

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“GNOSEOLOGÍA DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
SUPERFICIALES, GARANTIZANDO LA VIDA ÚTIL EN LA
ASOCIACIÓN DE HÉROES DE ALTO CIUDAD NUEVA - SECTOR
OCHO, TACNA 2019”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. LARISSA YULY FUENTES AGUILAR

TACNA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“GNOSEOLOGÍA DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
SUPERFICIALES, GARANTIZANDO LA VIDA ÚTIL EN LA ASOCIACIÓN
DE HÉROES DE ALTO CIUDAD NUEVA - SECTOR OCHO, TACNA
2019”**

Tesis sustentada y aprobada el 24 de mayo de 2021; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE: Mtro. EDGAR HIPÓLITO CHAPARRO QUISPE

SECRETARIO: Ing. CESAR ARMANDO URTEAGA ORTIZ

VOCAL: Mag. ALFONSO OSWALDO FLORES MELLO

ASESOR: Mag. PEDRO VALERIO MAQUERA CRUZ

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Larissa Yuly Fuentes Aguilar, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificada con DNI 70494548.


Declaro bajo juramento que:

1. Soy autora de la tesis titulada: "*Gnoseología del Suelo para Cimentaciones Superficiales, Garantizando la Vida Útil en La Asociación De Héroes De Alto Ciudad Nueva - Sector Ocho, Tacna 2019*", la misma que presento para optar el: *Título Profesional De Ingeniero Civil*.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a *La Universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a *La Universidad* y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 24 de mayo de 2021



Larissa Yuly Fuentes Aguilar
DNI. 70494548

DEDICATORIA

Principalmente a mi mamá Yuly, porque sin ella ningún logro hubiese sido posible, sin su amor, paciencia, entrega y compromiso desde mi día 01 de existencia.

A mi hermana Camila, porque sin ella mi vida no tendría tantos colores; por su apoyo y por ser mi mejor amiga.

A mi papá César (†), porque sé que desde allá estás orgulloso de mi.

A mi tío Javier Aguilar, por apostar por mí, darme el amor de padre, y preocuparse siempre por mi vida y futuro.

A toda mi familia, por ser el motor a seguir siempre adelante.

AGRADECIMIENTO

A Dios, que me da el milagro de vivir cada día, me regala la bendición de disfrutar de su creación y me ha hecho su hija.

A mi mamá, por su amor y esfuerzo constante.

A mi hermana y Bolt, por apoyarme y acompañarme todas las noches en la culminación de esta tesis.

A mi familia, porque aportaron a la realización de esta tesis.

A mi asesor Mag. Pedro Maquera Cruz, por el apoyo y aporte fundamental que le ha dado a mi tesis.

A Roque, por apoyarme cuando me conoció.

A mis compañeros y amigos, que me han acompañado en el camino universitario.

Y a Bryan Enrique, cariño mío, por empezar este camino conmigo.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema general	4
1.2.2. Problemas específicos	5
1.3. Justificación e Importancia de la investigación.....	5
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1. Objetivo General	7
1.4.2. Objetivos Específicos	7
1.5. Hipótesis.....	7
1.5.1. Hipótesis general.....	7
1.5.2. Hipótesis específicas	7

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes del estudio	9
2.1.1. Internacionalmente	9
2.1.2. Nacionalmente	10
2.1.3. Localmente	11
2.2. Bases Teóricas	12
2.2.1. Propiedades Físicas	12
2.2.2. Ensayos Estándar	15
2.2.3. Ensayos Especiales	20
2.2.4. Clasificación de los Suelos - ASTM	22
2.2.5. Cimentaciones superficiales	24
2.3. Definición de términos	34
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO	37
3.1. Tipo y diseño de la investigación	37
3.2. Población y/o muestra de estudio	37
3.2.1. Población	37
3.2.2. Muestra	37
3.2.3. Ubicación y Extensión de la Zona de Estudio	38
3.3. Operacionalización de variables	39
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	39
3.4.1. Procedimientos	39
3.4.2. Técnicas de recolección de datos	40
3.4.3. Instrumentos para la recolección de datos	40
3.5. Procesamiento y análisis de datos	41
3.5.1. Por ensayos de campo	41
3.5.2. Por ensayos en laboratorio	41

3.5.3. Por análisis de datos para obtención de resultados del diseño de cimentaciones superficiales	41
CAPITULO IV. RESULTADOS	52
4.1. Descripción del trabajo en campo	52
4.2. Diseño de la presentación de los resultados	53
4.2.1. Estudios de Geotecnia	53
4.2.2. Perfil estratigráfico	54
4.2.3. Humedad de la Muestra	56
4.2.4. Plasticidad	57
4.2.5. Granulometría y clasificación de suelos	58
4.2.6. Densidad In situ	60
4.2.7. Ensayo de Corte Directo	62
4.2.8. Ensayo de Sales	65
4.3. Presentación de los resultados	66
4.3.1. Determinación de la capacidad de carga admisible Calicata C-3	66
CAPITULO V. DISCUSIÓN	17
5.1. Contexto de área de estudio	17
5.2. Funcionalidad de la propuesta	20
CONCLUSIONES	23
RECOMENDACIONES	25
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de suelos según CBR.....	21
Tabla 2. Tipos de suelos en perfil estratigráfico.....	55
Tabla 3. Ensayo de humedad natural.....	56
Tabla 4. Resultados de la humedad de las calicatas.....	56
Tabla 5. Resultados de los ensayos de Límite de Atterberg.....	58
Tabla 6. Resultados de los ensayos según el sistema SUCS y AASHTO.....	60
Tabla 7. Resultados de los ensayos de densidad in situ.....	61
Tabla 8. Resultados de ángulo de fricción.....	64
Tabla 9. Resultados de sales.....	65
Tabla 10. Cuadro comparativo de resultados.....	5
Tabla 11. Qadm a 0.6 m de profundidad.....	6
Tabla 12. C-1 Qadm a 0.8m. de profundidad.....	6
Tabla 13. C-1 Qadm a 1.0m. de profundidad.....	7
Tabla 14. C-1 Qadm a 1.2m. de profundidad.....	7
Tabla 15. C-1 Qadm a 1.5m. de profundidad.....	7
Tabla 16. C-1 Qadm a 2.0m. de profundidad.....	8
Tabla 17. C-1 Qadm a 2.5m. de profundidad.....	8
Tabla 18. C-1 Qadm a 3.0m. de profundidad.....	8
Tabla 19. C-2 Qadm a 0.6m. de profundidad.....	9
Tabla 20. C-2 Qadm a 0.8m. de profundidad.....	9
Tabla 21. C-2 Qadm a 1.0m. de profundidad.....	9
Tabla 22. C-2 Qadm a 1.2m. de profundidad.....	10
Tabla 23. C-2 Qadm a 1.5m. de profundidad.....	10

Tabla 24. C-2 Qadm a 2.0m. de profundidad	10
Tabla 25. C-2 Qadm a 2.5m. de profundidad	11
Tabla 26. C-2 Qadm a 3.0m. de profundidad	11
Tabla 27. C-3 Qadm a 0.6m. de profundidad	11
Tabla 28. C-3 Qadm a 0.8m. de profundidad	12
Tabla 29. C-3 Qadm a 1.0m. de profundidad	12
Tabla 30. C-3 Qadm a 1.2m. de profundidad	12
Tabla 31. C-3 Qadm a 1.5m. de profundidad	13
Tabla 32. C-3 Qadm a 2.0m. de profundidad	13
Tabla 33. C-3 Qadm a 2.5m. de profundidad	13
Tabla 34. C-3 Qadm a 3.0m. de profundidad	14
Tabla 35. C-4 Qadm a 0.6m. de profundidad	14
Tabla 36. C-4 Qadm a 0.8m. de profundidad	14
Tabla 37. C-4 Qadm a 1.0m. de profundidad	15
Tabla 38. C-4 Qadm a 1.2m. de profundidad	15
Tabla 39. C-4 Qadm a 1.5m. de profundidad	15
Tabla 40. C-4 Qadm a 2.0m. de profundidad	16
Tabla 41. C-4 Qadm a 2.5m. de profundidad	16
Tabla 42. C-4 Qadm a 3.0m. de profundidad	16
Tabla 43. Porcentaje del uso del suelo en Tacna	17
Tabla 44. Propiedades físico - mecánicas	20
Tabla 45. Propiedades en Sales, sulfatos y cloruros	21
Tabla 46. Características del suelo de la Asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva	21
Tabla 47. Valores de Capacidad admisible.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona de estudios del proyecto de investigación.....	4
Figura 2. Estructura de las partículas	14
Figura 3. Clasificación AASHTO	23
Figura 4. Falla por capacidad de carga en suelo bajo una cimentación rígida corrida.....	26
Figura 5. Vista de la calicata con el perfil estratigráfico real.....	44
Figura 6. Realización del Ensayo del contenido de humedad	46
Figura 7. Límites de Atterberg	48
Figura 8. Ensayo de análisis de granulometría.....	50
Figura 9. Ensayo de corte directo	50
Figura 10. Toma de datos del ensayo de corte directo.....	51
Figura 11. Ubicación de las calicatas	52
Figura 12. Perfil estratigráfico calicata 03.....	55
Figura 13. Ensayo de plasticidad.....	57
Figura 14. Ensayo de granulometría.....	59
Figura 15. Ensayo de densidad in situ.....	61
Figura 16. Datos de espécimen 1	62
Figura 17. Datos del espécimen 2	63
Figura 18. Datos de espécimen 3.....	63
Figura 19. Cálculo del ángulo de fricción y cohesión.....	64
Figura 20. Valores de N_c , N_y y N_q	68
Figura 21. Edificación con más de un nivel de la Asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva	18
Figura 22. Iglesia de la Asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva.....	19
Figura 23. Edificación de la Sala comunal de la Asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva .	19

RESUMEN

El presente informe de tesis tiene la finalidad de realizar un reconocimiento del suelo para la determinación de adecuadas cimentaciones superficiales, ya que debido al crecimiento demográfico que se ha generado en la ciudad de Tacna, ha causado un desorden urbano, la que por consecuencia, obliga a la población de Tacna construir en las laderas de los cerros, desconociendo las normas técnicas que están establecidas para la construcción de las viviendas multifamiliares y exponiéndose a peligros inminentes.

El objetivo es interpretar la gnoseología del suelo para la determinación de adecuadas cimentaciones superficiales garantizando la vida útil en la Asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva – Sector Ocho, Tacna 2019.

La presente investigación es de tipo exploratorio, dado que provee una referencia general de las características de un área de interés que no ha sido profundizada y que es desconocida ante la población. Todo el desarrollo de los resultados se obtiene por el estudio y cálculo de las muestras tomadas por calicatas.

Los resultados del estudio de los suelos, determinan que sus propiedades físicas y mecánicas son uniformes, A partir de los ensayos geotécnicos, se clasifica al suelo como arenas limosas con finos no plásticos en estado semi denso. La cohesión promedio considerada para ese tipo de suelos es de 0.187 y el ángulo de fricción en promedio de 20.64°; la capacidad admisible ha sido calculado para cimentaciones superficiales.

En conclusión, se diagnosticaron las características del suelo por sus propiedades físicas y mecánicas para el correcto diseño de cimentaciones superficiales que garanticen la vida útil de la asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva – Sector ocho.

Palabras claves: ángulo de fricción interno, capacidad portante, capacidad admisible, carga última cimentaciones superficiales, suelo de fundación, vida útil.

ABSTRACT

This thesis report aims to carry out soil recognition for the determination of adequate surface foundations, since due to the population growth that has been generated in the city of Tacna, it has caused an urban disorder, which consequently forces the population of Tacna to build on the slopes of the hills, ignoring the technical standards that are established for the construction of multifamily dwellings and exposing themselves to imminent dangers.

The objective is to interpret soil gnoseology for the determination of adequate surface foundations ensuring service life in the Asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva – Sector Ocho, Tacna 2019.

This research is exploratory in nature, as it provides a general reference to the characteristics of an area of interest that has not been deepened and is unknown to the population. All the development of the results is obtained by the study and calculation of the samples taken by calicates.

The results of the soil study determine that their physical and mechanical properties are uniform, from geotechnical tests, it is classic to the soil as slimy sands with fine non-plastics in a semi-dense state. The average cohesion considered for this type of soil is 0.187 and the friction angle is on average 20.64 degrees; permissible capacity has been calculated for surface foundations.

In conclusion, soil characteristics were diagnosed for their physical and mechanical properties for the correct design of surface foundations that guarantee the lifespan of the asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva – Sector ocho.

Keywords: internal friction angle, carrying capacity, allowable capacity, ultimate load surface foundations, foundation floor, service life.

INTRODUCCIÓN

La región del sur del Perú se encuentra ubicada en una zona de alta actividad sísmica, lo cual conlleva a que esté expuesto a un peligro constante, que trae como consecuencia pérdidas tanto materiales como humanas, que fue demostrado en el sismo ocurrido en el año 2001, donde se detectó que los mayores desastres se situaron en las laderas de Tacna, siendo estas el Distrito de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza.

El Mapa de Peligro de la ciudad de Tacna, publicada el año 2002, confirma mediante estudios y evaluaciones, que esa zona son las menos óptimas en condiciones geológicas y geotécnicas para habilitaciones urbanas y obras conexas.

Por otro lado, el crecimiento demográfico en la ciudad de Tacna con el transcurrir del tiempo se hizo más inminente, donde los pobladores por necesidad, decidieron establecerse en áreas no competentes y con poca resistencia para cimentaciones en la construcción de residencias multifamiliares, ubicadas principalmente en el Sector ocho del Distrito de Ciudad Nueva. Según el Plan de Desarrollo Urbano de Tacna, esa zona está destinada exclusivamente para uso industrial, pero las familias migrantes se ven obligadas a convertirlas para uso residencial.

De tal modo, y con el deseo de aportar a la población ubicada en dicha zona, en el aspecto técnico y también se desempeñe como un componente a considerar para la toma de decisiones con respecto a las características del suelo y la capacidad admisible, se ha realizado el presente estudio, el cual contempla cinco capítulos:

El capítulo I, describe el contexto en el que se encuentra el problema, referida al crecimiento demográfico en la ciudad de Tacna, avocada en el Distrito de Ciudad Nueva, y el uso de los suelos para construcciones de viviendas multifamiliares. La relevancia de la investigación se basa en proporcionar de forma completa el conocimiento de las características del suelo, es decir las propiedades físicas y mecánicas para el diseño de adecuadas cimentaciones

superficiales de las viviendas, donde los pobladores tengan un backup de diseños y resultados, en el que puedan tener seguridad y confianza ingenieril que requiere para el tipo de suelo del que está conformado. Así como también se describen las hipótesis planteadas de la investigación.

