

Incertidumbre de la capacidad portante según el método de estudio del suelo

Uncertainty of the bearing capacity according to the soil study method

Ana María Aguilar Pilco
anamariaaguilarpilco890@gmail.com
ORCID 0009-0002-1359-2853
Universidad Cesar Vallejo
Perú, Chachapoyas

Luis Alfonso Juan Barrantes Mann
abarrantesma@ucvvirtual.edu.pe
ORCID 0000-0002-2026-0411
Universidad Cesar Vallejo
Perú, Chachapoyas

RESUMEN

La presente investigación tiene busca determinar la capacidad portante mediante estudios básicos y corte directo, ubicado en el sector Columbito-Cajamarca, siendo una investigación de carácter aplicativo, obteniendo como resultados que la capacidad portante con Terzaghi es menor que con Meyerhof, además que los valores de Terzaghi no llegan a 1 kg/cm^2 y los valores de Meyerhof superan en 1.5 kg/cm^2 , teniendo variaciones hasta de 0.91 kg/cm^2 , obteniendo como conclusión: Se determino el tipo de suelo existente en el sector el Columbito es de GC, SM, CH y MH, con ángulos de fricción interna y cohesiones diferentes siendo los mayores valores en corte directo GC con 22° y 1.88 kg/cm^2 ; para correlación de estudios 28° y cohesión de 2.10 kg/cm^2 ; con una capacidad portante en corte directo con Terzaghi de 0.88 kg/cm^2 y Meyerhof de 1.83 kg/cm^2 ; para correlación de estudios en Terzaghi con 1.12 kg/cm^2 y Meyerhof con 2.34 kg/cm^2

Palabras clave: Capacidad portante, Terzaghi y Meyerhof

ABSTRACT

The present investigation has to determine the bearing capacity through basic studies and direct cut, located in the Columbito-Cajamarca sector, being an investigation of an applicative nature, obtaining as results that the bearing capacity with Terzagui is lower than with Meyerhof, in addition that the Terzaghi values do not reach 1 kg/cm^2 and the Meyerhof values exceed 1.5 kg/cm^2 , having variations of up to 0.91 kg/cm^2 , obtaining as a conclusion: The type was determined. The existing soil in the Columbito sector is made of GC, SM, CH and MH, with different internal friction angles and cohesiveness, the highest values being in direct cut GC with 22° and 1.88 kg/cm^2 ; for correlation of studies 28° and cohesion of 2.10 kg/cm^2 ; with a bearing capacity in direct cut with Terzaghi of 0.88 kg/cm^2 and Meyerhof of 1.83 kg/cm^2 ; for correlation of studies in Terzaghi with 1.12 kg/cm^2 and Meyerhof with 2.34 kg/cm^2

Key words: Portant capacity, Terzaghi y Meyerhof

INTRODUCCIÓN

La necesidad de calcular la fundación se vuelve primordial para poder dentro de los cálculos del estructuralista realizar los dimensionamientos de la fundación para poder garantizarles la estructura ante un sismo, internacionalmente existen muchos estudios que nos hablan directamente de cuánto se debe establecer correctamente la cuantificación de la cohesión y el ángulo de fricción; por lo que depende directamente del estudio geotécnico que se tenga que realizar: por un triaxial, corte directo, de los de lesión granulométrica, SPT, SPTU, etcétera (Díaz, 2022)

Para Torres (2023), la capacidad portante de las cimentaciones superficiales es un tema de gran importancia, debido a que es un factor determinante en la seguridad y estabilidad de cualquier estructura construida sobre el terreno. En particular, el efecto de las fisuras de desecación en la capacidad portante de las cimentaciones superficiales sobre suelos parcialmente saturados, fenómeno que ha sido objeto de numerosos estudios.

La importancia de comprender la capacidad de carga de un suelo o conocido como la capacidad portante de suelo esta específicamente dada para saber cuánto puede cargar ese suelo sin afectar la super estructura (edificación) y la sub estructura (fundación) no se vea afectada por la misma carga; los últimos tiempos se ha mostrado que cada vez se hace más importante los estudios de fundaciones y cálculo del esfuerzo del suelo para determinar su capacidad portante y construir adecuadamente las vivienda, por lo que estos estudios no se hacen de manera adecuada, por desconocimiento, factores económicos, etc.; para no colocar en riesgo la edificación o estructura (Olarte, 2019)

Se mencionad que Santamaria & Quispe (2020), que mediante las propiedades como ser: densidad, humedad, granulometría, límites de consistencia de Atterberg, peso específico, ángulo de fricción, cohesión, compactación, relación soporte california (C.B.R.),

a través de los ensayos correspondientes ya sean de laboratorio o ensayos in situ. Obtención de la capacidad portante mediante el ensayo in situ (S.P.T.). Realizar la zonificación geotécnica de acuerdo con el tipo de suelo identificado.

Según Maldonado (2021), establece que algunas viviendas dentro de la capital de Lima existen estudios limitados o una capacidad portante dentro de la normativa es 050 lo que establece directamente es la capacidad que tiene el suelo para resistir en diferentes zonificaciones del casco urbano de la ciudad de Lima estableciendo que no siempre se cumple en base al estudio a realizar él comparó metodologías de diseño por Meyerhof y Terzaghi.

En el Perú lo mínimo que nos exigen es según Palaco & Rodriguez (2022), el análisis sísmico bajo los parámetros y exigencias establecidas en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, debe de cumplir con los elementos estructurales de manera que cumplieron con los parámetros y verificaciones establecidos en la Norma E.060 Concreto Armado y E.050 Suelos y Cimentaciones.

El cálculo de cuanto debe de soportar el suelo para una estructura queda en una incertidumbre y que ensayo debemos realizar, dado que los permisos municipales y otro trámite que se realiza en las entidades no exijan estudios con mayor exactitud para poder determinar el ángulo de fricción y la cohesión del suelo, donde generalmente se utilizan las ecuaciones de Meyerhof y Terzaghi para obtener los parámetros para poder calcular la resistencia del suelo (Dolores, 2020).

Cajamarca siendo una ciudad en crecimiento existe una zona de expansión que está muy cerca del aeropuerto siendo está denominada “Sector el Columbito”, en donde se ha visto una creciente construcción de viviendas y posee una gran zona de expansión en la zona urbana de Cajamarca, por lo que es necesario realizar un estudio adecuado de mecánica de suelos para poder evitar hundimientos, asentamientos, colapsos, etc.; o cualquier problema geotécnico que presente la fundación.

Por lo que existe una necesidad de tener los valores correctos de cohesión y ángulo de fricción interna en el suelo dado que esos valores son los que establecen en su mayor parámetro los coeficientes de las ecuaciones de Terzaghi y Meyerhof esto nos dice, que depende directamente de estos valores para poder establecer la capacidad portante, carga última, y esfuerzo último que son necesarios para el análisis de cuánto puede soportar una estructura y los niveles que se puede diseñar (Cansaya & Ricalde, 2022).

