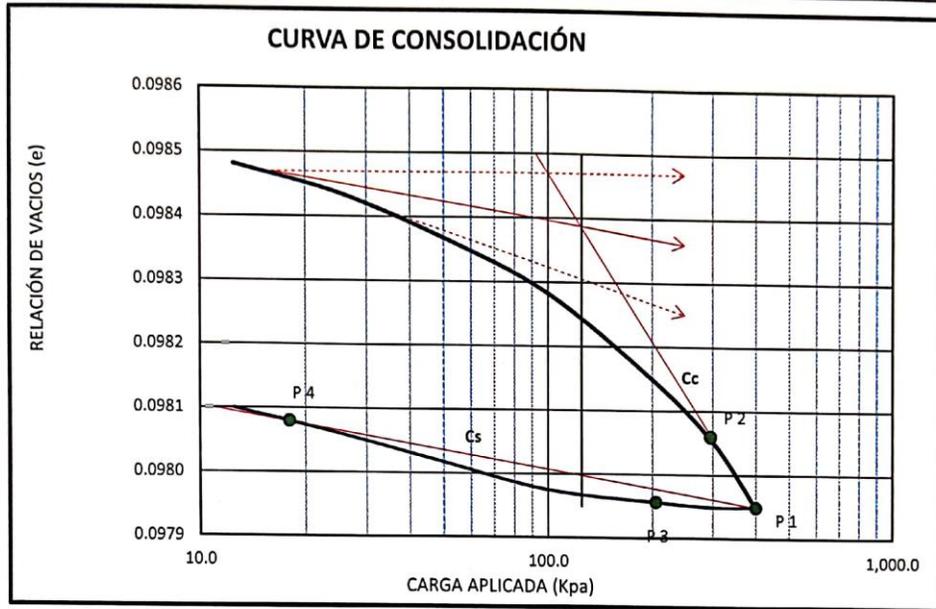
BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

ASTM D 2435-70 NTP 339.154 AASHTO T216-66

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
FECHA : Agosto del 2021 MUESTRA : M - I GRADO DE SATURACIÓN (S%) : 92.37

8-PRESIÓN DE PRECONSOLIDACIÓN



$C_c = 0.8387869$ $C_s = 0.1164242$ $P_c = 125.00 \text{ Kpa} = 1.27 \text{ Kg/cm}^2$