El capítulo II, está referido al marco teórico, en el que se describen los antecedentes del estudio, como aplicaciones internacionales, nacionales y locales que existieron previos a esta investigación, se complementa con la ubicación de la zona de estudio, así como también bases teóricas referidas a las características del suelo, sus propiedades físicas y mecánicas, ensayos estándares y especiales, así también, cimentaciones superficiales.

El capítulo III define el marco metodológico, el diseño de la investigación y el tipo de la investigación, materiales e instrumentos usados en la investigación, población y muestra de estudio, y finalmente técnicas e instrumentos para la recolección de datos de la investigación.

El capítulo IV se presenta el resultado de las características de los suelos de la asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva, que contempla los ensayos estándares y ensayos especiales que se aplican a Corte Directo para determinar la capacidad admisible del suelo de esa zona.

El capítulo V describe la discusión con respecto a los objetivos planteados, su aplicación y funcionalidad de la investigación.

Finalmente, se expresa las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

El crecimiento demográfico que se ha generado en estas últimas décadas en la ciudad de Tacna, ha desencadenado una falta de planificación y ordenamiento urbano, lo que ha llevado que las personas busquen determinadas zonas para asentarse y edificar sus viviendas.

Las invasiones y el uso de los suelos para las construcciones de las viviendas, es un tema bien sabido donde por consecuencia, no se espera la intervención de ningún municipio, ni tampoco algún estudio de suelos que asegure a sostenibilidad de las obras civiles a construir como indica Maquera (2017).

Debido a lo errático de la geología en la ciudad de Tacna, una de las zonas más afectadas por este tipo de situaciones es el cono norte, que presenta un suelo de baja capacidad portante, y siendo bien sabido por la población aun así aumenta la cantidad de asociaciones y edificaciones en todo ese sector.

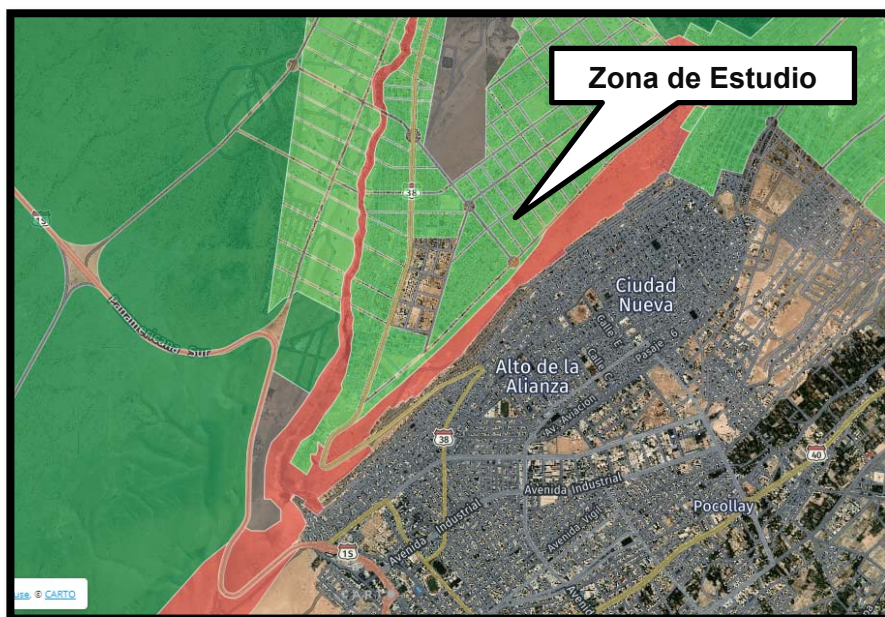
Al tener un suelo de baja capacidad portante y en una zona de alta sismicidad, donde existe una liberación de energía de magnitudes catastróficas que puede llegar a afectar directamente a la vida y el patrimonio de los mismo. Son estas mismas familias que se exponen y sin tomar información sobre la capacidad admisible que permita un diseño de adecuadas cimentaciones.

La sub gerencia de planeamiento urbano, del distrito de Ciudad Nueva, al requerir referencias sobre los estudios de suelos y estudio de capacidad portante realizados al

sector ocho, indica la jefatura de dicha unidad que, el área no cuenta con los mencionados estudios.

Figura 1

Zona de estudios del proyecto de investigación



Nota: Adaptado de PDU 2015-2025 Municipalidad Provincial de Tacna

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye el conocimiento del suelo para la determinación de adecuadas cimentaciones superficiales garantizando la vida útil en la asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva – sector ocho, Tacna 2019?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influye las características del suelo por sus propiedades físicas y mecánicas para cimentaciones superficiales?
- ¿Cómo influyen las características de resistencia del suelo para adecuadas cimentaciones superficiales?
- ¿Cómo determinamos el valor de la capacidad admisible del suelo para una adecuada cimentación superficial?

1.3. Justificación e Importancia de la investigación

En su relevancia social la presente investigación aportará la caracterización del suelo, es decir las propiedades físicas y mecánicas para el diseño de adecuadas cimentaciones superficiales, lo que generará que la población de la asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva - sector ocho, tenga una base de diseños y resultados donde pueda construir sus edificaciones para viviendas multifamiliares con la seguridad y confianza ingenieril que requiere para el tipo de suelo del que está conformado dicho lugar.

En su relevancia sísmica se conoce que la nación del Perú está considerada en el círculo países con mayor actividad sísmica ya que permanece al grupo de fronteras tectónicas del Pacífico. Es por ello, que los movimientos sísmicos están relacionados al proceso de subducción entre la placa de Nazca y la Sudamericana, estas se originan, en la fricción de ambas placas produciendo sismos de diferentes intensidades y mientras exista una mayor deformación interna de ambas placas, estas producirán los sismos más destructores en los niveles superficiales.

En su relevancia económica la presente investigación aportará lineamientos que sirvan como línea base del cuidado, manejo de materiales y diseño correcto para la

ejecución de cada vivienda de la asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva - Sector 8, se pretende que con el paso del tiempo y ante cualquier sismo o agente que pueda deteriorar la vivienda, sea resistente y no genere algún daño estructural que necesite una reconstrucción a corto o largo plazo.

En su relevancia estructural, la reciente crecida de nuevas construcciones de obras residenciales hace vital el estudio de todos los suelos implicados, donde se busca definir y comprobar su capacidad admisible de los suelos con esta información será de gran utilidad a la población residente de la zona para tomar concientizarse sobre la calidad del suelo en la cual deciden cimentar sus edificaciones.

En su relevancia en el mejoramiento urbano, según el Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Tacna 2015-2025 (Municipalidad Distrital de Tacna, 2015), Tacna es el último departamento del sur del país y limitante con Moquegua por el norte y Puno por el noreste, y a su vez con las repúblicas de Chile y Bolivia. Su ámbito territorial se refiere a un área distribuida entre el centro urbano y su consiguiente entorno geográfico inmediato donde se proyecta localizar a los futuros espacios de expansión urbana.

El Plan de Desarrollo Urbano determina las mayores problemáticas que tiene la ciudad como: El crecimiento poblacional acelerado provoca una obtención de áreas territoriales desordenadas, teniendo emplazamientos en zonas altamente sísmicas. Por otro lado, la ocupación desordenada genera déficit en el tránsito de las vías locales, además de que crece la ocupación de terrenos para uso urbano, industrial y rural, centrada en las actividades en la ciudad de Tacna, así como déficit hídrico, etc.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Interpretar la gnoseología del suelo para la determinación de adecuadas cimentaciones superficiales garantizando la vida útil en la asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva – sector ocho, Tacna 2019.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar y determinar la caracterización del suelo por sus propiedades físicas y mecánicas para cimentaciones superficiales.
- Determinar las características de resistencia del suelo de fundación para adecuadas cimentaciones superficiales.
- Definir el valor de la capacidad admisible del suelo para una adecuada cimentación superficial.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Con la gnoseología del suelo de fundación se logrará obtener cimentaciones superficiales adecuadas, que garanticen la vida útil de la asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva – sector ocho, Tacna 2019.

1.5.2. Hipótesis específicas

- Realizando los ensayos básicos y ensayos especiales de los suelos, se obtendrá las características geotécnicas.

- Estableciendo mediante ensayos especiales aplicados al suelo de fundación se conoce los parámetros de resistencia del suelo.
- Definiendo el valor de la capacidad admisible del suelo, se permite la construcción de buenas cimentaciones superficiales.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Internacionalmente

En primer lugar, Castillo (2017) presentó la investigación de grado “Estudio de zonificación en base a la determinación de la capacidad portante del suelo en las cimentaciones de las viviendas del casco urbano de la parroquia la matriz del Cantón Patate provincia de Tungurahua”, que tiene como objetivo zonificar las viviendas de dicha provincia mediante la capacidad portante del suelo en las cimentaciones. Se usó el software de los programas de diseño estructural para la determinación del vínculo que tiene la capacidad portante y obteniendo también las propiedades mecánicas de dicha área. Para la realización se aplicó la norma Nec 2015 vigente en Ecuador, lo cual se concluyó que el coeficiente de balasto permite asentamientos, también se obtuvo un mapa de zonificación de acuerdo a la capacidad portante y sus propiedades mecánicas.

En segundo lugar, Contreras (2011) expuso en la escuela de Post grado de la Universidad de Chile la tesis “Comportamiento friccionante de Materiales granulares gruesos”. Dicho proyecto de investigación tiene como objetivo mitigar las deficiencias identificadas en el comportamiento friccionante de materiales granulares gruesos en influencias de composición litológica, tamaño nominal, variación de la fricción entre superficies de roca sometidas a altas presiones. Lo cual obtuvo como conclusiones que, como ley existe una relación directamente proporcional entre la fuerza normal y la de fricción la cual no es válida bajo un nivel de esfuerzos altos. Además, que al ser sometidas

a niveles de esfuerzos crecientes las superficies, se nota que el roce dinámico responde con mayor deslizamiento. Se determina también que, a mayor esfuerzo normal, se necesitará mayor desplazamiento en el roce estático. Por otro lado, no es válido asumir un coeficiente de fricción pura constante para descomponer parámetros. También, con el deslizamiento entre superficies pulidas, se tiene un incremento en el roce estático. Se obtuvo que la fricción estática, solo actúa en condiciones de tensión normal a bajas. Por último, se denota un aumento de la fricción estática que luego dan paso al fenómeno de stick-slip donde empieza a desarrollar la fricción dinámica.

2.1.2. Nacionalmente

En primer lugar, Baquerizo (2015) presentó en la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Escuela Académica Profesional de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el trabajo especial de grado “Estudio geotécnico de suelos para la construcción del complejo deportivo Piuray Pampa, distrito de Chincheros Urubamba – Cusco”. Que tuvo como objetivo el estudio geotécnico del suelo, con fines de reestructuración del complejo, y así cumplir con las condiciones físicas mínimas del suelo. Se concluyó que, existe depósito lacustres y palustres, que demuestra el retroceso de la laguna, formación de suelos por diatomitas; se determinó la variabilidad del nivel de la laguna debido a su extensión superficial y crecida en épocas de avenidas. Por último, el cauce presenta una pendiente de 1,30%, la cual brinda permeabilidad en los estratos, que proporcionan un aporte al acuífero por filtración que tiene una gradiente hidráulica de 0.65%.

En segundo lugar, Chapilliquen (2017) presentó la investigación de grado “Caracterización Geotécnica del Suelo y Roca para el Diseño de Pozas Sedimentadoras en la Zona de Ciénega Norte - Tantauatay, Cajamarca”. Tuvo como objetivo determinar

las características de las rocas y el suelo, y con un correcto análisis geotécnico construir pozas sedimentadoras y seleccionar muestras representativas.

Las conclusiones de la investigación tuvieron como enfoque, que se logró caracterizar satisfactoriamente el suelo macizo rocoso, lo cual es óptimo para la construcción de las pozas sedimentadoras. Así como también se determinó sus propiedades mecánicas mediante muestras representativas. Se clasificó los suelos en base al sistema SUCS mediante los ensayos correspondientes. Además, que se obtuvo las características geomecánicas con un valor de RMR de 45.

2.1.3. Localmente

Isidro & Cañi (2017) presentaron en la Facultad de Ingeniería de la Escuela Profesional de la Universidad Privada de Tacna, el trabajo de grado “Determinación de las propiedades físico-mecánicas del suelo de la zona de Piedra Blanca – Asociación El Centinela, distrito de Calana, departamento de Tacna”. Tuvo como objetivo determinar las propiedades mecánicas y físicas del suelo en esa zona.

Las conclusiones establecidas de la investigación fue que se determinó las propiedades físicas del área de estudio, se estableció la textura como granos de arena suelta, la estructura débil a causa de la baja cohesión, presenta una coloración beige clara, tiene macro poros, y tiene consistencia seca. La severidad del colapso, es de 1.643%, la cual determina un colapso moderado.

Cabrera (2018) presentó la tesis especial de grado “Riesgo Geotécnico de las Asociaciones de Vivienda Sol Naciente y Dos de Febrero, Ciudad Nueva – Tacna”. Tuvo como objetivo analizar las características geotécnicas del cerro Intiorko, con la finalidad de prevenir riesgos de colapso y asentamiento.

El trabajo presentado concluyó en que las características geotécnicas determinan que no garantizan la construcción de viviendas. Se diagnostica que con el tiempo se producirán derrumbes de los taludes, ya que el factor de seguridad es menor a 1,20 en condiciones pseudoestáticas. Su capacidad admisible se encuentra entre 0,73 kg/cm² y 0,81 kg/cm² calificado como muy baja. Esas zonas presentan riesgo alto en un 89,10% por deslizamiento, 69,30% por asentamiento y 79,20% por erosión hídrica.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Propiedades Físicas

(Grisales Simbasica, 2014)

La proporción de los componentes determina una serie de propiedades que se conocen como propiedades físicas o mecánicas del suelo: textura, estructura, color, permeabilidad, porosidad, drenaje, consistencia, profundidad efectiva. Todo este análisis tiene como resultado el estudio de los suelos.

2.2.1.1. Textura y clases

Relación de los tamaños de las diferentes clases de partículas que lo conforman y es proporcional con el volumen de los fragmentos de los minerales que lo constituyen y se enfoca a la proporción de los tamaños relativamente de varios grupos de partículas de un suelo. Esta propiedad tiene como función establecer el abastecimiento de agua, nutrientes y aire.