En el artículo presentado por Zambrano (2021) llamada “Caracterización geotécnica de los suelos de la ciudad de Calceta en la provincia de Manabí”, su objetivo principal, determinar las características del suelo como los ensayos de límites y su compacidad, para ello, aplicó el corte directo (CD) y SPT, obteniendo las muestras de suelo y el número de

golpes aplicados; concluyó que mediante los ensayos de límites muestra un suelo medianamente expansivo, registrando tipo de suelo CL, ML, MH bajo la clasificación SUCS, con una compacidad en el suelo cohesivo medianamente compacto y con una resistencia del suelo superior a 1 kg/cm^2 , y en el suelo no cohesivo entre suelto y denso, mostrando una resistencia del suelo inferior a 1 kg/cm^2 .

En la investigación de Barahona & Chamaya (2023), "Comparación de los parámetros de resistencia al corte determinados por los ensayos geotécnicos de corte directo y triaxial en el suelo de la futura habilitación urbana Fundo Los Mangos en el distrito de Chiclayo, departamento de Lambayeque", tiene como objetivo comparar los parámetros de resistencia al corte determinados por ensayos geotécnicos de corte directo y triaxial en el suelo de la futura habilitación urbana Fundo Los Mangos, distrito de Chiclayo, se utilizó un enfoque cuantitativo descriptivo con un diseño no experimental pues no se realizó manipulación de los datos. Es así que se analizó el suelo para contenido de humedad, análisis de tamaño de partículas, límites de consistencia y sales solubles totales con el propósito de clasificar al suelo mediante la metodología SUCS, encontrando que se trata de una arcilla altamente plástica con sales inofensivas. A su vez, se ejecutaron pruebas triaxiales y de cortes directo, ambos de tipo no drenado - no consolidado bajo las mismas condiciones, donde se encontraron valores de cohesión por debajo de 0.240 kg/cm^2 y 21° en el caso del ángulo de fricción. Con esto, se concluye que la relación entre el parámetro de cohesión está determinada por $C_{ct} = 0.500 (C_{cd}) + 0.080$, mientras que, para el parámetro de ángulo de fricción, la fórmula es la siguiente $O_{ct} = 0.414 (O_{cd}) + 13.414$.

Asimismo Angulo & Atencio (2021), en su investigación "Determinación de la capacidad de carga admisible para cimentaciones superficiales del Sector 12 San Antonio, Distrito de Albarracín, Provincia de Tacna – 2020" tuvo como objetivo determinar la capacidad de carga admisible para cimentaciones superficiales del sector 12 -Asociación San Antonio por corte directo (CD), realizaron una investigación de tipo aplicada, con nivel evaluativa, la muestra fue delimitado de acuerdo a los planos de ubicación y zonificación de los cuales se realizaron 10 calicatas a una profundidad de 2m, se extrajeron muestras del suelo con el fin de realizar ensayos de densidad in- situ, granulometría, límites de Atterberg (Límite líquido y plástico), en 06 calicatas se efectuaron ensayos especiales para la determinación de la capacidad de carga admisible del suelo (densidad mínima y máxima). Los resultados que se obtuvieron de las 10 calicatas en función a los ensayos realizados en laboratorio y cálculos realizado se pudo clasificar el suelo que posee el sector 12 – San Antonio es una grava mal graduada (GP), no presenta nivel freático y tiene una capacidad admisible de 3.16 kg/cm^2 a una profundidad de 1.00 m, 4.23 kg/cm^2 a 1.50 m y 5.29 kg/cm^2 a 2.00 m. Se concluye que la capacidad admisible del suelo depende la profundidad de desplante (Df), factores de capacidad de carga, ángulo de fricción interna, cohesión, área de cimentación y densidad natural, así mismo también se concluye que el método más seguro para el diseño de cimentaciones superficiales es Terzaghi.

En la tesis de Vásquez (2023), llamada "Análisis Comparativo entre la Capacidad Portante Determinada con el Ensayo de Corte Directo y El ensayo de Penetración Estándar,

del Suelo para el Proyecto Sistema de Saneamiento Rural en el Distrito de Jesús-Cajamarca”, tiene como objetivo el análisis comparativo entre la capacidad portante determinada con el ensayo de corte directo (CD) y el ensayo de penetración estándar (SPT), del suelo para el proyecto sistema de saneamiento rural en el distrito de Jesús – Cajamarca; para determinar los valores de este parámetro utilizado en la cimentación de las lagunas de oxidación, por los ensayos antes mencionados, de acuerdo a las normas ASTM-D3080 (ensayo de corte directo) y ASTM-D1586 (ensayo de penetración estándar); adicionalmente se hallaron las características físicas del suelo, tales como el contenido de humedad, los límites de consistencia, la clasificación según el sistema SUCS; así como las propiedades mecánicas como son la cohesión y el ángulo de fricción. Con el método de ensayo de corte directo se encontraron valores de la capacidad portante desde 0.56 kg/cm² a 0.65 kg/cm² y con el método de ensayo de penetración estándar (SPT) los valores de la capacidad portante fueron de 0.88 kg/cm² a 0.98 kg/cm², originándose una variación porcentual en el rango de 26.41% hasta 42.76%; dado que las estructuras propuestas son lagunas de oxidación, estas poseen una platea de cimentación por lo cual el área de contacto con el suelo es mayor. Concluyendo que los valores hallados utilizando el ensayo de corte directo son menores que los obtenidos por el ensayo de SPT.

En la investigación presentada por López & Torres (2021), llamada “Mejoramiento del suelo de fundación para cimentaciones superficiales mediante la determinación de los parámetros de resistencia Jaén - Cajamarca 2021” el objetivo de esta investigación es el mejoramiento del suelo de fundación, obteniendo una resistencia al esfuerzo del corte (Corte directo – CD) de 0.169 kg/cm² en su estado natural, cuando se le añadió 30 % de arena tiene una resistencia de 0.011 kg/cm² y al añadir 5% de cemento esta resistencia se incrementó 0.678 kg/cm², el suelo que presenta mayor capacidad portante y mayor presión admisible, es el suelo natural combinado con cemento (5%), con $q_d = 114.83 \text{ tn/cm}^2$ y $q_{adm} = 3.83 \text{ kg/cm}^2$, si se diseña zapatas cuadrada y $q_d = 94.10 \text{ tn/cm}^2$ y $q_{adm} = 3.14 \text{ kg/cm}^2$. Por último, el suelo natural combinado con arena también presenta mayor presión admisible y capacidad portante que el suelo natural (suelo arcilloso), siendo $q_d = 26.16 \text{ tn/cm}^2$ y $q_{adm} = 0.87 \text{ kg/cm}^2$, para zapata cuadrada y $q_{adm} = 0.89 \text{ kg/cm}^2$ y $q_d = 26.60 \text{ tn/cm}^2$ para zapata continua.