Franky J. Chacon Quispe
DNI: 70230424
TECNICO LABORATORISTA

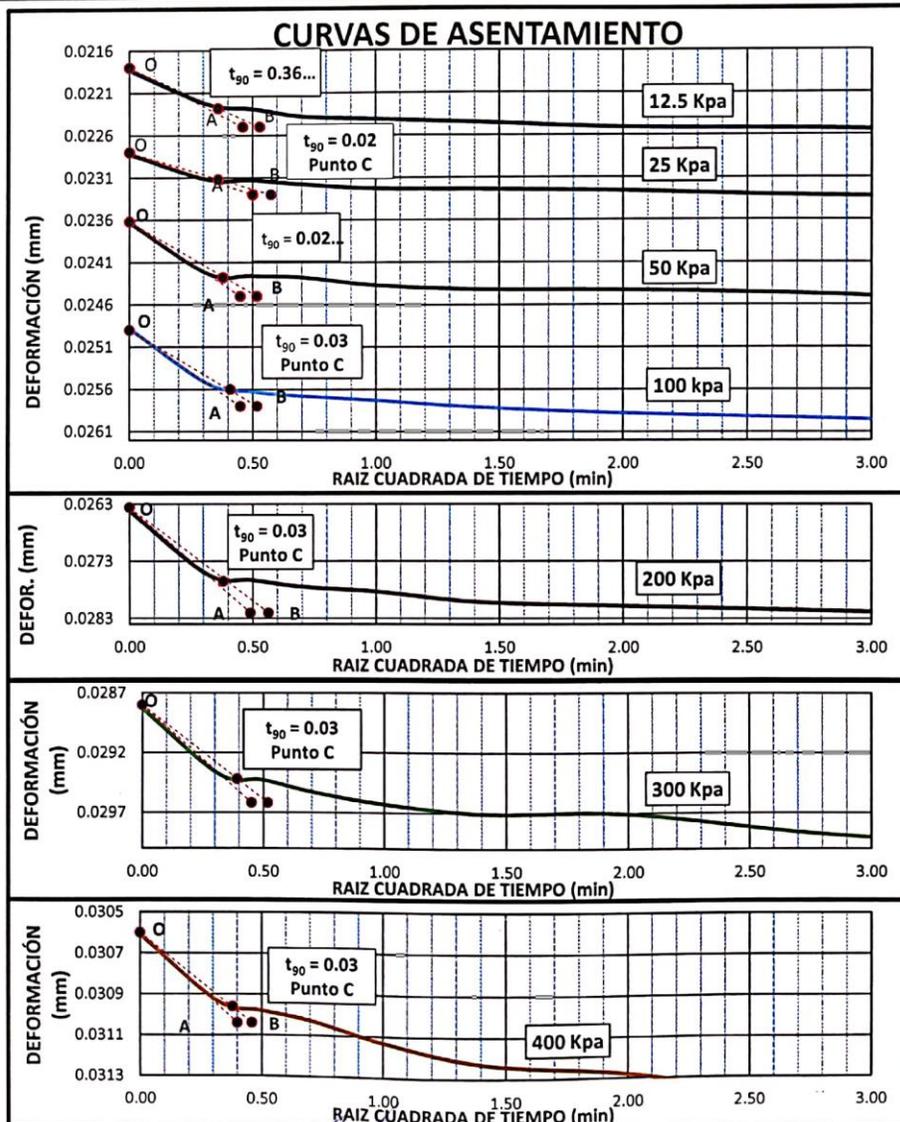

BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
INGENIERO CIVIL
CIP. 156001

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

ASTM D 2435-70 HTP 339.154 AASHTO T216-66

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 MUESTRA : M - I GRADO DE SATURACIÓN (S%) : 92.37

ID-GRÁFICO: RAZA CUADRA DEL TIEMPO VERSUS DEFORMACIÓN



Fransky J. Chacon Quispe
 Fransky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Chique Calderon

 BORIS JAIME CHIQUE CALDERON
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

ASTM D 2435-70 NTP 339.154 AASHTO T216-66

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 MUESTRA : M - I GRADO DE SATURACIÓN (S%) : 95.00

1- CONTENIDO DE HUMEDAD		
Datos de la muestra antes y despues del ensayo	Inicial (i)	Final (f)
D. Contenido de humedad (W%) = $((B-C)/(C-A-Tara))*100$	35.10 %	43.54 %

2- GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS	
Gravedad específica (Gs) :	1.19

3-DATOS DEL ESPÉCIMEN	
k. Gravedad específica de los sólidos (Gs) : J	1.19
L. Peso del espécimen húmedo (g) : Bi - Ai	169.83
M. Diámetro (cm)	6.16
N. Altura Ho (cm)	1.99
O. Área A (cm ²) : $\pi M^2/4$	29.80
P. Volumen de la muestra en el anillo (cm ³) : O*N	59.40
Q. Densidad húmeda (g/cm ³) : L/P	2.86
R. Peso de los sólidos Ws (g) : $(B - A)/(1 + D/100)$	142.74
S. Altura de los sólidos Hs = $Ws/(Ags_{w_s})$ (cm) : $R/(O*K)$	1.84
T. Relación de vacíos inicial $e_o = (H_o - H_s)/H_s : (N - S)/S$	0.09
U. Variación de la altura de la muestra ΔH (cm)	0.0106
V. Altura final de la muestra H _f (cm) : N - U	1.98
W. Relación de vacíos final $e_f = (H_f - H_s)/H_s : (V - S)/S$	0.08


 Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA


 BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONSOLIDACIÓN UNIDEMENSIONAL

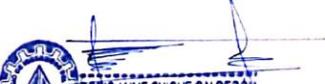
ASTM D 2435-70 NTP 339.154 AASHTO T216-66

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 MUESTRA : M - I GRADO DE SATURACIÓN (S%) : 95.00

4- REGISTRO DE DATOS DE CARGA											
CARGA	(Kpa)	12.50	25.00	50.00	100.00	200.00	300.00	400.00	800.00	1600.00	3200.00
	(Kg/cm ²)	0.127	0.255	0.510	1.020	2.039	3.059	4.079	8.158	16.316	32.631
TIEMPO (minutos)	Deformación (mm)										
0.00	0:00:00	0.02100	0.02198	0.02282	0.02405	0.02559	0.02860	0.02978			
0.10	0:00:06	0.02138	0.02229	0.02340	0.02470	0.02665	0.02865	0.03010			
0.25	0:00:15	0.02146	0.02230	0.02343	0.02480	0.02682	0.02867	0.03015			
0.50	0:00:30	0.02155	0.02235	0.02343	0.02485	0.02692	0.02870	0.03022			
1.00	0:01:00	0.02154	0.02237	0.02354	0.02490	0.02705	0.02880	0.03030			
2.00	0:02:00	0.02162	0.02241	0.02359	0.02498	0.02718	0.02883	0.03043			
4.00	0:04:00	0.02168	0.02243	0.02359	0.02505	0.02725	0.02888	0.03045			
8.00	0:08:00	0.02172	0.02251	0.02365	0.02511	0.02731	0.02905	0.03059			
15.00	0:15:00	0.02175	0.02250	0.02378	0.02519	0.02743	0.02915	0.03072			
30.00	0:30:00	0.02180	0.02255	0.02382	0.02525	0.02750	0.02925	0.03083			
60.00	1:00:00	0.02183	0.02260	0.02389	0.02530	0.02764	0.02940	0.03090			
120.00	2:00:00	0.02189	0.02268	0.02390	0.02539	0.02768	0.02948	0.03109			
240.00	4:00:00	0.02192	0.02271	0.02399	0.02543	0.02775	0.02957	0.03122			
480.00	8:00:00	0.02193	0.02274	0.02420	0.02550	0.02792	0.02962	0.03135			
960.00	16:00:00	0.02194	0.02276	0.02403	0.02554	0.02794	0.02977	0.03153			
1440.00	24:00:00	0.02198	0.02282	0.02405	0.02559	0.02860	0.02978	0.03164			
Carga de asentamiento = 4.903 Kpa = 0.050 Kg/cm ²						Variación de Altura de muestra ΔH = 0.0106 mm					
Asentamiento (mm)	P	0.00098	0.00084	0.00138	0.00154	0.00301	0.00118	0.00186			
	Σ	0.00098	0.00182	0.00320	0.00474	0.00775	0.00893	0.01079			