Para poder identificar los grupos de suelos es necesario clasificarlos por nombres a cada clase de textura, estas mezcladas con partículas minerales parecidas. Los suelos

minerales se agrupan en tres clases texturales que son: las arenas, las margas y las arcillas, y mediante una combinación se usa estos nombres para indicar los grados intermedios. En ejemplo, se tiene los suelos arenosos contienen un 70 %, los margosos contiene de 15 a 30 % de limo y arcilla. Los suelos arcillosos contienen más del 40 % de partículas de arcilla. Los suelos con material coloidal para clasificarse como arcillosos, son compactos cuando están secos y pegajosos-plásticos cuando están húmedos. Las texturas margas se distribuyen en diferentes grupos de partículas de arena, limo y arcilla y varían desde margo-arenoso hasta los margo-arcillosos.

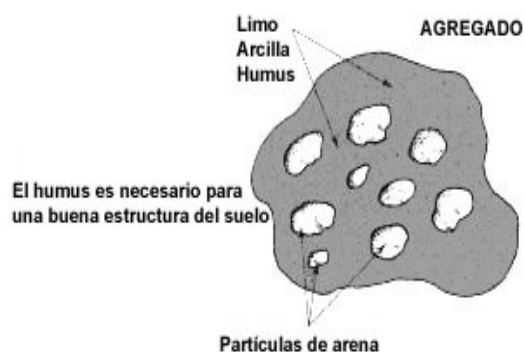
2.2.1.2. Estructura

El agregado para ser formados se necesita que todas las partículas del suelo se reúnan. Con esta característica principal se clasifica los suelos de estructura esferoidal (agregados redondeados), prismática (en forma de prisma), laminar (agregados en láminas), granular (en granos) y blocosa (en bloques).

Es la agrupación de las partículas individuales de arena, limo y arcilla, determinadas por forma. Al alcanzar grupos con altas cantidades de partículas individuales, estas toman aspectos de partículas mayores y se denominan agregados.

Figura 2

Estructura de las partículas



Nota: Adaptado de Grisales Simbasica 2014

2.2.1.3. Color

El color que adopta el suelo está directamente relacionado a sus componentes y se usa como una forma de medir ciertas propiedades. Los colores se modifican de acuerdo al contenido de humedad. El color rojo es un indicador de que tiene propiedades como óxidos de hierro y manganeso; el amarillo por su parte demuestra óxidos de hierro hidratado; el blanco y el gris indican presencia de cuarzo, yeso y caolín; y el negro y marrón indican materia orgánica. Se tiene claro que, mientras el suelo tenga colores negros se vuelve más útil, puesto que brinda beneficios de materia orgánica.

El color que tiene brinda información importante sobre otras propiedades del medio edáfico. En ejemplo se tiene, suelos de colores grisáceos y con presencia de “moteados o manchas” son resultado de malas condiciones sometidas a aireación. Los horizontes superficiales que son de colores oscuros tienden a absorber mayor radiación solar y por consiguiente su temperatura es mayor que suelos que tienen colores claros. Para medir el color del suelo sus parámetros se encuentran establecido mediante un

sistema estandarizado basado en la “Tabla de Colores Munsell”. La tabla demuestra la medición en:

- Tono (En suelos es generalmente rojizo o amarillento)
- Intensidad o brillantez (chroma)
- Valor de luminosidad (value)

2.2.2. Ensayos Estándar

2.2.2.1. Densidad in situ

(Estela, 2017) Se define densidad del suelo, como la masa por unidad de volumen. Conociendo su carácter poroso, es conveniente establecer entre la densidad de los componentes sólidos y la de todo el suelo, incluyendo los huecos, es por eso que se aplica dos tipos de densidad.

Este ensayo da la facilidad de determinar la densidad que caracteriza a un suelo en su estado natural, también se aplica este ensayo para comprobar el grado de compactación en rellenos compactados mediante equipos pesados. Es muy práctico emplearlo en el caso de suelos sin cohesión como en las arenas y gravas, los cuales, algunos no permiten obtener muestras inalteradas, y mediante de la densidad in situ, a partir de una muestra alterada, se puede obtener el suelo natural en la densidad natural.

Ya sea que exista un suelo compactado o un suelo natural es necesario obtener la densidad in situ. Es comúnmente usado en cualquier proyecto, para lograr la verificación mediante el cono de arena o por el método del balón de densidad. En otro tipo de casos, es bien usarse equipos nucleares. Se determina el peso del suelo húmedo abstraído de una pequeña calicata con una forma cilíndrica hecho sobre la superficie horizontal de suelo.

$$DENSIDAD HUMEDA = \frac{\text{peso de arena en el hueco}}{\text{densidad de la arena}} \quad (1)$$

Al tener establecida la fórmula de la densidad húmeda también se puede calcular la densidad seca a través de la siguiente formulación.

$$DENSIDAD SECA = \frac{DENSIDAD HUMEDA}{1 + \frac{W\%}{100}} \quad (2)$$

2.2.2.2. Peso específico de los sólidos

(Polanco, 2012) La densidad que tienen todos los sólidos se concreta como la correspondencia que hay entre el peso de los sólidos y el peso del volumen del agua desalojado por los mismos.

Comúnmente la variación que se halla de la densidad de sólidos es de 2.60 a 2.80, es conocido que como en el caso de la turba en la que teóricamente se han registrado valores de 1.5 y aún más pequeños, por la presencia de materia orgánica. Por el contrario, en suelos donde existe cantidad de minerales de hierro la densidad de sólidos que se halló, llegando a 3.

2.2.2.3. Relación de vacíos

La fórmula mostrada a continuación tomó en cuenta los valores del peso de la muestra húmeda y peso de la muestra seca obtenidos de los ensayos realizados de

contenido de humedad, así como la densidad in situ y peso específico, cada uno establecido al estudio que se realizó a cada calicata.

$$e = \frac{Vv}{Vs} \quad (3)$$

$$Vm = \frac{\text{Peso de la muestra húmeda}}{\text{Densidad In Situ}} \quad (4)$$

$$Vs = \frac{\text{Peso de la muestra seca}}{\text{Peso específico}} \quad (5)$$

Donde:

e : relación de vacíos

Vv : volumen de vacíos

Vv : $Vm - Vs$

Vm : volumen de la muestra

Vs : volumen de la muestra seca

2.2.2.4. Distribución granulométrica y análisis por mallas

El objetivo de hallar la distribución por dimensiones de las partículas que caracteriza una muestra de suelo. Y mediante este método se puede clasificar el suelo por medio del sistema AASHTO o SUCS.

Si se desea determinar la distribución mediante volúmenes se usan tamices normalizados numerados dispuestos en orden decreciente.

El método de tamizado se define como la técnica de distribuir las diferentes partículas de una muestra conforme a su capacidad o incapacidad que presentan para pasar a través de mallas de medidas regulares. Este método se realiza al colocar la

muestra de partículas en la parte superior de diferentes tamaños de tamices, uno debajo del otro con que consecutivamente se reducen las dimensiones de los orificios de las mallas. El conjunto de tamices que contiene la muestra se sacude y los granos de acuerdo a las dimensiones se filtran a través de las diferentes mallas, reteniéndose en cada una de ellas los fragmentos de los agregados que no presenten las dimensiones para atravesarlas. Existen filtros de mallas con espacios pequeños comúnmente tejidos con finos alambres de bronce. El término “Mesh” es usado para identificar el tamaño de los orificios que existen en una pulgada lineal (mm).

2.2.2.5. Límites de Atterberg

(Browles, 1981) Es un ensayo de laboratorio establecido y parametrizado que permite determinar los límites del rango de humedad en el cual el suelo solo se mantiene en un estado plástico. Con esta información, se puede clasificar el suelo en el Sistema de Clasificación Unificada de Suelos, SUCS.

Ideado inicialmente por Atterberg especialista en agronomía y redefinidos por Casagrande abocado a la mecánica de suelos de la forma que se conocen.

Para realizar dicho ensayo se requiere manipular una cantidad representativa de suelo desconfigurando su estructura original y por ello es que es necesario realizar una correcta descripción del suelo correspondiente a una estratigrafía que muestre sus condiciones naturales.

Para realizar los límites de Atterberg se utiliza con todo el material menor que la malla #40 (0.42 mm). Esto indica que no solo se trabaja con la parte fina del suelo (< malla #200), sino que se incluye igualmente la fracción de arena fina.

2.2.2.6. Contenido de Humedad

Razón entre peso del agua y peso del suelo seco de una muestra. Se expresa en porcentaje:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (6)$$

Donde:

W_w : peso agua

W_s : peso suelo seco

2.2.2.7. Limite Liquido (LL)

(ASTM, 2000) Contenido de humedad del suelo en el límite entre el estado semi-líquido y plástico.

2.2.2.8. Limite Plástico (LP)

(ASTM, 2000) Es el contenido de humedad del suelo en el límite entre los estados semi-sólido y plástico.

2.2.2.9. Índice de Plasticidad (IP)

(ASTM, 2000) Es la diferencia entre los límites líquido y plástico, es decir, el rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene plástico:

$$IP = LL - LP \quad (7)$$

2.2.3. Ensayos Especiales

2.2.3.1. Corte Directo

(Botía, 2015) Este ensayo tiene como propósito inducir una falla en una muestra representativa del suelo, a través de la colocación de dos esfuerzos: un esfuerzo normal, que se da al aplicar un carga vertical y que esta direccionado a someter a las condiciones de presión en la que se encuentra la muestra en su entorno natural y el otro es esfuerzo cortante que se da en la aplicación de una carga horizontal y que cuyos valores de esfuerzos obtenidos de acuerdo a los resultados a través del ensayo permiten determinar los valores de cohesión y ángulo de fricción. Pueden variar con otros tipos de ensayos como en el caso de la compresión triaxial, que brinda simplicidad, practicidad en tiempos, economía, facilidad en la interpretación y últimamente con la mejoría al implementar las cajas cuadradas, el ensayo se ha mantenido vigente y al parecer seguirá siendo así.

2.2.3.2. Ensayo de Relación de Soporte de California

(Wikivia, 2010) El ensayo conocido como California Bearing Ratio, el cuál es un método de análisis de materiales con la finalidad de clasificar la capacidad del suelo para ser utilizado en carreteras en la base o subbase. Este procedimiento por el cual mediante pruebas de laboratorio y bajo condiciones de humedad y densidad controlada se mide la resistencia al corte de un suelo en cualquiera sea el estado en que este se encuentre.

El ensayo de California Bearing Ratio es empleado para analizar materiales con un diámetro máximo en partículas de $\frac{3}{4}$ " , existe metodologías adicionales para casos en donde no se cumple con el tipo de granulometría, para los cuales es necesario el uso de dichos métodos.

Para el diseño de pavimentos flexibles que se usa en las obras viales, el método del CBR es vital e importante para la evaluación de la resistencia potencial de los materiales utilizados en la sub-base y base de las estructuras y además de esto, brinda información sobre la deformación esperada en el suelo bajo la estructura de pavimento ya que al saturarse indica la pérdida de resistencia debida a la saturación sometido. A continuación, se presenta una tabla donde con base a los valores de CBR se establece una clasificación general para el suelo.

Tabla 1

Clasificación de suelos según CBR

Valor CBR	Clasificación General	Usos
0 – 3	Muy Pobre	Subrasante
3 – 7	Pobre a Regular	Subrasante
7 – 20	Regular	Sub-base
20 – 50	Bueno	Base, Subbase
>50	Excelente	Base

Fuente: Clasificación ASTM. 2010

2.2.3.3. Ensayo de Penetración Dinámica Ligera

(Estrella, s.f.) El ensayo de penetración dinámica tipo ligero que tiene el propósito de evaluar la capacidad portante del subsuelo de manera directa, la cual se realiza midiendo la resistencia que tiene el suelo al avance del equipo llamado penetrómetro, mediante golpes (penetrómetro dinámico).

La profundidad que debe usarse para tener resultados confiables es de aproximadamente 8 metros.

El ensayo DPL trata en el golpe continuo en tramos de 10 cm de una punta cónica de 60° utilizando la energía de un martillo de 10 kg. de peso, que cae libremente desde una altura de 50 cm.

2.2.4. Clasificación de los Suelos – ASTM

2.2.4.1. Sistema de Clasificación AASHTO

Este sistema de clasificación busca determinar la aceptabilidad de un suelo que tiene propósito de ser usado como material de sub-base y base en un pavimento, su característica consiste en medir numéricamente de la calidad del suelo, que se halla mediante el índice de grupo (IG).

El sistema de clasificación AASHTO Basa como también el SUCS, se clasifica en el ensayo de distribución granulométrica por tamizado y en los resultados de los ensayos de límite plástico (LP) y límite líquido (LL).

Para poder clasificar los suelos y determinar su tipo se tiene que buscar la primera columna de izquierda a derecha en donde su objetivo es alcanzar todos los requisitos en el suelo estos tienen que encajar con los rangos definidos, de acuerdo a los resultados definidos por los límites de consistencia y la granulometría por tamizado.

Figura 3*Clasificación AASHTO*

Clasificación general	Material granular (35%, o menos pasa el tamiz N° 200)							Materiales limo-arcillosos (Más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Subgrupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa el tamiz:											
N° 10 (2.00 mm)	50 máx.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N° 40 (0.425 mm)	30 máx.	50 máx.	51 máx.	-	-	-	-	-	-	-	-
N° 200 (0.075 mm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 min	36 min	36 min	
Características del material que pasa el tamiz N° 40 (0.425 mm):											
Límite líquido	-	-	-	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.
Índice de plasticidad	6 máx.	NP	NP	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.*
Terreno de fundación	Excelente a bueno		Excelente a bueno	Excelente a bueno				Regular a malo			

* El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5, es igual o menor a LL-30

* El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6, es mayor que LL-30.

Nota: Adaptado de Clasificación AASHTO

2.2.4.2. Sistema de clasificación SUCS

El sistema unificado de clasificación de suelos es un método parametrizado en la norma ASTM: D 2487-69. Usada mayormente en el continente europeo el cual no es impedimento de usar la normativa americana.

Esta clasificación, los suelos se distribuyen en tres grupos:

- En el primer grupo se encuentra suelos de grano grueso, formados por arenas y gravas con menos del 50% de finos que pasan por el tamiz n° 200 ASTM (0,074 mm). A partir

de ahí se establecen pequeños subgrupos en función de la granulometría del suelo y de la plasticidad de la fracción que pasa por el tamiz n° 40 (0,42 mm).

- El segundo grupo es el de los suelos de grano fino, formado por las partículas de granos con 50% o más de finos. En este tipo de suelos están los arcillosos y limosos, lo que genera una subclasificación de acuerdo a los resultados que ofrece el límite líquido (LL) y el índice de plasticidad (IP) y dependiendo que contengan materia orgánica. Estos subgrupos serán representados sometiéndose al gráfico de plasticidad.
- Y el tercer y último grupo de suelos de estructura orgánica, básicamente formado por materia orgánica fibrosa. Estos suelos se tienen como característica principal por su color marrón oscuro y su olor descompuesto a materia orgánica en descomposición.