MÉTODO

Para el tipo de investigación es de carácter aplicada. Según Hernández & Mendoza, (2020), para que una investigación sea de tipo experimental existen tres requisitos principales los cuales son: “Manipulación intencional de las variables independientes”, “Medición del efecto de la variable independiente” y “Control interno de la situación experimental”. Es experimental porque implica en gran nivel la medición una serie de aspectos que son medidos independientemente siendo estos medios el cálculo del ángulo de fricción interna y la cohesión para poder determinar la capacidad portante y la carga última.

Según el enfoque de investigación en los datos analizados, la presente investigación tiene un enfoque cuantitativo. Según Hernández & Mendoza, (2020), usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base a la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar teorías, asimismo debido a que los datos son productos de mediciones, se representan mediante números (cantidades) y se deben analizar a través de métodos estadísticos, dicho de otra forma, las mediciones se transforman en datos numéricos (datos cuantificables) los cuales se analizan por estadística para los resultados finales de capacidad portante, carga ultima y carga admisible.

Para el diseño de la investigación no experimental transversal descriptivo simple. Según Álvarez (2020), por lo que se plantea el análisis descriptivo de un punto “A” – “B”, describiendo los fenómenos que ocurre en la variable dependiente, por lo que en esta comprende los ensayos realizados en campo y en laboratorio, registros del suelo referente a los sondeos lo cual permitió determinar los parámetros geotécnicos del suelo del sector el Columbito– Cajamarca y la caracterización de este.

El nivel de investigación tiene carácter aplicada Álvarez (2020), Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos dentro del proceso de investigación, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto; por lo que aplicaremos los conceptos teóricos y el cálculo para obtener los valores de capacidad portante, carga ultima y carga admisible del suelo.

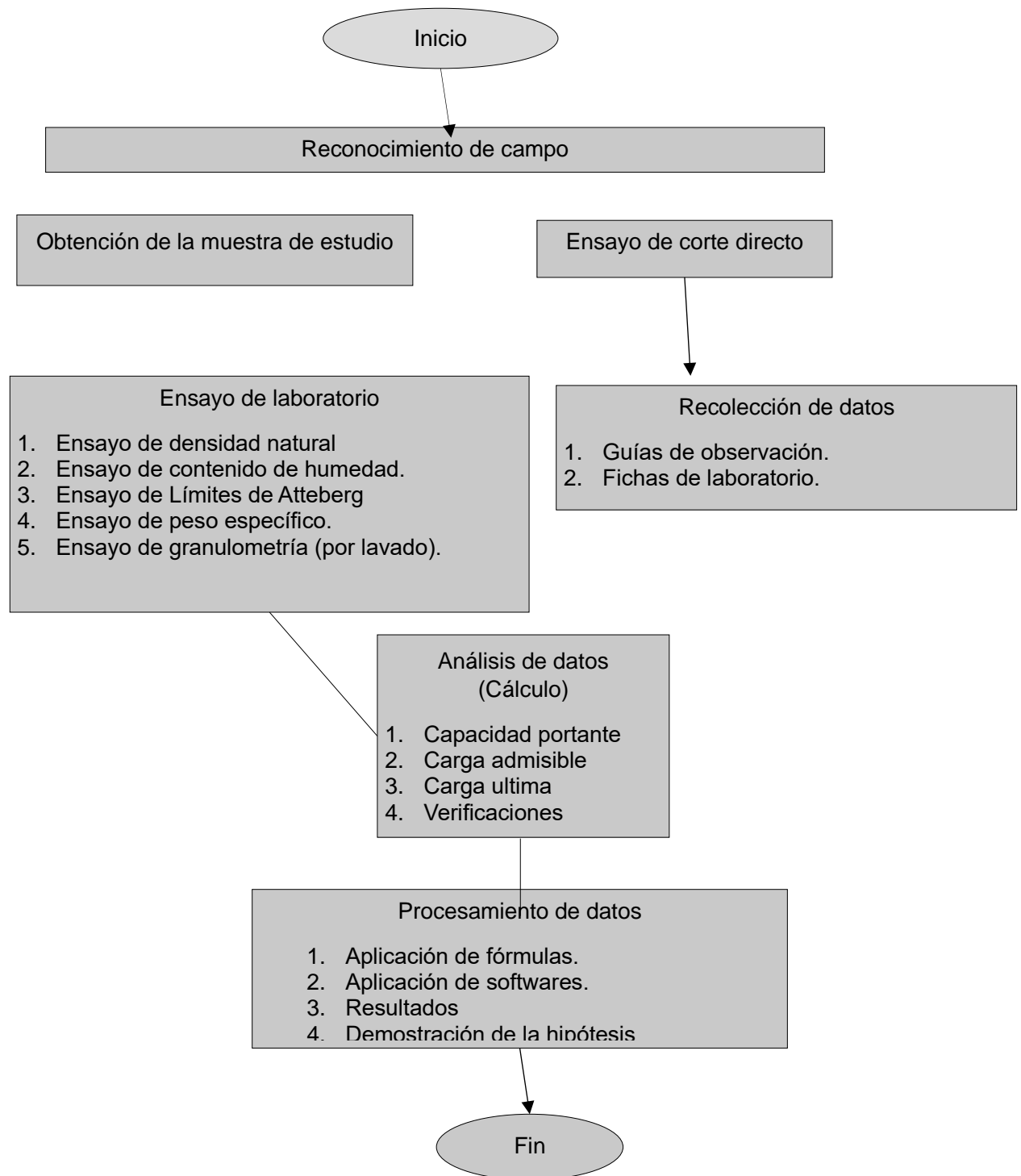


Fig. 1. Procedimiento de investigación.

RESULTADOS

Se presentaron los resultados fueron obtenidos a partir de 9 calicatas, teniendo su clasificación.

Tabla 1. Clasificación SUCS

CALICATA	SUCS
C1	GC
C2	SM
C3	SM
C4	GC
C5	CH
C6	CH
C7	CH
C8	MH
C9	CH

Tabla 2. Contenido de humedad y densidad de campo

CALICATA	HUMEDAD %	DENSIDAD NATURAL (g/cm ³)
C1	8.3	1.65
C2	6.7	1.8
C3	7.7	1.75
C4	7.9	1.65
C5	35.5	1.65
C6	45.5	1.65
C7	37.6	1.65
C8	42.7	1.65
C9	35.1	1.65

Se puede observar en la tabla que el contenido de humedad se puede observar que existen valores elevados como de 42.50% y 42.70% por lo que nos muestran

Tabla 3. Límites de Atterberg.