5- REGISTRO DE DATOS ETAPA DE DESCARGA											
CARGA	(Kpa)	0.00	12.50	25.00	50.00	100.00	200.00	300.00	400.00	800.00	1600.00
	(Kg/cm ²)	0.000	0.127	0.255	0.510	1.020	2.039	3.059	4.079	8.158	16.316
TIEMPO (minutos)	Deformación (mm)										
0.00	0:00:00	0.0289	0.0296	0.0304	0.0311	0.0315	0.0316				
0.13	0:00:08	0.0287	0.0293	0.0300	0.0307	0.0313	0.0315				
0.25	0:00:15	0.0286	0.0293	0.0299	0.0306	0.0312	0.0315				
0.50	0:00:30	0.0286	0.0292	0.0299	0.0306	0.0312	0.0315				
1.00	0:01:00	0.0285	0.0291	0.0299	0.0306	0.0312	0.0315				
2.00	0:02:00	0.0285	0.0291	0.0298	0.0305	0.0312	0.0315				
4.00	0:04:00	0.0284	0.0290	0.0297	0.0304	0.0312	0.0315				
8.00	0:08:00	0.0283	0.0289	0.0296	0.0304	0.0311	0.0315				
Expansión (mm)	P	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000				
	Σ	0.003	0.003	0.002	0.001	0.000	0.000				


 Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TÉCNICO LABORATORIO



 BORIS JAIME CHICUE CALDERON
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

ASTM D 2435-70 NTP 339.154 AASHTO T216-66

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 MUESTRA : M - I GRADO DE SATURACIÓN (S%) : 95.00

6-CÁLCULO ETAPA DE CARGA											
Carga (Kpa)	Asentamiento (mm)	Altura del espécimen (mm)			Densidad seca (g/cm ³)	Rel. de vacíos (e)	Deform. Vertical (%)	t 50 (min)	t 90 (min)	Coeficiente De Consol. Cv (cm ² /min)	
		Final	Promedio	Drenado						t 50	t 90
12.50	0.00098	19.929	19.929	9.965	2.4033	0.0860	0.005	1.15	0.36	0.170091	2.33887
25.00	0.00182	19.928	19.929	9.964	2.4034	0.0860	0.009	9.00	0.34	0.021733	2.47634
50.00	0.00320	19.927	19.927	9.964	2.4036	0.0859	0.016	9.00	0.37	0.021730	2.27530
100.00	0.00474	19.925	19.926	9.963	2.4038	0.0858	0.024	3.70	0.36	0.052850	2.33816
200.00	0.00775	19.922	19.924	9.962	2.4041	0.0856	0.039	2.55	0.37	0.076667	2.27445
300.00	0.00893	19.921	19.922	9.961	2.4043	0.0856	0.045	6.70	0.38	0.029173	2.21413
400.00	0.01079	19.919	19.920	9.960	2.4045	0.0855	0.054	12.50	0.39	0.015634	2.15703
800.00											
1600.00											
3200.00											

7-CÁLCULO ETAPA DE DESCARGA											
Carga (Kpa)	Asentamiento (mm)	Altura del espécimen (mm)			Densidad seca (g/cm ³)	Rel. de vacíos (e)	Deform. Vertical (%)	t 50 (min)	t 90 (min)	Coeficiente De Consol. Cv (cm ² /min)	
		Final	Promedio	Drenado						t 50	t 90
1600.00											
800.00											
400.00	0.011	19.930	19.930	9.965	2.4045	0.0855	0.054				
300.00	0.011	19.930	19.930	9.965	2.4045	0.0855	0.054				
200.00	0.011	19.930	19.930	9.965	2.4045	0.0855	0.053				
100.00	0.010	19.930	19.930	9.965	2.4044	0.0855	0.052				
50.00	0.010	19.929	19.929	9.964	2.4044	0.0855	0.048				
25.00	0.009	19.928	19.928	9.964	2.4043	0.0856	0.044				
12.50	0.008	19.927	19.927	9.964	2.4042	0.0856	0.040				


 Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TÉCNICO LABORATORISTA


 BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

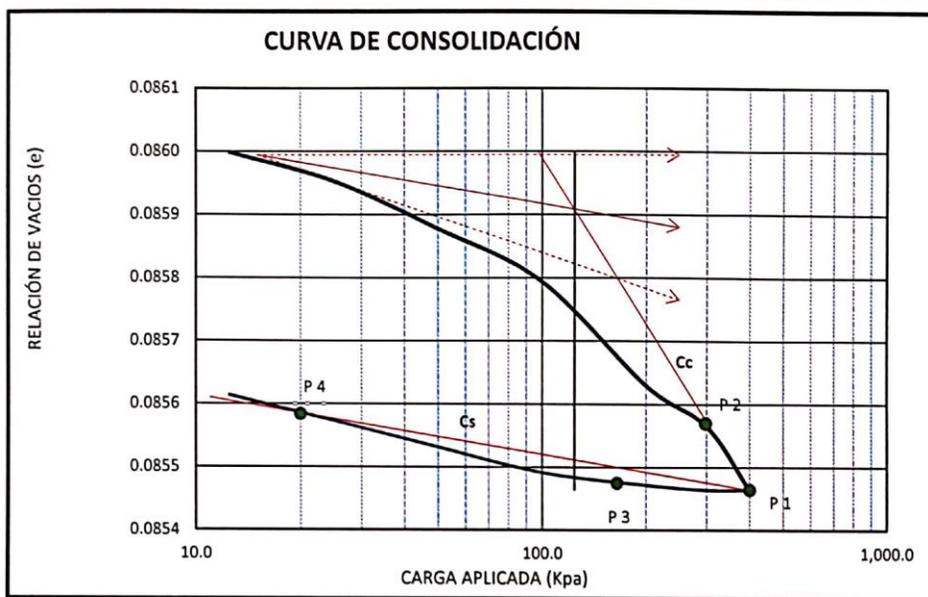
LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

ASTM D 2435-70 NTP 339.154 AASHTO T216-66

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
FECHA : Agosto del 2021 MUESTRA : M - I GRADO DE SATURACIÓN (S%) : 95.00

B - PRESIÓN DE PRECONSOLIDACIÓN



$C_c = 0.8274757$	$C_s = 0.1189367$	$P_c = 124.00 \text{ Kpa} = 1.26 \text{ Kg/cm}^2$
-------------------	-------------------	---

Franky J. Cuacon Quispe
Franky J. Cuacon Quispe
DNI: 70230424
TECNICO LABORATORISTA

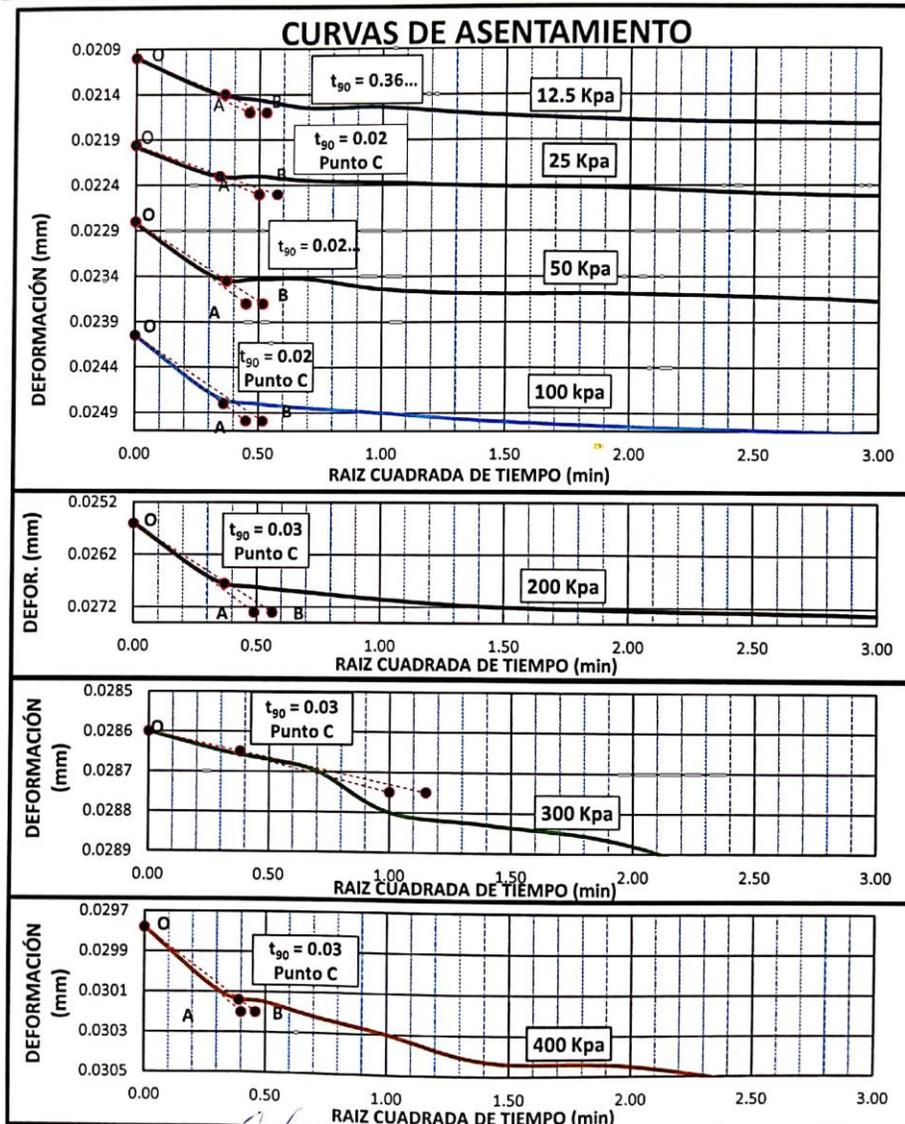
Boris Jaime Chique Calderon
BORIS JAIME CHIQUE CALDERON
INGENIERO CIVIL
CIP. 156001