2.2.5. Cimentaciones superficiales

2.2.5.1. Tipos de fallas en cimentaciones superficiales

Crespo (2004) Describe a la carga admisible que caracteriza una cimentación como carga que puede ser aplicada sin ningún tipo de errores en la estructura que lo soporta, siempre considerando un rango de seguridad. Es bien sabido que la carga admisible no solo está directamente relacionada con el coeficiente de seguridad, características de la estructura o terreno, sino también de la cimentación.

Es necesario conocer las fallas por capacidad de carga que pueden presentarse bajo las cimentaciones:

a) Falla por corte general

Se enfoca en tipos de suelo como arenas densas y arcillas rígidas, es aquí que la visibilidad de la actividad una superficie de deslizamiento continuo dentro del área de cimentación, el cual tiene inicio en su borde y este avanza hasta la superficie del terreno.

b) Falla por punzonamiento

En esta falla ocurre un movimiento vertical de la cimentación, generado por la compresión del suelo que se encuentra inmediatamente debajo de ella. La rotura ocurre alrededor de la cimentación por lo cual casi no se observan movimientos junto a la cimentación, lo cual permite el equilibrio tanto vertical como horizontal de esta.

c) Falla por corte local

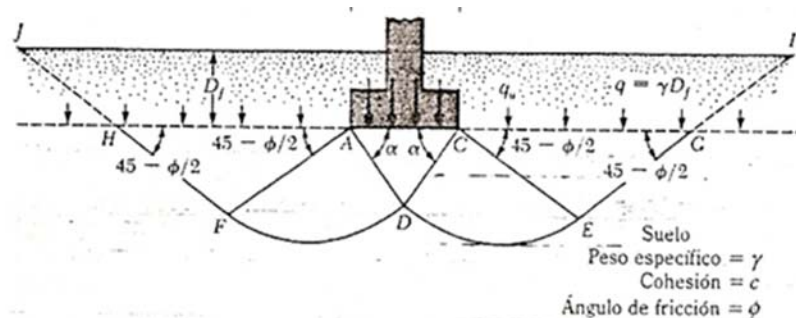
Este tipo de falla representa una combinación de las dos fallas anteriores, debido a que posee características de ambas. Lo que caracteriza a esta falla es que se presenta en un lugar muy específico de la cimentación y puede haber tanto desplazamiento del terreno natural como asentamiento vertical.

2.2.5.2. Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi

Terzagui (1949) Considerado como el primer evaluador de la capacidad en carga última que presenta la teoría completa en cimentaciones superficiales. Como indica la figura 4, una cimentación es superficial si la profundidad D_f , de la cimentación es menor o igual que el ancho de la misma.

Figura 4

Falla por capacidad de carga en suelo bajo una cimentación rígida corrida



Notas: Adaptado de Mecánica teórica de suelos, Terzaghi Karl 1949

El efecto del suelo en la parte superior del fondo de la cimentación puede ser reemplazado por una sobre carga equivalente efectiva $q = \gamma * D_f$ (donde γ = Peso específico del suelo). Esta zona de falla se puede separar en tres partes:

- I. La zona triangular ACD inmediatamente debajo de la cimentación
- II. Las zonas de corte radiales ADF y CDE, con las curvas De y Df como arcos de una espiral logarítmica.
- III. Dos zonas pasivas de Rankine triangulares AFH y CEG

La zona I es una cuña que tiene un movimiento como cuerpo rígido con el cimiento, verticalmente se desplaza hacia la parte inferior. La zona II es de deformaciones tangencial radial; el límite CD de esta zona forma con la horizontal el ángulo α , si la base del cimiento tiene una superficie rugosa este ángulo tenderá a acercarse a ϕ , pero si su base tuviese textura idealmente lisa sería $45 + \phi/2$. La zona III es una zona de estado plástico pasivo de Rankine.

Si existiera cohesión y D_f tuviese un valor diferente de cero sobre el suelo de cimiento, donde existe sobrecarga entonces la carga máxima es:

$$H = \frac{1}{2} * B * \tan \phi \quad (8)$$

$\delta = \phi$ (por ser contacto suelo con suelo)

$$\alpha = \phi$$

Entonces:

$$q_u = c * \left(\frac{K_{pc}}{\cos \phi} + \tan \phi \right) + \frac{q * K_{pq}}{\cos \phi} + \frac{1}{4} * \gamma * B * \tan \phi * \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \quad (9)$$

$$K_{p\gamma} = \tan^2 45 + \frac{\phi}{2} \quad (10)$$

Se muestra un cimiento continuo con superficies de textura rugosas y aparece la falla CDE, por esta se supone que pasa la falla. Prandtl obtuvo la formulada superficie, en mención para una medio rígido-plástico y con $\gamma=0$, esta solución es la resuelto por C D1 E1, el arco C D1, es una espiral logarítmica.

Para este caso será:

$$q_u = c * \left(\frac{K_{pc}}{\cos \phi} + \tan \phi \right) + \frac{q * K_{pq}}{\cos \phi} = c * N_c + q * N_q \quad (11)$$

Para el caso $\gamma \neq 0$, $c=0$ y $q=0$, no se ha podido obtener una solución matemática, pero puede determinarse una forma aproximada de dicha superficie.

Para este caso será:

$$q_u = \frac{1}{4} * \gamma * B * \tan \phi * \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) = \frac{1}{2} * \gamma * B * N_\gamma \quad (12)$$

Para el caso general $\gamma \neq 0$, $c \neq 0$ y $q \neq 0$, la superficie de falla es una intermedia entre las dos anteriores, puesto que para el caso general tampoco existe una solución teórica completa relativa a la superficie de falla. De estos análisis se desprende que la superficie de falla estará entre los dos casos vistos y será CDE, Terzaghi explica que es entendible considerar que la capacidad de carga real está dada por la suma de los tres términos antes analizados:

$$q_u = c * N_c + q * N_q + \frac{1}{2} * \gamma * B * N_\gamma \quad (13)$$

Terzaghi no obtuvo los valores de N_c ni N_q , estos se obtuvieron con soluciones matemáticas de Prandtl:

$$N_q = \frac{\left(e^{\left(\frac{3}{4} * \pi - \frac{\phi}{2} \right) * \tan \phi} \right)^2}{2 * \left(\cos 45 + \frac{\phi}{2} \right)^2} = \frac{e^{2 \left(\frac{3}{4} * \pi - \frac{\phi}{2} \right) * \tan \phi}}{2 * \left(\cos 45 + \frac{\phi}{2} \right)^2} \quad (14)$$

Se puede concluir que para el ángulo $\alpha = \phi$, la carga última de una cimentación corrida que es:

$$q_u = c * N_c + q * N_q + \frac{1}{2} * \gamma * B * N_\gamma$$

En el uso de cimentaciones cuadradas y cimentaciones circulares, la ecuación puede usarse de la siguiente manera:

Cimentación cuadrada: $q_u = 1.3 * c * N_c + q * N_q + 0.4 * \gamma * B * N_\gamma \quad (15)$

Cimentación circular: $q_u = 1.3 * c * N_c + q * N_q + 0.3 * \gamma * B * N_\gamma \quad (16)$

Para cimentaciones que exhiben falla local por corte en suelos, fue conveniente reemplazar ϕ' por $\tan^{-1} \left[\frac{2}{3} * \tan \phi \right]$, dando N'_c , N'_q y N'_γ :

$$\text{Cimentación corrida:} \quad q_u = \frac{2}{3} * c * N'_c + q * N'_q + \frac{1}{2} * \gamma * B * N'_\gamma \quad (17)$$

$$\text{Cimentación cuadrada:} \quad q_u = 0.867 * c * N'_c + q * N'_q + 0.4 * \gamma * B * N'_\gamma \quad (18)$$

$$\text{Cimentación circular:} \quad q_u = 0.867 * c * N'_c + q * N'_q + 0.3 * \gamma * B * N'_\gamma \quad (19)$$

2.2.5.3. Factor de seguridad

Es necesario aplicar un factor de seguridad (FS) para el cálculo de la capacidad de carga última bruta admisible de cimentaciones superficiales. El cálculo de la capacidad de carga bruta admisible de cimentaciones superficiales requiere aplicar un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga última bruta.

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS} \quad (20)$$

2.2.5.3.1. Capacidad de carga última neta

Se define como la presión última ejercida por unidad de área de la cimentación que es contenida por el suelo en exceso de la presión causada por el suelo que la rodea en el nivel de la cimentación. Por tanto:

$$q_{neta(u)} = q_u - q \quad (21)$$

Donde:

$q_{neta} (u)$: capacidad de carga última neta

q : $y * Df$

Entonces:

$$q_{adm(neta)} = \frac{qu - q}{FS} \quad (22)$$

El factor de seguridad tiene valores entre 3 a 5, dependiendo de la incertidumbre del suelo.

2.2.5.4. Ecuación general de la capacidad de carga

Las expresiones de capacidad de carga última contempladas en las ecuaciones anteriores son aplicadas solamente para cimentaciones continuas, cimentaciones cuadradas y cimentaciones circulares. Éstas no pueden ser aplicables en el caso de cimentaciones rectangulares ($0 < B/L < 1$). Cabe recalcar que, las formulaciones no toman en cuenta la resistencia cortante a lo largo de la superficie de falla en el suelo superior del nivel de desplante de la cimentación. La carga sobre la cimentación puede estar inclinada, todas estas variaciones presentaron Meyerhof en la ecuación general de capacidad de carga:

$$qu = c' Nc Fcs Fcd Fci + q Nq Fqs Fqd Fqi + \frac{1}{2} \gamma B N\gamma F\gamma s F\gamma d F\gamma i \quad (23)$$

Donde:

- c' : cohesión
- q : esfuerzo efectivo al nivel de desplante de la cimentación
- γ : peso específico del suelo
- B : ancho de la cimentación
- $F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$: Factor de forma
- $F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$: Factor de profundidad
- $F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$: Factor de inclinación
- N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga

Los factores de forma, profundidad e inclinación de las cargas son factores empíricos basados en datos experimentales.

$$Nq = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) * e^{\pi * \tan \phi'} \quad (24)$$

$$Nc = (Nq - 1) * \cot \phi' \quad (25)$$

$$N\gamma = 2 * (Nq + 1) * \tan \phi' \quad (26)$$

Los factores de forma (propuestos por De Beer) son:

$$F_{cs} = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) * \left(\frac{Nq}{Nc} \right) \quad (27)$$

$$F_{qs} = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) * \tan \phi' \quad (28)$$

$$F\gamma_s = 1 - 0.40 * \left(\frac{B}{L}\right) \quad (29)$$

Los factores de profundidad (propuestos por Hansen) son:

Para $Df/B \leq 1$

$$Fcd = 1 + 0.4 \left(\frac{Df}{B}\right) \quad (30)$$

$$Fqd = 1 + 2 * \tan \phi' * (1 - \sin \phi')^2 \left(\frac{Df}{B}\right) \quad (31)$$

$$F\gamma_d = 1 \quad (32)$$

Para $Df/B > 1$

$$Fcd = 1 + 0.4 * \tan^{-1} \frac{Df}{B} \quad (33)$$

$$Fqd = 1 + 2 * \tan \phi' * (1 - \sin \phi')^2 \tan^{-1} \frac{Df}{B} \quad (34)$$

$$F\gamma_d = 1$$

El valor de $\tan^{-1} \frac{Df}{B}$ está en radianes.

Los factores de inclinación (propuestos por Meyerhof y Hanna), son:

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ}\right)^2 \quad (35)$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2 \quad (36)$$

2.2.5.5. Capacidad de carga en la norma E.050

Para el cálculo del factor de seguridad de cimentaciones, se utilizarán como cargas aplicadas a la cimentación, las cargas de servicio que se utilizan para el diseño estructural de las columnas del nivel más bajo.

Además de calcular el asentamiento de las cimentaciones apoyadas sobre material granular, se considera la máxima carga vertical que actúe. Para suelos cohesivos se considera la carga muerta más el 50% de la carga viva.

2.2.5.6. Capacidad de carga y asentamientos admisibles

La capacidad de carga admisible puede controlarse a una cimentación superficial. El reglamento de edificaciones puede controlar el asentamiento admisible. Entonces la capacidad de carga admisible puede ser menor que:

$$q_{adm} = \begin{cases} \frac{q_u}{FS} \text{ ó} \\ q_{\text{asentamiento admisible}} \end{cases}$$

El asentamiento en una cimentación se divide en dos grupos:

- El primer grupo es, el asentamiento inmediato o elástico, este tiene lugar durante o inmediatamente después de la construcción de la estructura.
- El segundo grupo es, el asentamiento por consolidación, este asentamiento ocurre en el tiempo, debido que existe la expulsión del agua de poro de los espacios vacíos de los suelos arcillosos saturados.

Es necesario la estimación del incremento del esfuerzo vertical para conocer el cálculo del asentamiento de la cimentación, estas en la masa de suelo debido a la carga neta aplicada a la cimentación, es así que se puede aplicar los siguientes pasos:

- Calcular el incremento de esfuerzo vertical
- Cálculo de asentamiento, elástico y por consolidación.
- Capacidad de carga admisible basada en el asentamiento elástico.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Ángulo de fricción interno

(Crespo, 2004) Es una característica especial del grupo de las partículas granulares el relacionado con su ángulo de reposo o máximo ángulo posible para la pendiente de un conjunto de dicho material granular.

2.3.2. Capacidad Portante

(Crespo, 2004) Es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo.

2.3.3. Capacidad Admisible

(Crespo, 2004) Carga que induce la máxima fatiga admisible en una sección crítica de un miembro estructural.

2.3.4. Carga ultima

Es el esfuerzo que se aplica a un suelo, mediante una cimentación, para producir una falla en el subsuelo por resistencia al esfuerzo cortante. Es necesario asegurar el mecanismo de todas las fallas controlándolo mediante el FS.

2.3.5. Cimentación Superficial

(Browles, 1981) Es un diseño estructural que se sitúa en las capas superficiales del suelo, el cual cumple al satisfacer los parámetros permitidos de la capacidad portante o al trabajar en construcciones de importancia secundaria y relativamente livianas.

2.3.6. Suelo de fundación

(Browles, 1981) Denominado suelo de fundación a la capa de suelo a la estructura del pavimento, preparada y compactada como fundación para el pavimento o estructura.

2.3.7. Vida útil

(Alva, 2012) Es la duración estimada que un objeto puede tener, cumpliendo correctamente con la función para el cual ha sido creado.