CALICATA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
C1	22.7	15	8

C2	N.P	N.P	N.P
C3	31.61	23.51	8
C4	22.3	15	7
C5	56.7	28	29
C6	55.99	23.53	32
C7	53.48	24.51	29
C8	55.9	34.6	21
C9	54.12	19.35	35

Se observa que existen muestras en toda la extensión que no presenten límites de Atterberg y el límite líquido supera los 50.00, por lo que tenemos materiales altamente plásticos.

Tabla 4. Angulo de fricción por corte directo

SUCS	ÁNGULO DE FRICCIÓN (grados)	COHESIÓN (KG/CM ²)
GC	22.00	1.88
SM	25.00	0.05
SM	25.00	0.07
GC	22.00	1.80
CH	18.00	0.02
CH	22.00	0.02
CH	21.00	0.02
MH	20.00	0.01
CH	18.00	0.70

Los valores del ángulo de fricción interna obtenido a partir del corte directo nos muestran que, si existe una diferenciación con respecto al tipo de suelo, pero la variación entre los mismos no supera en 3, por lo que el tipo de suelo no es determinante para el ángulo de fricción interna, ni la cohesión.

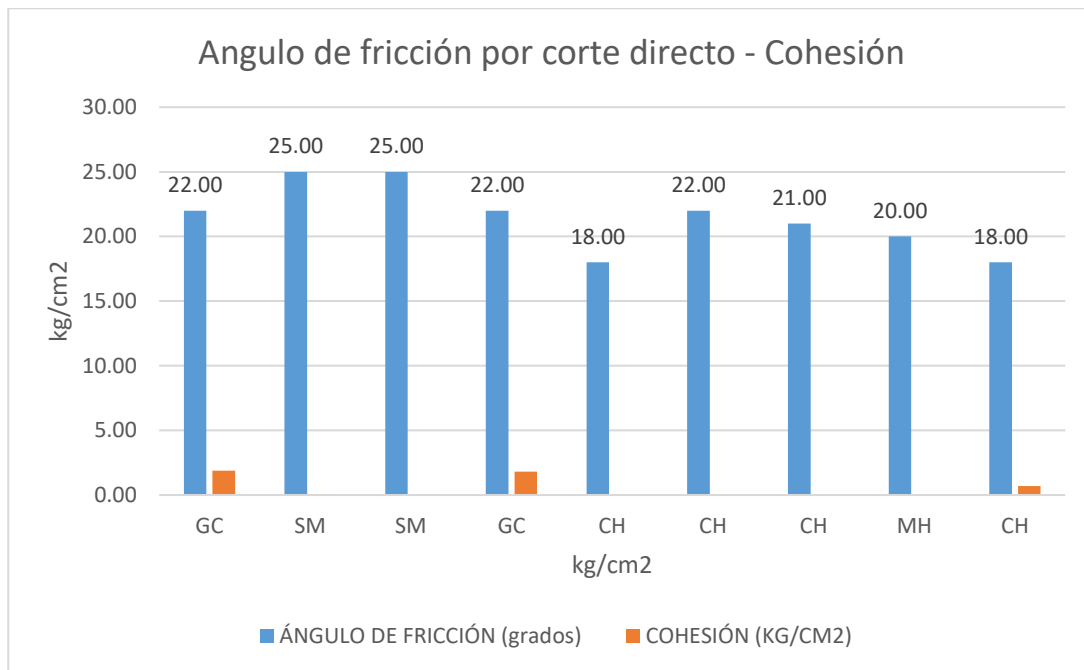


Fig. 2. Angulo de fricción y cohesión por corte directo.

Se puede observar que los valores de Angulo de fricción interna entre el tipo de material si son valores cercanos, pero cuando varía el tipo de material también se hace notar la variación.

Tabla 5. Angulo de fricción por correlación

SUCS	ÁNGULO DE FRICCIÓN (grados)	COHESIÓN (KG/CM2)
GC	28.00	2.10
SM	33.00	0.10
SM	31.00	0.12
GC	28.00	2.10
CH	23.40	0.05
CH	24.60	0.05
CH	24.30	0.02
MH	24.00	0.01
CH	18.50	0.90

Se puede observar que en el ángulo de fricción interna obtenido con la correlación de estudios si existe un incremento y también en la cohesión con respecto a los valores obtenidos con corte directo.

Tabla 6. Diferencia del ángulo de fricción interna

Calicata	Corte directo	Correlación	Diferencia
C1	22.00	28.00	6.00
C2	25.00	33.00	8.00
C3	25.00	31.00	6.00
C4	22.00	28.00	6.00
C5	18.00	23.40	5.40
C6	22.00	24.60	2.60
C7	21.00	24.30	3.30
C8	20.00	24.00	4.00
C9	18.00	18.50	0.50

Se puede observar que la variación de los ángulos no es tan significativa puesto que existe una variación máxima de 8.00 y mínima de 0.50.

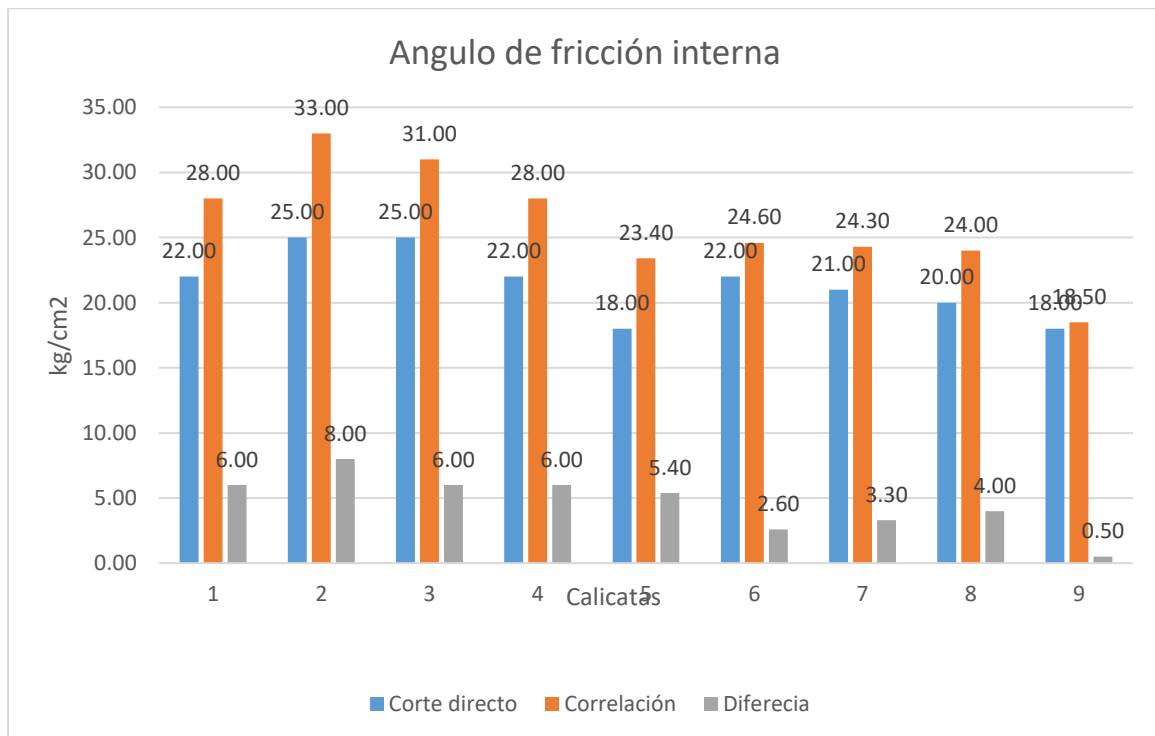


Fig. 3. Angulo de fricción interna por correlación de estudios.