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

ASTM D 2435-70 NTP 339.154 AASHTO T216-66

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 MUESTRA : M - I GRADO DE SATURACIÓN (S%) : 95.00

ID-GRÁFICO: RAIZ CUADRADA DEL TIEMPO VERSUS DEFORMACIÓN



Franko J. Chacon Quispe
 Franko J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TECNICO LABORATORISTA

BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
 BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 157701

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

ASTM D 2435-70 NTP 339.154 AASHTO T216-66

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 MUESTRA : M - I GRADO DE SATURACIÓN (S%) : 100.00

1- CONTENIDO DE HUMEDAD		
Datos de la muestra antes y despues del ensayo	Inicial (I)	Final (f)
D. Contenido de humedad (W%) = $((B-C)/(C-A-Tara))*100$	25.62 %	38.64 %

2- GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS	
Gravedad específica (Gs) :	1.19

3- DATOS DEL ESPÉCIMEN	
k. Gravedad específica de los sólidos (Gs) : J	1.19
L. Peso del espécimen húmedo (g) : Bi - Ai	169.83
M. Diámetro (cm)	6.16
N. Altura Ho (cm)	1.99
O. Área A (cm ²) : $\pi M^2/4$	29.80
P. Volumen de la muestra en el anillo (cm ³) : O*N	59.40
Q. Densidad húmeda (g/cm ³) : L/P	2.86
R. Peso de los sólidos Ws (g) : (B - A)/(I + D/100)	142.74
S. Altura de los sólidos Hs=Ws/(Ags _w) (cm) : R/(O*K)	1.80
T. Relación de vacios inicial e _o = (Ho - Hs)/Hs : (N - S)/S	0.11
U. Variación de la altura de la muestra ΔH (cm)	0.0106
V. Altura final de la muestra H _f (cm) : N - U	1.98
W. Relación de vacios final e _f = (H _f - Hs)/Hs : (V - S)/S	0.10


Frank J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TÉCNICO LABORATORISTA


BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

ASTM D 2435-70 NTP 339.154 AASHTO T216-66

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 MUESTRA : M - I GRADO DE SATURACIÓN (S%) : 100.00

4-REGISTRO DE DATOS DE CARGA											
CARGA	(Kpa)	12.50	25.00	50.00	100.00	200.00	300.00	400.00	800.00	1600.00	3200.00
	(Kg/cm ²)	0.127	0.255	0.510	1.020	2.039	3.059	4.079	8.158	16.316	32.631
TIEMPO (minutos)		Deformación (mm)									
0.00	0:00:00	0.02200	0.02299	0.02380	0.02505	0.02659	0.02900	0.03078			
0.10	0:00:06	0.02240	0.02329	0.02440	0.02570	0.02770	0.02955	0.03110			
0.25	0:00:15	0.02246	0.02330	0.02443	0.02580	0.02780	0.02960	0.03115			
0.50	0:00:30	0.02255	0.02335	0.02445	0.02585	0.02792	0.02970	0.03120			
1.00	0:01:00	0.02258	0.02340	0.02454	0.02590	0.02800	0.02980	0.03130			
2.00	0:02:00	0.02262	0.02341	0.02459	0.02598	0.02818	0.02988	0.03140			
4.00	0:04:00	0.02268	0.02343	0.02460	0.02605	0.02825	0.02988	0.03145			
8.00	0:08:00	0.02270	0.02349	0.02465	0.02611	0.02833	0.03005	0.03159			
15.00	0:15:00	0.02275	0.02350	0.02478	0.02619	0.02843	0.03015	0.03170			
30.00	0:30:00	0.02280	0.02355	0.02483	0.02625	0.02850	0.03025	0.03183			
60.00	1:00:00	0.02284	0.02362	0.02489	0.02630	0.02860	0.03035	0.03190			
120.00	2:00:00	0.02289	0.02368	0.02490	0.02639	0.02868	0.03048	0.03209			
240.00	4:00:00	0.02290	0.02371	0.02499	0.02643	0.02875	0.03057	0.03220			
480.00	8:00:00	0.02293	0.02374	0.02500	0.02650	0.02890	0.03062	0.03235			
960.00	16:00:00	0.02296	0.02378	0.02503	0.02654	0.02890	0.03075	0.03253			
1440.00	24:00:00	0.02299	0.02380	0.02505	0.02659	0.02900	0.03078	0.03264			
Carga de asentamiento = 4.903 Kpa = 0.050 Kg/cm ²						Variación de Altura de muestra ΔH = 0.0106 mm					
Asentamiento (mm)	P	0.00099	0.00081	0.00125	0.00154	0.00241	0.00178	0.00186			
	Σ	0.00099	0.00180	0.00305	0.00459	0.00700	0.00878	0.01064			