2.3.8. Zapatas aisladas

(Alva, 2012) Es un tipo de Cimentación Superficial que la base de todos los elementos estructurales puntuales de un diseño constructivo, considerado como pilares; es así modo que la cimentación comúnmente llamado zapata, amplía el área en el que se puede apoyar hasta lograr que el suelo soporte la carga que le transmite las demás estructuras.

2.3.9. Zapatas conectadas

(Alva, 2012) Este tipo de zapatas tiene como característica principal la unión mediante vigas de cimentación, las cuales brindan mayor rigidez y soporte a las columnas y muros portantes.

CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

La presente investigación es del tipo exploratorio, dado que provee una referencia general de las características de un área de interés que no ha sido profundizada y que es desconocida ante la población.

La presente investigación tiene como diseño de campo y laboratorio, todo el desarrollo para los resultados se obtendrá por el estudio y cálculo de las muestras tomadas de nuestra variable dependiente.

3.2. Población y/o muestra de estudio

3.2.1. Población

La población es el conjunto de todas las unidades de análisis que están dentro del mismo ámbito donde se desarrolla el trabajo de investigación. Para esta investigación la población será toda la asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva – sector ocho del distrito de Ciudad Nueva.

3.2.2. Muestra

La muestra se considera un fragmento representativo de la población. Esta se caracteriza por ser objetiva. En este caso será elegida de manera intencional y apegándonos a la normativa para la cantidad de calicatas determinadas dentro del área específica que se tomará.

3.2.3. Ubicación y Extensión de la Zona de Estudio

La zona de estudio Asociación de Héroes de Alto Ciudad Nueva – Sector 8 se encuentra ubicada en el distrito de Ciudad Nueva – Tacna.

Los límites de la Asociación de Héroes de Alto Ciudad Nueva – Sector 8 se dan de la siguiente manera:

Límites:

Por el Norte	:	Distrito de Calana.
Por el Este	:	Distrito de Alto de la Alianza.
Por el Sur	:	Distrito de Pocollay y Alto Bolognesi.
Por el Oeste	:	Distrito de Pocollay.

Área:

Área total del terreno : 75,7061 ha. o 757,060.74 m^2

Perímetro:

Perímetro del terreno : 4,237.98 ml

3.3. Operacionalización de variables

Variable	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Método
Variable dependiente: Gnoseología del suelo	Es el estudio de los métodos para el conocimiento del suelo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ N° de calicatas ▪ N° de calicatas ▪ N° de calicatas ▪ N° de calicatas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exploración ▪ Ensayos Básicos ▪ Ensayos Especiales ▪ Resultados 	Descriptivo y explicativo
Variable independiente: Cimentaciones Superficiales	Es un diseño estructural que sitúa las capas superficiales del suelo, el cual cumple al satisfacer los parámetros permitidos de la capacidad portante	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo de ensayos ▪ Cálculo de ensayos ▪ Cálculo de ensayos ▪ Cálculo de ensayos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad de carga ▪ Factores de carga ▪ Parámetros de resistencia ▪ Cálculo de cimentaciones 	Descriptivo y explicativo

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.4.1. Procedimientos

La recolección de datos para realización de la presente investigación se iniciará con visitas a los profesionales involucrados en el campo urbanístico de la zona, es decir a la municipalidad con el fin de conocer el proceso que ha llevado años atrás. Luego de ello se tendrá visitas en campo donde tendrá dos objetivos; conocer la problemática de los pobladores y recolectar datos mediante calicatas que es la clave para resolver nuestro problema, siguiendo de ello se realizará un análisis documental, para finalmente procesar la información y obtener resultados.

3.4.2. Técnicas de recolección de datos

Se utilizará la exploración en campo del sector determinado, dialogo con los pobladores y el análisis documental, además también investigación bibliográfica.

3.4.3. Instrumentos para la recolección de datos

Se utilizará fichas recolectoras de datos y muestras del suelo de fundación para sus respectivos ensayos.

Así como los materiales e instrumentos irán de acuerdo a lo más conveniente que se vea en consecuencia al proceso de la presente investigación. En este caso usaremos:

Para el trabajo exploratorio (muestras de calicatas):

- Palas
- Yeso
- Sacos (traslado de material)

Para el desarrollo de las muestras (equipos):

- Balanzas
- Cono de arena
- Tamices de diferentes números
- Horno
- Copa de Casagrande
- Reglas
- Entre otros semejantes

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Para poder desarrollar el procesamiento y análisis de datos de la presente investigación se utilizó lo siguiente:

3.5.1. Por ensayos de campo

- Ensayo de densidad in situ
- Perfil estratigráfico

3.5.2. Por ensayos en laboratorio

- Ensayo de contenido de humedad
- Ensayo Límites de Atterberg
- Ensayo de análisis granulométrico
- Ensayo de corte directo
- Análisis químico de sales

3.5.3. Por análisis de datos para obtención de resultados del diseño de cimentaciones superficiales

- Cálculos manuales

3.5.3.1. Por ensayos de campo

a) Ensayo de densidad in situ

- **Objetivo**

Determinar la densidad in situ del estrato obtenido de la calicata correspondiente conociendo su cantidad de peso por unidad de volumen.

- **Materiales y equipos utilizados**

- Cincel
- Cucharón
- Agua potable
- Balde
- Balanza analítica de 30 kg.
- Plato de cono de densidad
- Comba
- Bolsas plásticas
- Brocha

- **Procedimiento**

Mediante el método de cono de arena, primero se selecciona el área donde se efectuará el ensayo, de inmediatamente se calibra el equipo, se nivela el suelo compactado y se retira el material suelto.

Se coloca una placa y se retira parte del material mediante un cincel, como referencia el agujero interior de la placa, a una profundidad de 15 cm. Todo el material retirado se deposita en una bolsa plástica y se pesa.

Para determinar el volumen del hoyo, se determina el peso inicial del frasco con la arena calibrada. Después de ello se invierte y se coloca sobre la placa, la cual está colocada en la parte superior del agujero; se abre la llave del cono y se da paso a la arena. Cuando el agujero y el cono están llenos de arena, se cierra la llave y se procede a determinar el peso final del frasco y la arena contenida en él. Por la diferencia de los pesos de los recipientes más la arena inicial y del recipiente más la arena final, obtenemos el peso de la arena contenida en el agujero y el cono. A este valor le restamos el peso de la arena que cabe en el cono, obteniendo de esta forma el peso de la arena contenida en el agujero. El peso de la arena entre su densidad, nos da el volumen del agujero.

b) Perfil estratigráfico

- Objetivo

Obtener un perfil estratigráfico conociendo, analizando e identificando la característica del suelo según los estratos y la profundidad.

- Materiales y equipos utilizados

- Pala
- Pico
- Barreta
- Balde
- Combo

- Cinta de seguridad

- Procedimiento

Se realiza reconocimiento previo del lugar de trabajo, se limita el área a excavar con ayuda de cinta métrica, con una pala y pico posteriormente se inició con la elaboración de la calicata que es la que ayuda para poder determinar las características físicas del suelo, y el tipo de suelo al que corresponde. Al terminar la excavación con la profundidad establecida se puede verificar y clasificar el suelo.

Figura 5

*Vista de la calicata con el perfil
estratigráfico real*



3.5.3.2. Por ensayos en laboratorio

a) Contenido de Humedad

- Objetivo

Determinar el contenido de humedad de las calicatas donde dicho resultado es expresado en (%).

- Materiales y equipos utilizados

- Materiales resistentes a la corrosión
- Balanza electrónica
- Horno de secado

- Procedimiento

Considerar, conservar y transportar las muestras en bolsas plásticas herméticas a temperatura ambiente de 20°C y en un lugar que no esté expuesto al sol. Es necesario pesar las taras, depositar cada muestra húmeda depositada en sus respectivas taras y se anotará los pesos brindados por la balanza. Todas las muestras las colocaremos dentro del horno a una temperatura de 105° a 110° C, en un tiempo aproximado no menor a 12 horas. Al haber pasado el tiempo determinado, se procede a retirar los recipientes y pesarlos.

Figura 6

Realización del Ensayo del contenido de humedad

**b) Límites de Atterberg****- Objetivo**

Determinar el contenido de humedad de un suelo para evaluar su consistencia en los ensayos de Límite líquido, Límite plástico e índice de plasticidad.

- Materiales y equipos utilizados

- Cuchara de Casagrande
- Ranurador
- Recipientes o taras

- Tamiz N°40
- Balanza analítica
- Horno con termostato
- Cápsula de porcelana
- Herramientas y accesorios: espátula, brochas, etc.
- Frasco lavador con agua

- Procedimiento

Se requiere secar las muestras al aire libre para no alterarla, tamizar por la malla N°40, independientemente en un recipiente se agrega agua hasta formar una masa pastosa con ligero brillo. Calibrar la altura de la cuchara de Casagrande a 1 cm., llenar la copa con la mezcla homogénea del suelo con agua, mediante el uso de la espátula trapezoidal, se hace una incisión en el centro de la masa recta que separe la masa del suelo en 2 partes. Se inicia el contador del aparato en cero, y girando la manivela deje de golpear, de 20 a 25 golpes o veces, se hace rotar la manivela a una velocidad constante de 2 golpes por segundo.

Figura 7

Límites de Atterberg

**c) Ensayo de análisis granulométrico****- Objetivo**

Determinar en forma gráfica y cuantitativa la distribución de tamaños de los granos finos y gruesos, de nuestro suelo por medio de la granulometría del estrato de la calicata.

- Materiales y equipos utilizados

- Recipientes
- Balanza electrónica

- Horno de termostato
- Cocina eléctrica
- Tamices estandarizados (3", 2½", 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", ¼", N°4, N°8, N°10, N°16, N°20, N°30, N°40, N°50, N°60, N°80, N°100, N°200 y fondo)
- Brocha
- Guantes

- Procedimiento

Las muestras ya fueron cuarteadas y secadas hasta que perdieron su humedad natural. Se pesa la muestra en un recipiente con una cantidad de 2 a 3 kg. Se procede a lavar la muestra sobre el tamiz N°200, se anota el peso de la muestra después del secado. Se ordena el juego de tamices en forma descendente hasta el fondo se procedió a depositar todo el material dentro de los tamices. Después de ello se tamiza alrededor de 15 min sobre un cojín, de manera uniforme: en círculo, para adelante y atrás, y de derecha a izquierda. Al acabar el proceso de tamizado, se procede a los pesos de cada tamiz que retuvo las muestras.

Figura 8

Ensayo de análisis de granulometría

**Figura 9**

Ensayo de corte directo



Figura 10

*Toma de datos del ensayo de corte
directo*



CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Descripción del trabajo en campo

Para poder llevar a efecto los estudios preliminares, se realizaron visitas a la zona de estudio, percibiendo el área y determinando sus condiciones, estados y características en la que se encuentran las edificaciones, se tomaron evidencias fotográficas y registro de las condiciones del suelo.

La metodología usada ha sido de exploración directa mediante calicatas de 3 metros de profundidad, se realizarán ensayos in-situ y también los tipos de muestra extraídos, es alterado para los ensayos estándares e inalterado para los ensayos especiales, en este caso de corte directo, obtenidos y transportados en bloques para mantener las propiedades mecánicas y físicas del suelo en su estado natural.

En las visitas realizadas, se determinó los puntos donde se tomarían las calicatas, por el área que engloba la Asociación Señor de Huanca del Sector 8.

Figura 11

Ubicación de las calicatas



Nota: Adaptado de Google Maps

Se inicia el estudio de suelos necesariamente ejecutando un programa de exploración in situ del área de estudio.

4.2. Diseño de la presentación de los resultados

Para la obtención de los resultados se han realizado una serie de estudios o ensayos de laboratorio, determinándose las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

4.2.1. Estudios de Geotecnia

Se realizó el estudio de 04 calicatas, con una profundidad promedio de 3.00 m. entre los ensayos que se adjuntan en anexos son:

- Perfil estratigráfico
- Contenido de humedad
- Densidad In situ
- Granulometría
- Limite líquido
- limite plástico
- Ensayo de corte directo
- Sales cloruros y sulfatos

Para la descripción de los trabajos de campo y laboratorio tomaremos como referencia los datos de la calicata 3, mientras q los resultados lo indicamos en un cuadro resumen.

4.2.2. Perfil estratigráfico

Con relación a la estratigrafía de la zona esta presenta una similitud o una característica uniforme, los suelos de la zona según estudios realizados por INDECI-PNUD PER/02/051, en su proyecto titulado Ciudades Sostenibles del año 2004, los suelos se encuentran conformados por una roca volcánica de característica buenas Ignimbrita, indica a su vez que son suelos de malas características geotécnicas con capacidades portantes bajas, indica también que en la actualidad el suelo se encuentra ubicada sobre depósitos de Ceniza Volcánica (SM-1), sobre depósitos dilúviales (SM-2), sobre depósitos de relleno o antropogénicos (R) y sobre depósitos aluviales (SM-2).

El perfil estratigráfico de la calicata 03 se muestra en la siguiente imagen.

Figura 12

Perfil estratigráfico calicata 03

CALICATA N° 03									
PERFORACION A CIELO ABIERTO	CLASIFICACION		SIMBOLOGIA	CLASIFICACION		CONSTANTES FISICAS			% PASA MALLA N° 200
	MUESTRA			AASHTO	SUCS	L.L.	L.P.	I.P.	
0.0 cm									
20 cm									
40 cm									
60 cm									
80 cm									
100 cm									
120 cm									
140 cm	M-01	ARENAS LIMOSAS CON FINOS NO PLÁSTICOS EN ESTADO SEMI DENSO.		A-2-4(0)	SM	16.8	N.P.	N.P.	26.58
160 cm									
180 cm									
200 cm									
220 cm									
240 cm									
260 cm									
280 cm									
300 cm									

Tabla 2

Tipos de suelos en perfil estratigráfico

Calicata	Estrato	Profundidad (m)	Tipo de suelo
C-1	E-01	3,00	SM
C-2	E-02	3,00	SM
C-3	E-03	3,00	SM
C-4	E-04	3,00	SM

4.2.3. Humedad de la Muestra

Se realizó el ensayo de contenido de humedad y se obtuvieron los siguientes resultados. La imagen muestra el formato de cálculo de la calicata 03 y la tabla muestra los resultados de cada calicata.

Tabla 3

Ensayo de humedad natural

CALICATA 03			
DETALLE		MUESTRA N°	
Recipiente N°		1	2
Peso del recipiente	g	0,0	0,0
Peso del recipiente + la muestra húmeda	g	751,2	668,3
Peso del recipiente + la muestra seca	g	736,8	656,1
Peso del Agua	g	14,4	12,2
Peso de la muestra seca neta	g	736,8	656,1
Porcentaje de humedad	%	1,95	1,86
Promedio	%	1,91	

Tabla 4

Resultados de la humedad de las calicatas

Calicata	Contenido de humedad natural (%)
C-1	2,70
C-2	1,66
C-3	1,91
C-4	1,69

Los resultados demuestran una baja humedad, siendo los valores similares o característicos.