En la figura se puede observar que la diferencia del ángulo de fricción varía según el tipo de material para muestras con materiales del mismo tipo la diferencia entre ellas es mínima de uno o dos grados en cambio siendo otro material varían hasta en 8 grados.

Tabla 7. Capacidad portante por Terzagui y Meyerhof con corte directo

CALICATA	TERZAGHI (kg/cm ²)	MEYERHOF (kg/cm ²)	VARIACIÓN (kg/cm ²)
C1	0.88	1.83	0.95
C2	0.72	1.49	0.78
C3	0.60	1.24	0.64
C4	0.88	1.83	0.95
C5	0.55	1.15	0.59
C6	0.68	1.41	0.73
C7	0.66	1.37	0.71
C8	0.65	1.34	0.70
C9	0.72	1.49	0.78

En la tabla se observa que la capacidad portante con Terzagui es menor que con Meyerhof, además que los valores de Terzaghi no llegan a 1 y los valores de Meyerhof superan en 1.5 kg/cm², teniendo variaciones hasta de 0.91 kg/cm².

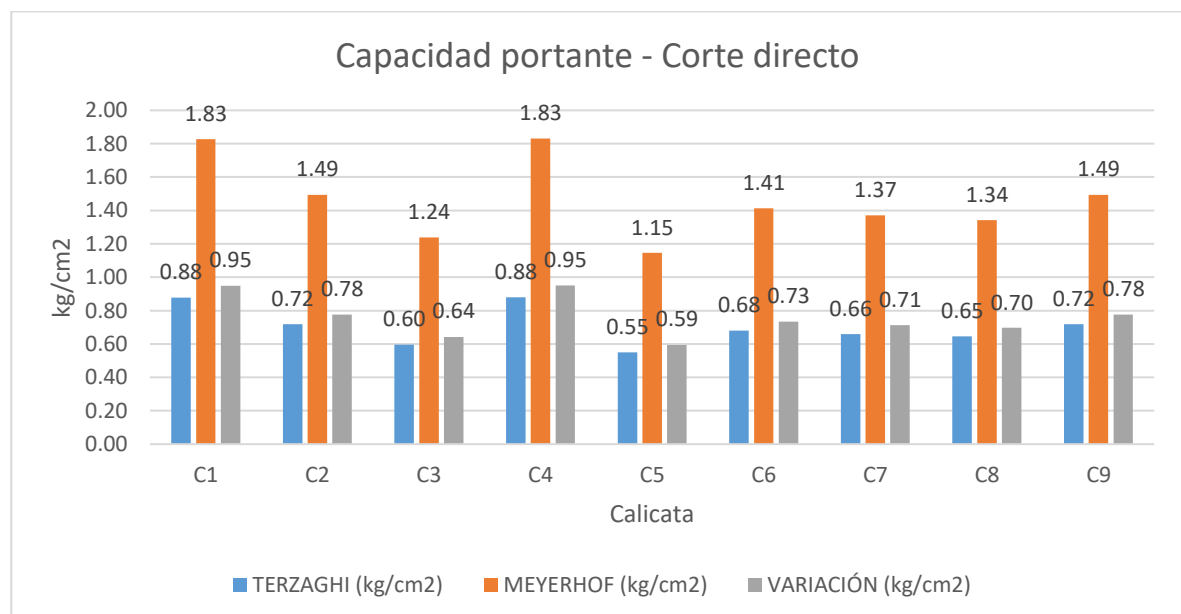


Fig. 4. Capacidad portante por Terzagui y Meyerhof con corte directo.

En la figura se observa que los valores de Terzaghi en la capacidad portante son mucho menores que con Meyerhof, incluso la capacidad portante con Meyerhof en algunos casos llega a ser el doble que Terzaghi.

Tabla 8. Capacidad portante por Terzagui y Meyerhof con correlación

CALICATA	TERZAGHI (kg/cm ²)	MEYERHOF (kg/cm ²)	VARIACIÓN (kg/cm ²)
C1	1.12	2.34	1.02
C2	0.95	1.98	1.16
C3	0.74	1.54	1.08
C4	1.12	2.34	1.14
C5	0.72	1.50	1.05
C6	0.76	1.59	1.21
C7	0.76	1.59	1.06
C8	0.77	1.62	1.07
C9	0.74	1.54	1.08

En la tabla se observa que la capacidad portante con Terzagui es menor que con Meyerhof, además que los valores de Terzagui en algunos casos superan el valor de 1.00 y los valores de Meyerhof superan los valores de 2.00 kg/cm², teniendo variaciones hasta de 1.21 kg/cm².