5-REGISTRO DE DATOS ETAPA DE DESCARGA											
CARGA	(Kpa)	0.00	12.50	25.00	50.00	100.00	200.00	300.00	400.00	800.00	1600.00
	(Kg/cm ²)	0.000	0.127	0.255	0.510	1.020	2.039	3.059	4.079	8.158	16.316
TIEMPO (minutos)		Deformación (mm)									
0.00	0:00:00	0.0299	0.0306	0.0314	0.0322	0.0325	0.0326				
0.13	0:00:08	0.0298	0.0303	0.0310	0.0317	0.0323	0.0325				
0.25	0:00:15	0.0296	0.0303	0.0310	0.0316	0.0322	0.0325				
0.50	0:00:30	0.0296	0.0302	0.0309	0.0316	0.0322	0.0325				
1.00	0:01:00	0.0295	0.0302	0.0309	0.0316	0.0322	0.0325				
2.00	0:02:00	0.0295	0.0301	0.0308	0.0315	0.0322	0.0325				
4.00	0:04:00	0.0294	0.0300	0.0307	0.0315	0.0322	0.0325				
8.00	0:08:00	0.0293	0.0299	0.0306	0.0314	0.0322	0.0325				
Expansión (mm)	P	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000				
	Σ	0.003	0.003	0.002	0.001	0.000	0.000				


 Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TÉCNICO LABORATORISTA


 BORIS JAIME CHOQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 156001

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

ASTM D 2435-70 NTP 339.154 AASHTO T216-66

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 MUESTRA : M - I GRADO DE SATURACIÓN (S%) : 100.00

6-CÁLCULO ETAPA DE CARGA											
Carga (Kpa)	Asentamiento (mm)	Altura del espécimen (mm)			Densidad seca (g/cm ³)	Rel. de vacíos (e)	Deform. Vertical (%)	t 50 (min)	t 90 (min)	Coeficiente De Consol. Cv (cm ² /min)	
		Final	Promedio	Drenado						t 50	t 90
12.50	0.00099	19.929	19.929	9.965	2.4033	0.1076	0.005	1.15	0.38	0.170090	2.21577
25.00	0.00180	19.928	19.929	9.964	2.4034	0.1076	0.009	9.00	0.35	0.021733	2.40559
50.00	0.00305	19.927	19.928	9.964	2.4036	0.1075	0.015	9.00	0.38	0.021731	2.21545
100.00	0.00459	19.925	19.926	9.963	2.4038	0.1074	0.023	3.70	0.38	0.052851	2.21514
200.00	0.00700	19.923	19.924	9.962	2.4040	0.1073	0.035	2.55	0.38	0.076670	2.21470
300.00	0.00878	19.921	19.922	9.961	2.4043	0.1072	0.044	6.70	0.38	0.029174	2.21423
400.00	0.01064	19.919	19.920	9.960	2.4045	0.1071	0.053	12.50	0.39	0.015635	2.15706
800.00											
1600.00											
3200.00											

7-CÁLCULO ETAPA DE DESCARGA											
Carga (Kpa)	Asentamiento (mm)	Altura del espécimen (mm)			Densidad seca (g/cm ³)	Rel. de vacíos (e)	Deform. Vertical (%)	t 50 (min)	t 90 (min)	Coeficiente De Consol. Cv (cm ² /min)	
		Final	Promedio	Drenado						t 50	t 90
1600.00											
800.00											
400.00	0.011	19.930	19.930	9.965	2.4045	0.1071	0.053				
300.00	0.011	19.930	19.930	9.965	2.4045	0.1071	0.053				
200.00	0.011	19.930	19.930	9.965	2.4045	0.1071	0.053				
100.00	0.010	19.930	19.930	9.965	2.4044	0.1071	0.051				
50.00	0.009	19.929	19.929	9.964	2.4043	0.1072	0.047				
25.00	0.009	19.928	19.928	9.964	2.4042	0.1072	0.043				
12.50	0.008	19.927	19.927	9.964	2.4042	0.1073	0.040				


 Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TÉCNICO LABORATORISTA


 BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 156901

LBH SERVICIOS E INGENIERIA RUC: 20606191732
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