4.2.4. Plasticidad

Se realizó el ensayo de plasticidad, determinándose el límite líquido (LL), límite plástico (LP) e Índice de Plasticidad (IP). La imagen siguiente visualiza el formato de cálculo de la calicata 03 y la tabla muestra los resultados de cada calicata.

Figura 13

Ensayo de plasticidad

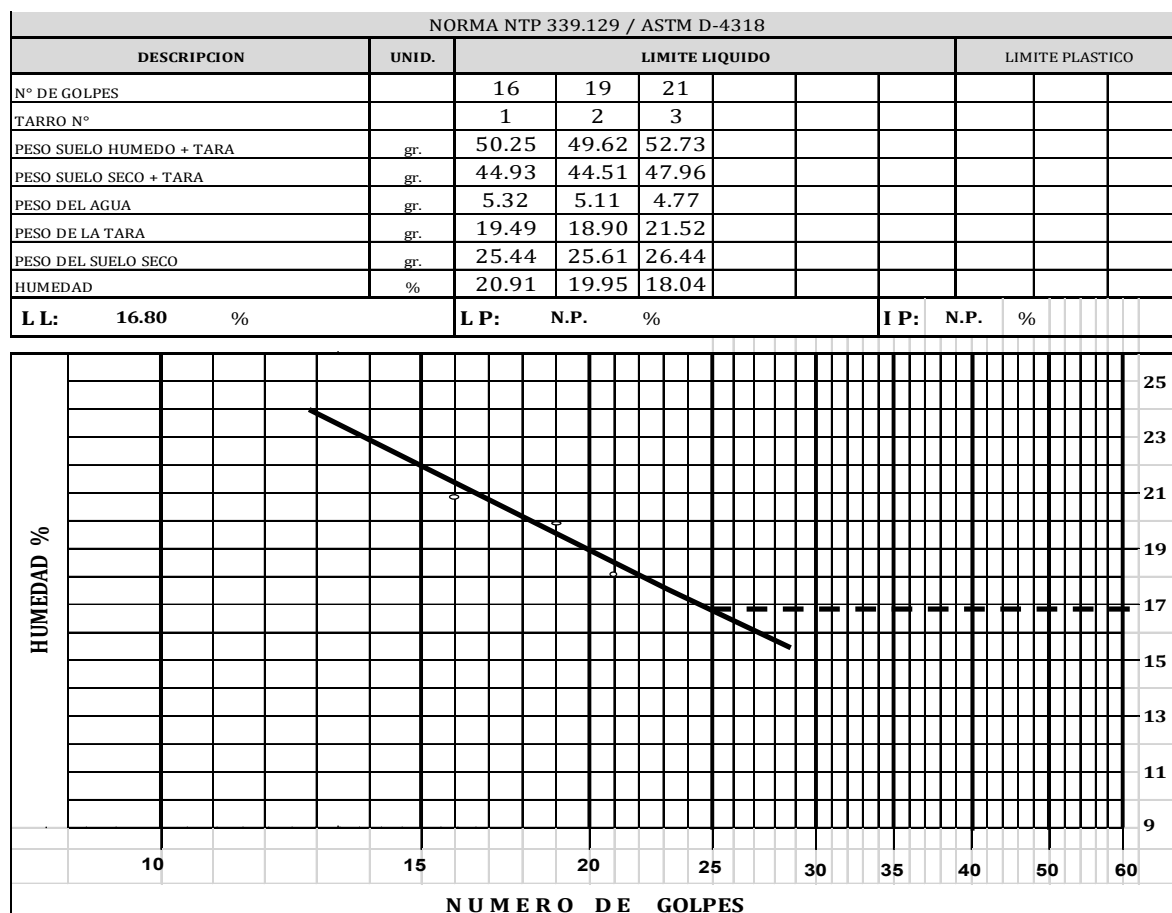


Tabla 5*Resultados de los ensayos de Límite de Atterberg*

Calicata	LP	LL	IP
C-1	N.P.	17,6	N.P.
C-2	N.P.	29,7	N.P.
C-3	N.P.	16,8	N.P.
C-4	N.P.	27,6	N.P.

Los resultados de los ensayos de plasticidad como el límite líquido (LL), límite plástico (LP) e Índice de Plasticidad (IP) son similares, presentando una característica de suelo no plástico.

4.2.5. Granulometría y clasificación de suelos

El ensayo de granulometría se realizó para determinar la clasificación de suelos. La imagen muestra el formato de cálculo del suelo de la calicata 03 y la tabla muestra los resultados de cada calicata.

Figura 14

Ensayo de granulometría

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
NORMA ASTM D422						
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.350					
No4	4.760	2.50	0.30	0.30	99.70	
No8	2.380					
No10	2.000	24.90	2.94	3.24	96.76	
No16	1.190					
No20	0.840	61.20	7.23	10.47	89.53	
No30	0.590	55.70	6.58	17.06	82.94	
No40	0.420	42.90	5.07	22.13	77.87	
No50	0.300	41.80	4.94	27.07	72.93	
No60	0.250					
No80						
No100	0.149	142.50	16.85	43.92	56.08	
No200	0.074	249.60	29.51	73.42	26.58	
BASE		224.80	26.58	100.00	0.00	
TOTAL		845.90	100.00			
% PERDIDA						

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
MUESTRA 01			
Límites de Consistencia :			
LL =	16,8		
LP =	N.P		
IP =	N.P		
D60	0.18	CU	6.6
D30	0.08	CC	1.3
D10	0.03		
% PAS. MALLA 4			73.13
% PAS MALLA 200			26.58
Clasificación S.U.C.S.			
SM			
Clasificación AASHTO			
A-2-4 (0)			
Peso de la Muestra:			
	845.90	gr.	
OBSERVACIONES:			
La muestra consiste de			
Arenas limosas con finos no			
plásticos.			

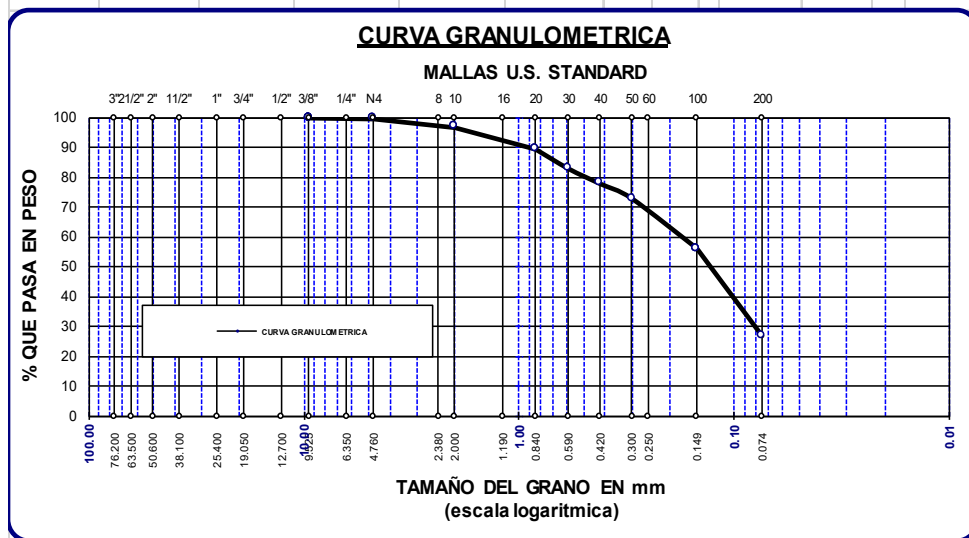


Tabla 6

Resultados de los ensayos según el sistema SUCS y AASHTO

Calicata	Clasificación	
	SUCS	AASHTO
C-1	SM	A-2-4 (0)
C-2	SM	A-2-4 (0)
C-3	SM	A-2-4 (0)
C-4	SM	A-2-4 (0)

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del ensayo de granulometría muestran una clasificación de suelos SUCS similares de suelos areno limosos en todas las calicatas.

4.2.6. Densidad In situ

El ensayo de densidad in situ se realizó en todas las calicatas, se utilizó el método del cono de arena para determinar la densidad natural del suelo. La imagen muestra el formato de cálculo del suelo de la calicata 03 y la tabla muestra los resultados de cada calicata.

Figura 15*Ensayo de densidad in situ*

ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU				
ASTM D 1556 - NTP E -117				
Progresiva		C-01	C-02	C-03
Profundidad	cm.	14.0	14.0	14.0
Lado		Eje	Eje	Eje
Peso de la muestra humeda neta	gr.	2,702	2,801	2,394
Peso de la Arena + frasco	gr.	7,748	7,701	7,672
Peso de la Arena q' queda en frasco	gr.	3,515	3,412	3,684
Peso de la Arena en el embudo	gr.	1,696	1,696	1,696
Peso de la Arena en el hoyo	gr.	2,537	2,593	2,292
Densidad de la Arena	gr/cc.	1.42	1.42	1.42
Volumen del hoyo	cc.	1,786.6	1,826.1	1,614.1
Humedad	%	2.70	1.66	1.91
Densidad Humeda	gr/cc	1.512	1.534	1.483
Densidad Seca	gr/cc	1.473	1.509	1.455

Tabla 7*Resultados de los ensayos de densidad in situ*

Calicata	Densidad In Situ (gr/cm³)
C-1	1,473
C-2	1,509
C-3	1,455
C-4	1,523

Los resultados que demuestran los ensayos de densidad determinan que los valores similares en todas las calicatas analizadas, siendo las densidades de baja compresibilidad.

4.2.7. Ensayo de Corte Directo

El ensayo de corte directo se realizó para determinar los parámetros de resistencia del suelo de estudio, los valores determinados fueron la cohesión y el ángulo de fricción del suelo. La imagen muestra el formato de cálculo del suelo de la calicata 03 y la tabla muestra los resultados de cada calicata.

Figura 16

Datos de espécimen 1

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA			DATOS DE CORTE	
Diametro	(cm.)	6.00	Sobre carga	(gr.) 503.50
Altura	(cm.)	2.00	Peso de Muestra	(gr.) 106.78
Densidad Natural	(gr/cm ³)	1.48	Carga Adicionada	(kg.) 18.00
Area	(cm ²)	36.00	Relación de Carga	0.50
Volumen	(cm ³)	72.00	Carga Normal Total	(kg.) 18.50
Peso	(gr.)	106.78	Velocidad de Carga	(mm/min) 0.138
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.45	Esfuerzo Normal	(kg/cm²) 0.514
CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL			TIPO DE MUESTRA	
P. Suelo Humedo + Tara	(gr.)	108.50	Natural	
P. Suelo Seco + Taca	(gr.)	106.20	Compactado	X
P. de Tara	(gr.)	0.00	Humedad Natural	1.93%
Contenido de Humedad		2.17%	Clasificación (SUCS)	SM

Figura 17*Datos del espécimen 2*

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA			DATOS DE CORTE	
Diametro	(cm.)	6.00	Sobre carga	(gr.) 503.50
Altura	(cm.)	2.00	Peso de Muestra	(gr.) 106.78
Densidad Natural	(gr/cm ³)	1.48	Carga Adicionada	(kg.) 36.00
Area	(cm ²)	36.00	Relación de Carga	1.00
Volumen	(cm ³)	72.00	Carga Normal Total	(kg.) 36.50
Peso	(gr.)	106.78	Velocidad de Carga	(mm/min) 0.138
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.45	Esfuerzo Normal	(kg/cm²) 1.014
CONTENIDO DE HUMEDAD			TIPO DE MUESTRA	
P. Suelo Humedo + Tara	(gr.)	113.70	Natural	
P. Suelo Seco + Taca	(gr.)	111.20	Compactado	X
P. de Tara	(gr.)	0.00	Humedad Natural	1.96%
Contenido de Humedad		2.25%	Clasificación (SUCS)	SM

Figura 18*Datos de espécimen 3*

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA			DATOS DE CORTE	
Diametro	(cm.)	6.00	Sobre carga	(gr.) 503.50
Altura	(cm.)	2.00	Peso de Muestra	(gr.) 106.78
Densidad Humeda	(gr/cm ³)	1.48	Carga Adicionada	(kg.) 54.00
Area	(cm ²)	36.00	Relación de Carga	1.50
Volumen	(cm ³)	72.00	Carga Normal Total	(kg.) 54.50
Peso	(gr.)	106.78	Velocidad de Carga	(mm/min) 0.14
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.45	Esfuerzo Normal	(kg/cm²) 1.51
CONTENIDO DE HUMEDAD			TIPO DE MUESTRA	
P. Suelo Humedo + Tara	(gr.)	121.50	Natural	
P. Suelo Seco + Taca	(gr.)	118.80	Compactado	X
P. de Tara	(gr.)	0.00	Humedad Natural	1.94%
Contenido de Humedad		2.27%	Clasificación (SUCS)	SM

Figura 19

Cálculo del ángulo de fricción y cohesión

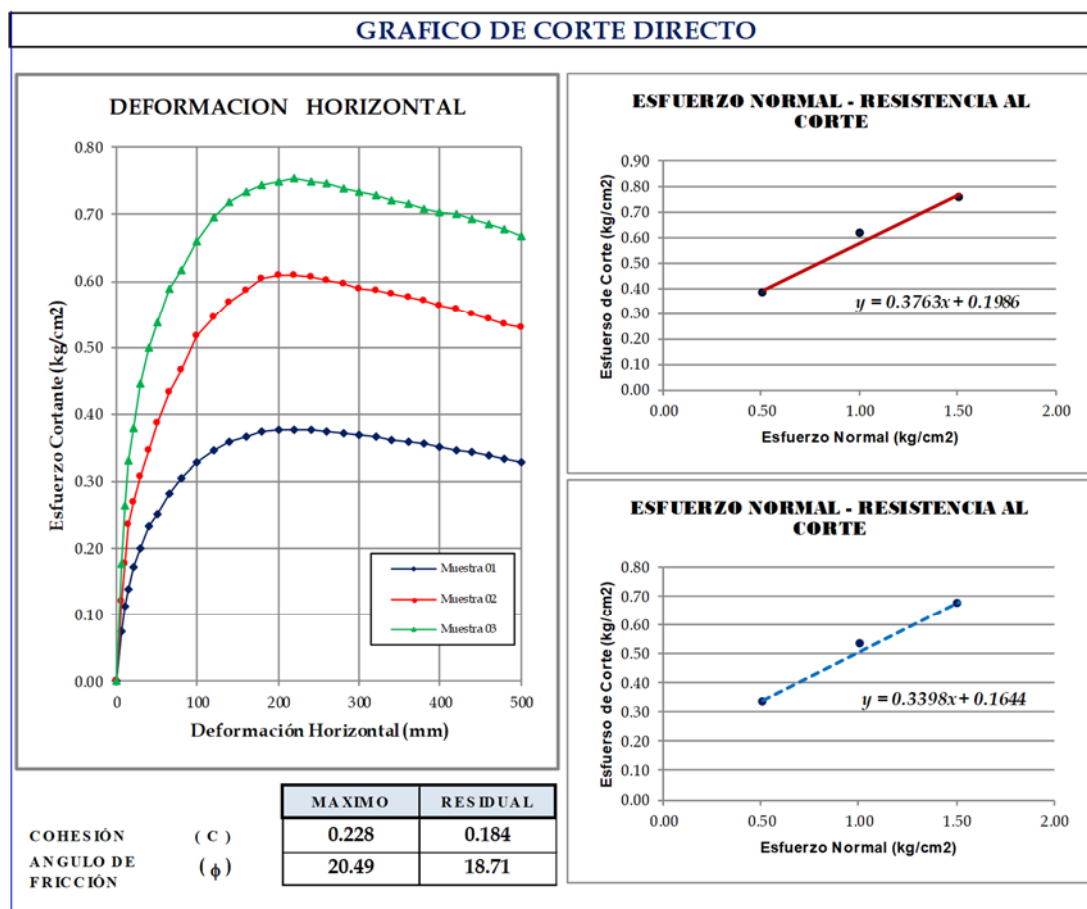


Tabla 8

Resultados de ángulo de fricción

Calicata	Cohesión (kg/cm ²)	Angulo de fricción (°)
C-1	0,000	20,53°
C-2	0,000	20,92°
C-3	0,000	20,49°
C-4	0,000	20,61°

Los resultados obtenidos mediante el ensayo de corte directo muestran valores similares en todas las calicatas analizadas, siendo valores característicos de suelos areno limosos.