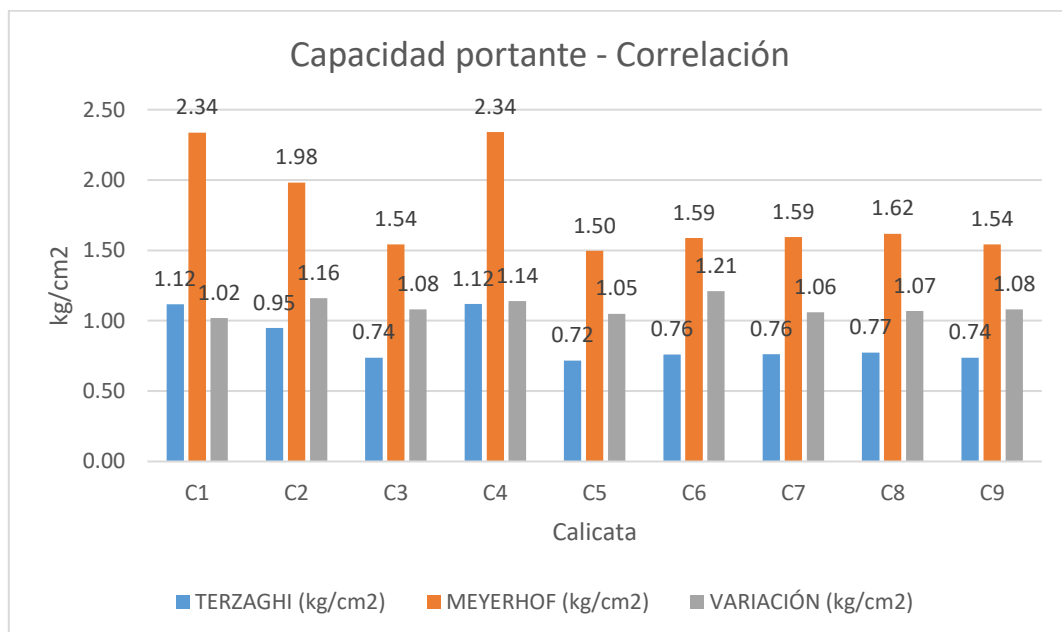


Fig. 5. Capacidad portante por Terzagui y Meyerhof con correlación

En la figura se observa que los valores de Terzaghi en la capacidad portante son mucho menores que con Meyerhof teniendo valores hasta de 2.34 kg/cm^2 y con Terzagui son incluso menor a la mitad que Meyerhof con 1.12 kg/cm^2 ; observando que su variación es significativa por lo que alcanzan valores de Terzagui solo en la variación.

Tabla 9. Carga ultima corte directo

CALICATA	TERZAGHI (kg/cm ²)	MEYERHOF (kg/cm ²)	VARIACIÓN (kg/cm ²)
C1	2.64	5.48	2.85
C2	2.15	4.48	2.33
C3	1.79	3.71	1.93
C4	2.64	5.49	2.85
C5	1.65	3.44	1.78
C6	2.04	4.24	2.20
C7	1.98	4.11	2.14
C8	1.94	4.02	2.09
C9	2.15	4.48	2.33

En la tabla los valores de esfuerzo que puede soportar considerando a Terzaghi llegan hasta 2.76 kg/cm^2 y en Meyerhof hasta 5.71 kg/cm^2 .

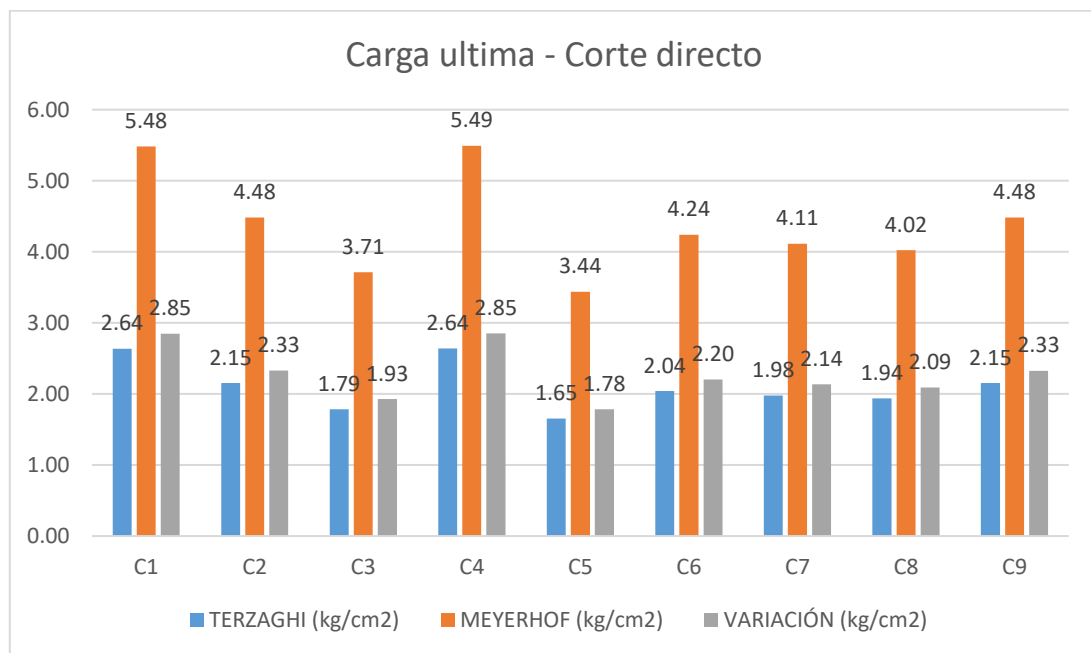


Fig. 6. Carga ultima por Terzagui y Meyerhof con Corte directo

La figura nos muestra que todos los valores de la carga ultima con Meyerhof son superiores a Terzaghi.

Tabla 10. Carga ultima correlación

CALICATA	TERZAGHI (kg/cm ²)	MEYERHOF (kg/cm ²)	VARIACIÓN (kg/cm ²)
C1	3.35	7.01	1.02
C2	2.84	5.94	1.16
C3	2.21	4.63	1.08
C4	3.36	7.02	1.14
C5	2.15	4.49	1.05
C6	2.28	4.77	1.21
C7	2.29	4.78	1.06
C8	2.32	4.85	1.07
C9	2.21	4.63	1.08

En la tabla los valores de esfuerzo que puede soportar considerando a Terzaghi llegan hasta 3.35 kg/cm² y en Meyerhof hasta 7.01 kg/cm², obteniendo una variación de 1.02 kg/cm².

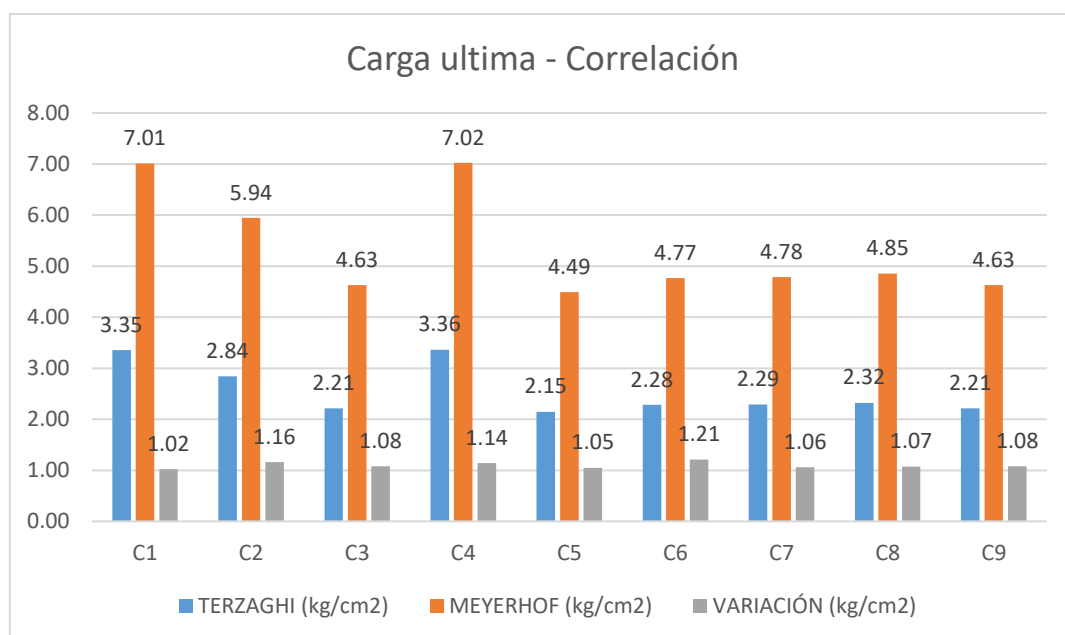


Fig. 7. Carga ultima por Terzagui y Meyerhof con Correlación

La figura nos muestra que todos los valores de la carga ultima con Meyerhof son superiores a Terzaghi.