ASTM D 2435-70 NTP 339.154 AASHTO T216-66

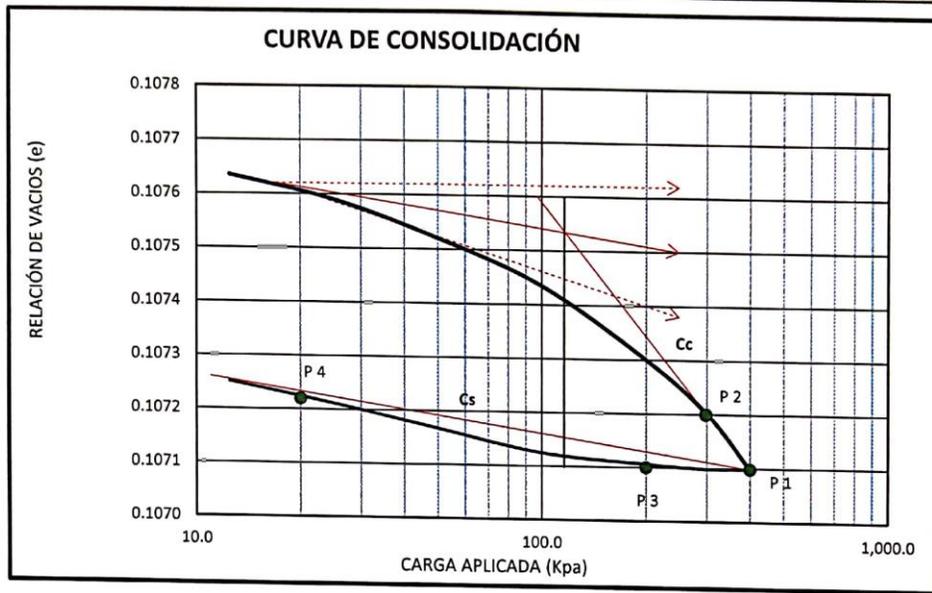
PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021

SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA

UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.

FECHA : Agosto del 2021 MUESTRA : M - I GRADO DE SATURACIÓN (S%) : 100.00

8 - PRESIÓN DE PRECONSOLIDACIÓN



$C_c = 0.7927163$	$C_s = 0.1200000$	$P_c = 116.00 \text{ Kpa} = 1.18 \text{ Kg/cm}^2$
-------------------	-------------------	---

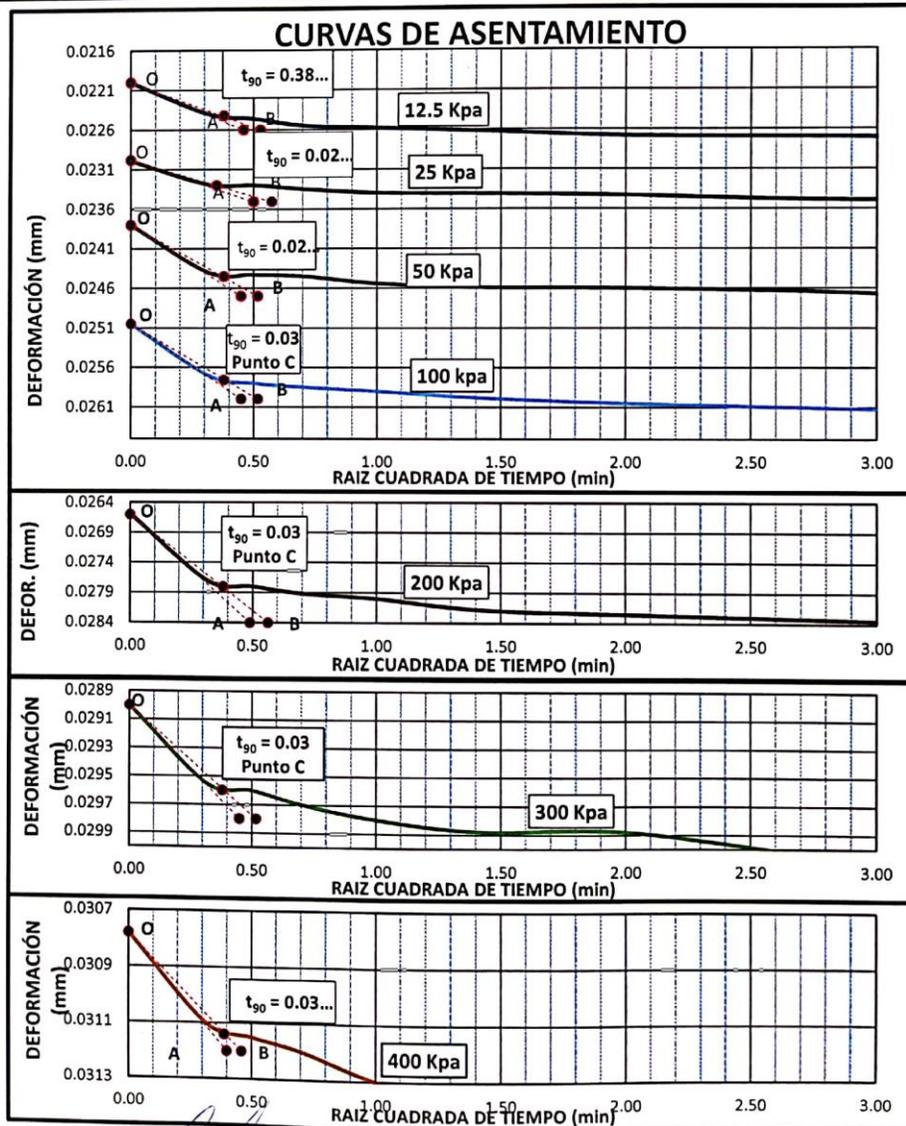
Franky J. Córdon Quispe
Franky J. Córdon Quispe
DNI: 70230424
TECNICO LABORATORISTA