4.2.8. Ensayo de Sales

El ensayo de sales se determinó para conocer el contenido de los valores de cloruros y sulfatos. La tabla muestra los resultados de cada calicata.

Tabla 9

Resultados de sales

MUESTRA	SALES		SULFATOS		CLORUROS	
	TOTALES		NTP 339 178 - 2002		NTP 339 178 - 2002	
	%	P.P.M	%	P.P.M	%	P.P.M
CALICATA 01	0,328	3280,00	0,126	1260,00	0,159	1590,00
CALICATA 02	0,365	3650,00	0,155	1550,00	0,184	1840,00
CALICATA 03	0,338	3380,00	0,139	1390,00	0,168	1680,00
CALICATA 04	0,359	3590,00	0,151	1510,00	0,181	1810,00

Los resultados del ensayo de salinidad muestran valores de sulfatos y cloruros ppm similares en todas las calicatas analizadas, siendo valores característicos de suelos areno limosos de la zona de estudio.

4.3. Presentación de los resultados

Para la presentación del valor de la capacidad portante del suelo o carga admisible del suelo, se aplicó los valores que se determinaron mediante los ensayos de laboratorio mostrado líneas arriba, el resultado de la capacidad portante del suelo se ha realizado mediante las técnicas de Terzaghi y por la ecuación general de Meyerhof para cimentaciones superficiales.

4.3.1. Determinación de la capacidad de carga admisible Calicata C-3

Para determinar la capacidad de carga admisible se ha planteado para una zapata cuadrada con distintas profundidades de desplante, como 0,6 m, 1,0 m, 1,5 m y 2,0 m de profundidad, considerando un ancho de 1 m, según la teoría de Terzaghi.

- $\phi = 20,49^\circ$
- $C = 0,0$
- $B = 1 \text{ m } L = 1 \text{ m}$
- $FS = 3$
- $\gamma_d = 1,455 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$

$$q_u = CN_c + qN_q + 0.5\gamma BN_\gamma \quad (\text{Cimentación continua}) \quad (37)$$

$$q_u = 1.3CN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad (\text{Cimentación cuadrada}) \quad (38)$$

a. Cálculo de los factores de capacidad de carga

$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)\tan\phi}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)} \quad (39)$$

$$N_c = \cot\phi \cdot (N_q - 1) \quad (40)$$

$$K_{\rho\gamma} = 3 \cdot \tan^2\left(45 + \frac{\phi + 33}{2}\right) \quad (41)$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{\rho\gamma}}{\cos^2\phi} - 1 \right) \tan\phi \quad (42)$$

Aplicando las expresiones de Terzaghi se determinó los factores de capacidad de carga para un $\phi = 20.49^\circ$

$$N_c = 18,282$$

$$N_q = 7,832$$

$$K_{\rho\gamma} = 27,574$$

$$N_\gamma = 5,685$$

Los factores de capacidad de carga también se pueden hallar mediante la siguiente tabla, interpolando para el ángulo de fricción deseado.

Figura 20Valores de N_c , N_y y N_q

ϕ'	N_c	N_q	N_y^a	ϕ'	N_c	N_q	N_y^a
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.10	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	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	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	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	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	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	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	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	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

Nota: Adaptado de Kumbhojkar (1993)

b. Cálculo de q (carga), en función a distintas profundidades:

$$q = \gamma * Df$$

Para $Df = 0.6$ m

$$q = \gamma * Df$$

$$q = 1.455 * 0.6$$

$$q = 0.87 \text{ Tn/m}^2$$

Para $Df = 1.0$ m

$$q = \gamma * Df$$

$$q = 1.455 * 1.0$$

$$q = 1.46 \text{ Tn/m}^2$$

Para Df = 1.5 m

$$q = \gamma * Df$$

$$q = 1.455 * 1.5$$

$$q = 2.18 \text{ Tn/m}^2$$

para Df = 2.0 m

$$q = \gamma * Df$$

$$q = 1.455 * 2.0$$

$$q = 2.91 \text{ Tn/m}^2$$

- c. Aplicando los valores de N_c , N_q , N_y , así como el valor de q que reemplazamos en la ecuación de terzaghi para una cimentación cuadrada de 1.00m de ancho, determinamos la carga ultima (q_u):

Para Df = 0.6 m

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_y$$

$$q_u = 10.145 \text{ Tn/m}^2$$

Para Df = 1.0 m

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_y$$

$$q_u = 14.703 \text{ Tn/m}^2$$

Para Df = 1.5 m

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_y$$

$$q_u = 20.401 \text{ Tn/m}^2$$

Para Df = 2.0 m

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_y$$

$$q_u = 26.098 \text{ Tn}/m^3$$

d. Considerando un FS = 3 determinamos la capacidad portante del suelo para las distintas profundidades de desplante:

Para Df = 0.6 m

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

$$q_{adm} = 0.338 \text{ Kg}/cm^2$$

Para Df = 1.0 m

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

$$q_{adm} = 0.49 \text{ Kg}/cm^2$$

Para Df = 1.5 m

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

$$q_{adm} = 0.68 \text{ Kg}/cm^2$$

Para Df = 2.0 m

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

$$q_{adm} = 0.87 \text{ Kg}/cm^2$$

Teoría de la ecuación general de Meyerhof

Para hallar la carga ultima (q_u) se usará la ecuación general planteada por Meyerhof. Los datos considerados para una cimentación cuadrada corresponden a la calicata 03, son los siguientes:

➤ $\phi = 20,49^\circ$

- $C = 0,00$
- $B = 1 \text{ m}, L = 1 \text{ m}$
- $FS = 3$
- $\gamma_d = 1,455 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$

La expresión de la ecuación general de Meyerhof es:

$$q_u = cN_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i} \quad (43)$$

a. Cálculo de q_{adm} para $D_f = 0.6 \text{ m}$

Calculo de: N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga:

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

$$N_q = 6,719$$

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

$$N_c = 15,305$$

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

$$N_\gamma = 5,769$$

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

$$F_{cs} = 1 + \frac{B}{L} * \frac{N_q}{N_c}$$

$$F_{cs} = 1,439$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$F_{qs} = 1,374$$

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

$$F_{\gamma s} = 0,600$$

Cálculo de los factores de profundidad:

$$\text{si } \frac{D_f}{B} = \frac{0,6}{1,0} = 0,6 \leq 1$$

Además $\phi = 20,49^\circ > 0$, entonces:

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

$$F_{qd} = 1,189$$

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

$$F_{cd} = 1,240$$

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

Cálculo factores de inclinación:

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ}\right)^2 \quad (44)$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'}\right) \quad (45)$$

Dónde:

$\beta = 0$, ángulo de inclinación de la carga sobre la cimentación respecto a la vertical.

$$F_{ci} = F_{qi} = F_{\gamma i} = 1$$

Calculo el esfuerzo (q):

$$q = D_f Y$$

$$q = 0,87 \text{ Tn/m}^2$$

Calculo carga admisible:

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$q_u = 12,102 \text{ Tn/m}^2$$

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

$$q_{adm} = 0,403 \text{ Kg/cm}^2$$

b. Cálculo de q_{adm} para $Df= 1.0 \text{ m}$

Factores de capacidad de carga N_c , N_q , N_γ :

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

$$N_q = 6,719$$

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

$$N_c = 15,305$$

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

$$N_\gamma = 5,769$$

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

$$F_{cs} = 1 + \frac{B}{L} * \frac{N_q}{N_c}$$

$$F_{cs} = 1,439$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$F_{qs} = 1,374$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0,4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$F_{\gamma s} = 0,600$$

Factores de profundidad:

$$\text{Si } \frac{D_f}{B} = \frac{1}{1.0} = 1 \leq 1$$

Además $\phi = 20.49^\circ > 0$, entonces:

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

$$F_{qd} = 1,316$$

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

$$F_{cd} = 1,4$$

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

Factores de inclinación:

$$F_{ci} = F_{qi} = F_{\gamma i} = 1$$

Calculo el esfuerzo (q):

$$q = D_f \gamma h_1$$

$$q = 1,455 \text{ Tn/m}^2$$

Calculo carga admisible:

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

$$q_u = 20,188 \text{ Tn/m}^2$$

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

$$q_{adm} = 0,673 \text{ Kg/cm}^2$$

c. Cálculo de q_{adm} para $D_f = 1.5 \text{ m}$.

Factores de capacidad de carga N_c, N_q, N_γ :

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

$$N_q = 6.719$$

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

$$N_c = 15.305$$

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

$$N_\gamma = 5,769$$

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

$$F_{cs} = 1 + \frac{B}{L} * \frac{N_q}{N_c}$$

$$F_{cs} = 1,439$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$F_{qs} = 1,374$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0,4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$F_{\gamma s} = 0,600$$

Factores de profundidad:

$$\text{Si } \frac{D_f}{B} > 1$$

Además $\phi = 20,49^\circ > 0$, entonces:

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

$$F_{qd} = 1,310$$

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

$$F_{cd} = 1,393$$

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

Factores de inclinación:

$$F_{ci} = F_{qi} = F_{\gamma i} = 1$$

Cálculo del esfuerzo (q):

$$q = D_f Y$$

$$q = 2,183 \text{ Tn/m}^2$$

Calculo carga admisible:

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

$$q_u = 28.913 \text{ Tn/m}^2$$

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

$$q_{adm} = 0,964 \text{ Kg/cm}^2$$

d. Cálculo de q_{adm} para $D_f = 2.0 \text{ m}$

Factores de capacidad de carga N_c, N_q, N_γ :

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

$$N_q = 6,719$$

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

$$N_c = 15,305$$

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

$$N_\gamma = 5,769$$

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

$$F_{cs} = 1 + \frac{B}{L} * \frac{N_q}{N_c}$$

$$F_{cs} = 1,439$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$F_{qs} = 1,374$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0,4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$F_{\gamma s} = 0,600$$

Factores de profundidad:

$$\text{Si } \frac{D_f}{B} > 1$$

Además $\phi = 20,49^\circ > 0$, entonces:

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

$$F_{qd} = 1,350$$

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

$$F_{cd} = 1,443$$

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

Factores de inclinación:

$$F_{ci} = F_{qi} = F_{yi} = 1$$

Cálculo del esfuerzo (q):

$$q = D_f Y$$

$$q = 2,910 \text{ Tn/m}^2$$

Cálculo de la carga admisible:

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$q_u = 38,766 \text{ Tn/m}^2$$

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

$$q_{adm} = 1,292 \text{ Kg/cm}^2$$

Resumen de los valores de capacidad portante de los dos métodos aplicados para un ancho $B=1$:

Tabla 10

Cuadro comparativo de resultados

H (m)	Método de TERZAGHI	Ecuación general
0,60	0,338 Kg/cm^2	0,403 Kg/cm^2
1,00	0,490 Kg/cm^2	0,673 Kg/cm^2
1,50	0,680 Kg/cm^2	0,964 Kg/cm^2
2,00	0,870 Kg/cm^2	1,292 Kg/cm^2

Resultados de la capacidad de carga portante según la teoría Terzaghi para zapatas cuadradas

Resultados de carga admisible (kg/cm²) de calicata C-1

Tabla 11

Qadm a 0.6 m de profundidad

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg./cm2
0,60	0,80	8,66	0,29
0,60	1,00	9,34	0,31
0,60	1,20	10,02	0,33
0,60	1,40	10,70	0,36
0,60	1,60	11,38	0,38

Tabla 12

C-1 Qadm a 0.8 m de profundidad

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg./cm2
0,80	0,80	10,64	0,35
0,80	1,00	11,32	0,38
0,80	1,20	12,00	0,40
0,80	1,40	12,68	0,42
0,80	1,60	13,36	0,45

Tabla 13*C-1 Qadm a 1.0 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
1,00	0,80	12,62	0,42
1,00	1,00	13,30	0,44
1,00	1,20	13,98	0,47
1,00	1,40	14,66	0,49
1,00	1,60	15,34	0,51

Tabla 14*C-1 Qadm a 1.2 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
1,20	0,80	14,60	0,49
1,20	1,00	15,28	0,51
1,20	1,20	15,96	0,53
1,20	1,40	16,64	0,55
1,20	1,60	17,32	0,58

Tabla 15*C-1 Qadm a 1.5 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
1,50	0,80	17,56	0,59
1,50	1,00	18,24	0,61
1,50	1,20	18,92	0,63
1,50	1,40	19,60	0,65
1,50	1,60	20,28	0,68

Tabla 16*C-1 Qadm a 2.0 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
2,00	0,80	22,51	0,75
2,00	1,00	23,19	0,77
2,00	1,20	23,87	0,80
2,00	1,40	24,55	0,82
2,00	1,60	25,23	0,84

Tabla 17*C-1 Qadm a 2.5 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
2,50	0,80	27,46	0,92
2,50	1,00	28,14	0,94
2,50	1,20	28,82	0,96
2,50	1,40	29,50	0,98
2,50	1,60	30,18	1,01