Tabla 11. Variación de capacidad portante entre Terzagui y Correlación

VARIACIÓN – CORTE DIRECTO (kg/cm ²)	VARIACIÓN – CORRELACIÓN (kg/cm ²)
0.95	1.02
0.78	1.16
0.64	1.08
0.95	1.14
0.59	1.05
0.73	1.21
0.71	1.06
0.70	1.07
0.78	1.08

Se presenta que la variación con corte directo en Terzaghi y Meyerhof es de 0.95 kg/cm² y en correlación de estudios se observa que es de 1.16 kg/cm².

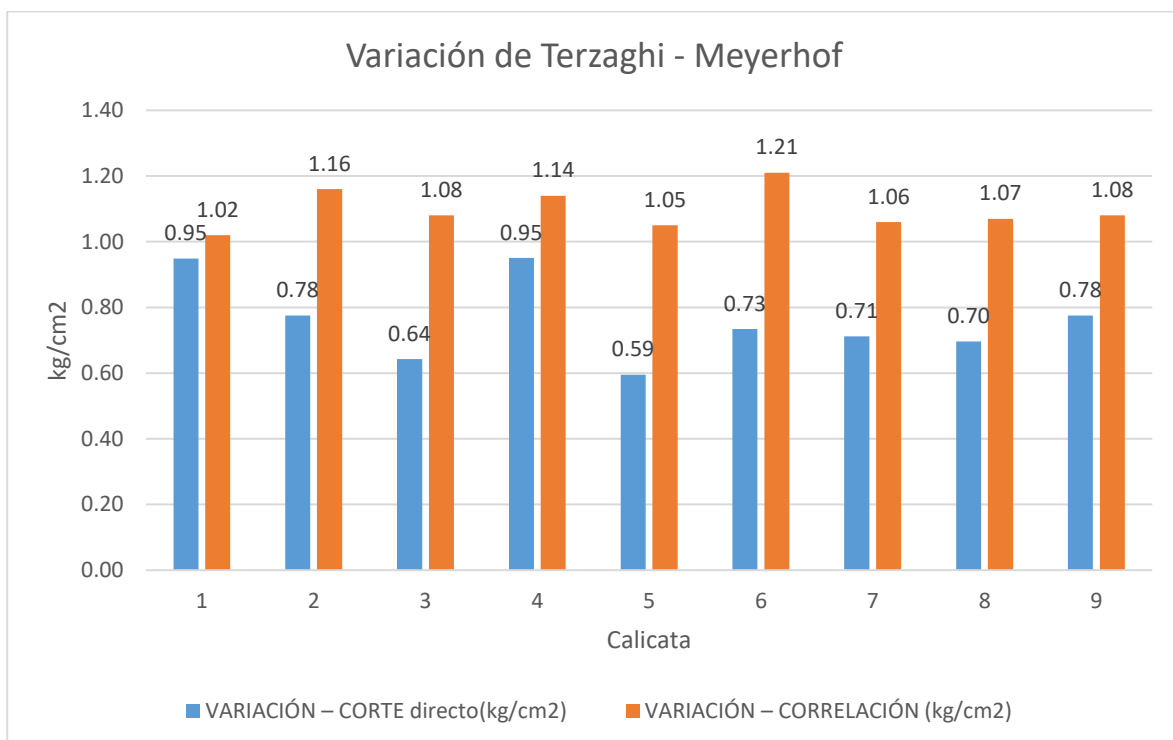


Fig. 8. Variación de capacidad portante con corte directo y correlación

La figura nos muestra que la variación entre el ensayo a utilizar nos da valores muy elevados dado que incluso superan los valores obtenidos en la capacidad portante de Terzagui.

DISCUSIÓN

En el artículo presentado por Zambrano (2021), establece que la resistencia al corte del suelo varía en 1 kg/cm^2 con los ensayos de corte directo (CD) y SPT (Penetración Estándar) en los tipos de suelos CL, ML y MH, en la clasificación SUCS teniendo una resistencia inferior a 1 kg/cm^2 , para esta investigación se presenta los suelos GC, SM, GC, CH Y MH obteniendo con corte directo como valor máximo 0.88 kg/cm^2 menor a 1 kg/cm^2 y con correlación de estudios se obtienen valores máximos 1.12 kg/cm^2 , observando que dependiendo del tipo de método obtendremos una capacidad portante en Terzagui y para Meyerhorf los valores superan el 1.00 kg/cm^2 .

En la investigación de Barahona & Chamaya (2023), calculando la capacidad portante con corte directo y triaxial en un suelo los valores de cohesión son menores a 0.24 kg/cm^2 y 21° en el ángulo de fricción menor a 21 , por lo que la triaxial arroja valores menores al corte directo, para esta investigación en el corte directo hemos obtenido menores valores que con la correlación de estudios en la capacidad portante hasta en 0.98 kg/cm^2 .

Asimismo, Angulo & Atencio (2021), calculo la capacidad portante con el ensayo de corte directo obteniendo una carga admisible o ultima de 3.16 kg/cm^2 a una profundidad de 1.00 m , 4.23 kg/cm^2 a 1.50 m y 5.29 kg/cm^2 a 2.00 m , para esta investigación la calicata a sido realizada a 3.00 m y se ha obtenido una carga admisible con corte directo en Terzaghi de 3.35 kg/cm^2 y Meyerhof 7.01 kg/cm^2 , con una variación 1.02 kg/cm^2 .

En la tesis de Vásquez (2023), con los ensayos de corte directo se encontraron valores de la capacidad portante desde 0.56 kg/cm^2 a 0.65 kg/cm^2 y con el método de ensayo de penetración estándar (SPT) los valores de la capacidad portante fueron de 0.88 kg/cm^2 a 0.98 kg/cm^2 , para esta investigación se ha obtenido que con corte directo con la ecuación de Terzagui es menor que Meyerhof teniendo una variación de 0.95 kg/cm^2 con la correlación de estudios y con corte directo es de 0.91 kg/cm^2 y la carga ultima con Terzaghi es menor con Meyerhof hasta en 3.63 kg/cm^2 con correlación de estudios y con corte directo es de 2.95 kg/cm^2 .