Boris Jaime Chique Calderón
BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
INGENIERO CIVIL
CIP. 156001

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL
 ASTM D 2435-70 NTP 339.154 AASHTO T216-66

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACIÓN EFECTOS DEL GRADO DE SATURACIÓN EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA CIUDAD DE PUNO - 2021
 SOLICITANTE : LUIS EDUARDO MACHACA MACHACA
 UBICACIÓN : URB. JALLIHUAYA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO.
 FECHA : Agosto del 2021 MUESTRA : M - I GRADO DE SATURACIÓN (S%) : 100.00

10-GRÁFICO: RAIZ CUADRA DEL TIEMPO VERSUS DEFORMACIÓN



Franky J. Chacon Quispe
 DNI: 70230424
 TÉCNICO LABORATORISTA

BORIS JAIME CHIQUE CALDERÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 150011

Certificados de calibración de equipos de laboratorio



METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LL - 026 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	190075	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	
3. Dirección	Av. Simon Bolivar N° 2740, Puno - Puno - PUNO	
4. Instrumento de Medición	DIAL	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Alcance de indicación	0 mm a 25 mm	
División de Escala / Resolución	0,01 mm	
Marca	BAKER	
Modelo	JO8A	
Número de Serie	R3288	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Tipo de indicación	ANALÓGICO	
5. Fecha de Calibración	2019-12-22	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-12-22

JUAN C. QUISPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 052 - 2019***Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

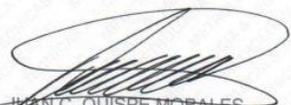
1. Expediente	190076	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
2. Solicitante	G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.		
3. Dirección	Av. Simon Bolivar N° 2740, Puno - Puno - PUNO		
4. Equipo	PRENSA MANUAL MULTIUSOS CBR Y COMPRESIÓN NO CONFINADA		Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad	5000 kgf		
Marca	KAIZA CORP.		
Modelo	NO INDICA		
Número de Serie	G&C01003		
Identificación	NO INDICA	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.	
Procedencia	NO INDICA		
Ubicación	NO INDICA		
5. Indicador	DIGITAL		Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	HIGH WEIGHT		
Número de Serie	221114	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
División de Escala / Resolución	0,1 kgf		
6. Fecha de Calibración	2019-12-22		

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-12-23


JUAN C. QUISPE MORALES

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 013 - 2019***Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 6

1. Expediente	190053
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	Av. Simón Bolívar N° 2740, Puno - Puno - PUNO
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	De 0 °C a 150 °C
Marca	ALFA
Modelo	G-030/250
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	TURQUIA
Identificación	MT-191 (*)
Ubicación	NO INDICA

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 150 °C	0 °C a 150 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	TERMÓMETRO ANALÓGICO

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2019-12-19

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-12-19

JUAN C. QUISPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Comprobante de pago del laboratorio de suelos

28/9/2021

::: Boleta de Venta Electronica - Impresion :::

CHIQUE CALDERON BORIS JAIME JR. MISAKALA NRO. 95 RES. PAQUE PAQUE PUNO CHUCUITO JULI PUNO - CHUCUITO - JULI		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 10431155422 EB01-77			
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : 28/09/2021 Señor(es) : MACHACA MACHACA LUIS : EDUARDO DNI : 42556348 Tipo de Moneda : SOLES Observación :					
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)
3.00	UNIDAD	CLASIFICACION DE SUELOS	50.00	0.00	150.00
1.00	UNIDAD	GRAVEDAD ESPECIFICA	40.00	0.00	40.00
3.00	UNIDAD	CORTE DIRECTO	250.00	0.00	750.00
3.00	UNIDAD	COMPRESION NO CONFINADA	300.00	0.00	900.00
3.00	UNIDAD	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL	350.00	0.00	1,050.00
Otros Cargos : S/0.00 : Otros Tributos S/0.00 Importe Total : S/2,890.00					
SON: DOS MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y 00/100 SOLES					
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :	S/ 2,890.00		
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :	S/ 0.00		
		Op. Inafecta :	S/ 0.00		
		ISC :	S/ 0.00		
		IGV :	S/ 0.00		
		Otros Cargos :	S/ 0.00		
		Otros Tributos :	S/ 0.00		
		Monto de Redondeo :	S/ 0.00		
		Importe Total :	S/ 2,890.00		
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.					