Para López & Torres (2021), obtiene en su investigación obteniendo una resistencia al esfuerzo del corte (Corte directo – CD) de 0.169 kg/cm^2 en su estado natural, cuando se le añadió 30% de arena tiene una resistencia de 0.011 kg/cm^2 y al añadir 5% de cemento

esta resistencia se incrementó 0.678 kg/cm², Por último, el suelo natural combinado con arena también presenta mayor presión admisible y capacidad portante que el suelo natural (suelo arcilloso), siendo $q_d = 26.16$ tn/cm² y $q_{adm} = 0.87$ km/cm², para zapata cuadrada y $q_{adm} = 0.89$ kg/cm² y $q_d = 26.60$ tn/cm² para zapata continua; para esta investigación se ha obtenido con corte directo una capacidad portante máxima de 0.88 kg/cm² y una carga última de 3.35 kg/cm².

CONCLUSIONES

- Para el corte directo el ángulo de fricción interna se tiene valores desde 18.50° hasta 22.00°, con una cohesión de 0.70 y 1.88 kg/cm²; para la correlación de estudios se ha obtenido valores desde 18.50° hasta 33.00° con una cohesión de 0.90 y 0.10 kg/cm²
- Determino que con corte directo la capacidad portante con Terzaghi se tiene valores desde 0.55 hasta 0.88 kg/cm² y con la ecuación de Meyerhof se obtienen valores de 1.24 kg/cm² hasta 1.83 kg/cm² y para la correlación de datos la capacidad portante Terzaghi con valores desde 0.76 kg/cm² hasta 1.12 kg/cm² y con Meyerhof valores desde 1.50 kg/cm² hasta 2.34 kg/cm².
- La capacidad portante con Terzaghi es menor que con Meyerhof varía hasta en 1.21 kg/cm² con la correlación de estudios y con corte directo es de 0.91 kg/cm² y la carga última con Terzaghi es menor con Meyerhof hasta en 3.63 kg/cm² con correlación de estudios y con corte directo es de 2.95 kg/cm².

CONFLICTO DE INTERESES.

Mediante la presente declaro no tener conflicto de interés dado que la investigación ha sido realizada por mi persona, en forma inédita y original.

REFERENCIAS

- Álvarez-Risco, A. (2020). *Clasificación de las investigaciones*.
- Angulo Encinas, R., & Atencio Paniagua, V. H. (2021). *Determinación de la capacidad de carga admisible para las cimentaciones superficiales del Sector 12 San Antonio, distrito G. Albarracín, provincia Tacna-2020*.
- Barahona Morante, A. E., & Chamaya Peregrino, A. N. (2023). *Comparación de los parámetros de resistencia al corte determinados por los ensayos geotécnicos de corte directo y triaxial en el suelo de la futura habilitación urbana Fundo Los Mangos en el distrito de Chiclayo, departamento de Lambayeque*.

- Dolores Flores, E. M., Angeles Ortega, R. F., Flores Valencia, R. M., Muñoz Vargas, B. A., & Parian Rivera, Y. M. (n.d.). *Comparación de metodologías para el cálculo de asentamiento en suelos granulares.*
- Figueroa-Díaz, L. D. (2022). *Correlaciones de caracterización geotécnica en suelos blandos con ensayos CPTu y SPT: caso de suelos arcillosos del occidente de Bogotá.*
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* Mcgraw-hill.
- Laura Cansaya, J. L., & Ricalde Cotohuanca, S. S. (2022). *Análisis Comparativo en la Determinación de la capacidad Portante del Suelo en base a la cohesión y el ángulo de fricción calculada por los ensayos de Penetración Estándar (SPT) in situ y Ensayo Triaxial en laboratorio en los terrenos de la APV sol Naciente en Alto Qosqo–San Sebastián-Cusco.*
- López Chanta, A. J., & Torres Vera, D. (2021). *Mejoramiento del suelo de fundación para cimentaciones superficiales mediante la determinación de los parámetros de resistencia Jaén-Cajamarca 2021.*
- Maldonado Amao, E. (2021). *Comparación de resultados para determinar capacidad portante en cimentación de viviendas utilizando métodos semiempíricos-AH San José-SMP-Lima, 2021.*
- Olarte Carpio, L. (2019). *Mecánica de suelos aplicada a la verificación de capacidad de carga para cimentaciones a emplearse en los talleres productivos del EP Cusco–varones.*
- Palaco De La Torre, J. P., & Rodriguez Bermejo, C. J. (2022). *Influencia de la capacidad portante del suelo en el análisis y diseño de una edificación de concreto armado, Tacna, 2022.*
- Santamaria Ibañez, C. A., & Quispe Julian, M. M. (n.d.). *Determinación de la capacidad portante y otros parámetros del suelo para establecer la zonificación geotécnica de la Urbanización" 9 de Enero" San Roque del distrito 7 de la ciudad de El Alto.*
- Torres Mahecha, A. C. (2023). *Modelación numérica de la capacidad portante de cimentaciones superficiales en suelos fisurados. Comparación con resultados experimentales.* Maestría en Ingeniería Civil.
- Vásquez Eneque, L. K. (2023). *Análisis Comparativo entre la Capacidad Portante Determinada con el Ensayo de Corte Directo y El ensayo de Penetración Estándar, del Suelo para el Proyecto Sistema de Saneamiento Rural en el Distrito de Jesús-*

Cajamarca.

Zambrano-Rendón, V. A., Ortiz-Hernández, E. H., & Alcívar-Moreira, W. S. (2021).

Caracterización geotécnica de los suelos de la ciudad de Calceta en la provincia de Manabí. *Polo Del Conocimiento*, 6(8), 77–90.

TOMAR EN CONSIDERACIÓN:

Se ha observado que con el tipo de ensayo para obtener ya tenemos una variación de la capacidad portante y otra variación también se da con el tipo de método que lo calculamos por lo que la opción más segura es Terzaghi con el corte directo.

La fricción interna y la cohesión son valores que dependerán del método o el ensayo a realizar en esta investigación se ha demostrado que menores valores son con el corte directo y según el tipo de material.

La capacidad portante por Terzaghi y Meyerhof se encuentran determinadas por el ángulo de fricción interna y la cohesión lo que hace muy importante la selección del ensayo que nos ayudara a determinar ese valor, porque en esta investigación se ha demostrado que menores valores obtenemos con corte directo.

La diferencia entre la capacidad portante y la carga ultima según los métodos de Terzaghi y Meyerhof, son notables se observan valores en diferencia de hasta 1.20 kg/cm² lo que significa 120 tn de capacidad, siendo valores exagerados para la zona donde se desarrolla el proyecto.