Tabla 18*C-1 Qadm a 3.0 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
3,00	0,80	32,41	1,08
3,00	1,00	33,09	1,10
3,00	1,20	33,77	1,13
3,00	1,40	34,45	1,15
3,00	1,60	35,13	1,17

Resultados de carga admisible (kg/cm²) de calicata C-2

Tabla 19

C-2 Qadm a 0.6 m de profundidad

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m²	Q(adm) Kg/cm²
0,60	0,80	8,87	0,30
0,60	1,00	9,57	0,32
0,60	1,20	10,26	0,34
0,60	1,40	10,96	0,37
0,60	1,60	11,65	0,39

Tabla 20

C-2 Qadm a 0.8 m de profundidad

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m²	Q(adm) Kg/cm²
0,80	0,80	10,90	0,36
0,80	1,00	11,59	0,39
0,80	1,20	12,29	0,41
0,80	1,40	12,99	0,43
0,80	1,60	13,68	0,46

Tabla 21

C-2 Qadm a 1.0 m de profundidad

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m²	Q(adm) Kg/cm²
1,00	0,80	12,92	0,43
1,00	1,00	13,62	0,45
1,00	1,20	14,32	0,48
1,00	1,40	15,01	0,50
1,00	1,60	15,71	0,52

Tabla 22*C-2 Qadm a 1.2 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
1,20	0,80	14,95	0,50
1,20	1,00	15,65	0,52
1,20	1,20	16,35	0,54
1,20	1,40	17,04	0,57
1,20	1,60	17,74	0,59

Tabla 23*C-2 Qadm a 1.5 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
1,50	0,80	17,99	0,60
1,50	1,00	18,69	0,62
1,50	1,20	19,39	0,65
1,50	1,40	20,08	0,67
1,50	1,60	20,78	0,69

Tabla 24*C-2 Qadm a 2.0 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
2,00	0,80	23,06	0,77
2,00	1,00	23,76	0,79
2,00	1,20	24,46	0,82
2,00	1,40	25,15	0,84
2,00	1,60	25,85	0,86

Tabla 25*C-2 Qadm a 2.5 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
2,50	0,80	28,13	0,94
2,50	1,00	28,83	0,96
2,50	1,20	29,53	0,98
2,50	1,40	30,22	1,01
2,50	1,60	30,92	1,03

Tabla 26*C-2 Qadm a 3.0 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
3,00	0,80	33,20	1,11
3,00	1,00	33,90	1,13
3,00	1,20	34,60	1,15
3,00	1,40	35,29	1,18
3,00	1,60	35,99	1,20

Resultados de carga admisible (kg/cm2) de calicata C-3**Tabla 27***C-3 Qadm a 0.6 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
0,60	0,80	9,48	0,32
0,60	1,00	10,15	0,34
0,60	1,20	10,81	0,36
0,60	1,40	11,47	0,38
0,60	1,60	12,13	0,40

Tabla 28*C-3 Qadm a 0.8 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
0,80	0,80	11,76	0,39
0,80	1,00	12,43	0,41
0,80	1,20	13,09	0,44
0,80	1,40	13,75	0,46
0,80	1,60	14,41	0,48

Tabla 29*C-3 Qadm a 1.0 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
1,00	0,80	14,04	0,47
1,00	1,00	14,70	0,49
1,00	1,20	15,37	0,51
1,00	1,40	16,03	0,53
1,00	1,60	16,69	0,56

Tabla 30*C-3 Qadm a 1.2 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
1,20	0,80	16,32	0,54
1,20	1,00	16,98	0,57
1,20	1,20	17,65	0,59
1,20	1,40	18,31	0,61
1,20	1,60	18,97	0,63

Tabla 31*C-3 Qadm a 1.5 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
1,50	0,80	19,74	0,66
1,50	1,00	20,40	0,68
1,50	1,20	21,06	0,70
1,50	1,40	21,73	0,72
1,50	1,60	22,39	0,75

Tabla 32*C-3 Qadm a 2.0 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
2,00	0,80	25,44	0,85
2,00	1,00	26,10	0,87
2,00	1,20	26,76	0,89
2,00	1,40	27,42	0,91
2,00	1,60	28,08	0,94

Tabla 33*C-3 Qadm a 2.5 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
2,50	0,80	31,14	1,04
2,50	1,00	31,80	1,06
2,50	1,20	32,46	1,08
2,50	1,40	33,12	1,10
2,50	1,60	33,78	1,13

Tabla 34*C-3 Qadm a 3.0 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
3,00	0,80	36,83	1,23
3,00	1,00	37,50	1,25
3,00	1,20	38,16	1,27
3,00	1,40	38,82	1,29
3,00	1,60	39,48	1,32

Resultados de carga admisible de calicata C-4**Tabla 35***C-4 Qadm a 0.6 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
0,60	0,80	8,95	0,30
0,60	1,00	9,65	0,32
0,60	1,20	10,36	0,35
0,60	1,40	11,06	0,37
0,60	1,60	11,76	0,39

Tabla 36*C-4 Qadm a 0.8 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
0,80	0,80	11,76	0,39
0,80	1,00	12,43	0,41
0,80	1,20	13,09	0,44
0,80	1,40	13,75	0,46
0,80	1,60	14,41	0,48

Tabla 37

C-4 Qadm a 1.0 m de profundidad

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
1,00	0,80	14,04	0,47
1,00	1,00	14,70	0,49
1,00	1,20	15,37	0,51
1,00	1,40	16,03	0,53
1,00	1,60	16,69	0,56

Tabla 38

C-4 Qadm a 1.2 m de profundidad

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
1,20	0,80	16,32	0,54
1,20	1,00	16,98	0,57
1,20	1,20	17,65	0,59
1,20	1,40	18,31	0,61
1,20	1,60	18,97	0,63

Tabla 39

C-4 Qadm a 1.5 m de profundidad

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
1,50	0,80	19,74	0,66
1,50	1,00	20,40	0,68
1,50	1,20	21,06	0,70
1,50	1,40	21,73	0,72
1,50	1,60	22,39	0,75

Tabla 40*C-4 Qadm a 2.0 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
2,00	0,80	25,44	0,85
2,00	1,00	26,10	0,87
2,00	1,20	26,76	0,89
2,00	1,40	27,42	0,91
2,00	1,60	28,08	0,94

Tabla 41*C-4 Qadm a 2.5 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
2,50	0,80	31,14	1,04
2,50	1,00	31,80	1,06
2,50	1,20	32,46	1,08
2,50	1,40	33,12	1,10
2,50	1,60	33,78	1,13

Tabla 42*C-4 Qadm a 3.0 m de profundidad*

Df (m)	B (m)	Q(ult) Tn/m2	Q(adm) Kg/cm2
3,00	0,80	36,83	1,23
3,00	1,00	37,50	1,25
3,00	1,20	38,16	1,27
3,00	1,40	38,82	1,29
3,00	1,60	39,48	1,32

CAPITULO V. DISCUSIÓN

5.1. Contexto de área de estudio

Desde la época antes del año 2000, ya empezaba la preocupación con el crecimiento poblacional que rápidamente se extendió por diferentes partes de Tacna, y llegando así hasta los diferentes conos, estando dentro de ellos el distrito de Ciudad Nueva, que por necesidad se incrementó las invasiones y posesiones de terrenos, todos estos con fines para crianza de animales.

Según explica el Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia de Tacna 2015 – 2025, se distribuyó el uso de los suelos para todas las diferentes actividades que se realizan, y se determinó que el uso de suelo Residencial es la que ocupa mayor porcentaje en toda el área de Tacna, teniendo un 25,51 %.

Tabla 43

Porcentaje del uso del suelo en Tacna

Uso de Suelo	Área (ha)	Porcentaje %
Residencial (R)	1,340.19	28,51
Comercial (C)	143.22	3,05
Servicios Públicos Complementarios	158.67	3,38
Usos Especiales (OU)	375.24	7,98
Zona de Recreación Pública (ZRP)	206.24	4,39
Suelo Vacante	720.35	15,33
Zona Agrícola (ZA)	382.83	8,14
Industrial (I)	49.79	1,06
Pre Urbano (PU)	0.23	0,00
Áreas Verdes Adicionales	1.34	0,03
Total de Usos	3,378.10	100,00
Total Vías y Otros	1,322.40	28,13
Total Conglomerado Urbano	4,700.50	100,00

Nota: Adaptado de equipo técnico PAT-PDU 2014-2023

Con el análisis respectivo se puede denotar que si se realizan obras civiles abocados a edificaciones multifamiliares con albañilería armada donde necesariamente se usaron cimentaciones superficiales teniendo como propósito la vivencia permanente en dichas áreas. Estos suelos que han sido zonificados anteriormente solo para uso industrial, vienen a ser transgredidas ya que la población la usa de forma residencial. Lo que por estudio en campo se pudo determinar que actualmente, las edificaciones son construidas sin ningún estudio previo correspondiente y sin permisos o licencias de edificación. Se puede verificar que existen viviendas multifamiliares de hasta 2 niveles, así como también espacios compartidos, como iglesia y sala comunal.

Figura 21

Edificación con más de un nivel de la Asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva



Figura 22

Iglesia de la Asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva.

**Figura 23**

Edificación de la Sala comunal de la Asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva



5.2. Funcionalidad de la propuesta

La gnoseología de los suelos, determinó mediante ensayos que, el tipo de suelo en el que se están realizando la construcción de las diferentes edificaciones son arenas limosas con finos no plásticos, lo que concluye que, por tener escasa plasticidad y un material poco cohesivo, presenta contrariedades al momento de realizar construcciones, que necesariamente tendrán sistemas de cimentaciones especiales.

Conocer todas las características del suelo, como sus propiedades físicas y mecánicas son necesarias, ya que para realizar un correcto dimensionamiento de las cimentaciones superficiales que se construirán es vital el tener en conocimiento todas sus propiedades. Es así que se determinó mediante ensayos estándares y ensayos especiales la siguiente información.

Tabla 44

Propiedades físico - mecánicas

Calicata	Densidad (g/cc)	Contenido de humedad (%)	LL (%)	LP	IP
C-1	1,473 g/cc	2,70	17,60	NP	NP
C-2	1,509 g/cc	1,66	17,00	NP	NP
C-3	1,455 g/cc	1,91	16,80	NP	NP
C-4	1,523 g/cc	1,69	16,50	NP	NP

Tabla 45*Propiedades en Sales, sulfatos y cloruros*

Muestra	Sales Totales		Sulfatos NTP 339 178 - 2002		Cloruros NTP 339 178 - 2002	
	%	P.P.M	%	P.P.M	%	P.P.M
CALICATA 01	0,328	3280,00	0,126	1260,00	0,159	1590,00
CALICATA 02	0,365	3650,00	0,155	1550,00	0,184	1840,00
CALICATA 03	0,338	3380,00	0,139	1390,00	0,168	1680,00
CALICATA 04	0,359	3590,00	0,151	1510,00	0,181	1810,00

La capacidad portante de los suelos, se consideró un factor de seguridad de 3,00. Para un ancho de la cimentación y profundidad de desplante, dimensiones para zapatas aisladas y cuadradas de B = 1,00 m.

Se analizó la profundidad de desplante, según el perfil estratigráfico, entre 0,60 m a 3,00 m y se obtuvo valores característicos de la capacidad portante del suelo.

La tabla a continuación, muestra las características geotécnicas usadas para calcular la capacidad admisible de la cimentación aislada y cuadrada, por el método de Terzaghi.

Tabla 46*Características del suelo de la Asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva*

Calicata	Corte Directo		SUCS	Densidad		Profundidad Calicata (m)
	Ángulo de fricción	Cohesión (kg/cm ²)		γ (g/cm ³)	Hum (%)	
C-1	20,53	0,169	SM	1,455	2,70	2,00
C-2	20,92	0,175	SM	1,455	1,66	1,50
C-3	20,49	0,228	SM	1,455	1,91	2,00
C-4	20,61	0,174	SM	1,455	1,69	3,00

Con los datos hallados de la tabla 5, se logró obtener los resultados de capacidad portante, que se resume de la siguiente forma.

Tabla 47

Valores de Capacidad admisible

Calicata	B (m)	Df (m)	Q (adm) Kg/cm2
C-1	1,00	1,00	0,50
C-2	1,00	1,00	0,53
C-3	1,00	1,00	0,49
C-4	1,00	1,00	0,52

Los resultados de la capacidad de carga admisible de los suelos en el área de investigación, demuestra que presenta una capacidad portante baja, que es una característica típica de suelos como la arena limosa, que por ello fundamenta que se necesita una profundidad de desplante mayor a las comunes para las cimentaciones superficiales.

CONCLUSIONES

Se realizó e interpretó el conocimiento del suelo de la Asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva – Sector ocho, donde se determinó mediante los ensayos de granulometría, la clasificación de los suelos de acuerdo al Sistema Unificado de clasificación de Suelos (SUCS), el tipo de suelo que se denota como limos arenosos SM, y conforme a las normas AASHTO el tipo de suelo se denota como A-2-4(0). Con contenidos de humedad mínimos, por consecuencia las zapatas no tendrán inconvenientes por nivel freático, así como tampoco por humedad

Se diagnosticó y determinó las siguientes características del suelo por sus propiedades físicas y mecánicas para el correcto diseño de cimentaciones superficiales. Conforme a su textura, presenta granos de arena suelta. Conforme a su estructura esta presenta una estructura de grano simple, sus partículas al ser individuales no tienden a agruparse. Con respecto a su densidad, se determinó que para la calicata 01, cuenta con 1,473 g/cc; la calicata 02, cuenta con 1,509 g/cc; la calicata 03, cuenta con 1,455 g/cc; y la calicata 04, cuenta con 1,523 g/cc. Con respecto a su contenido de humedad, se resolvió que para la calicata 01 tiene un 2,70 % de porcentaje de humedad; para la calicata 02 tiene un 1,66 % de porcentaje de contenido de humedad; para la calicata 03 tiene un 1,91 % de porcentaje de humedad; y para la calicata 04 tiene un 1,69 % de porcentaje de contenido de humedad. A partir de los ensayos geotécnicos, se clasificó al suelo tal como arenas limosas con finos no plásticos en estado semi denso.

Se determinó las características de resistencia del suelo de fundación, mediante los ensayos de corte directo donde se obtuvo como resultado: para la calicata 01, una cohesión máxima de 0,169 Mpa y residual de 0,155 Mpa, con un ángulo de fricción máximo de 20,53° y residual de 18.49°; para la calicata 02, una cohesión máxima de 0,175 Mpa y residual de 0,144 Mpa, con un ángulo de fricción máximo de 20,92° y residual de 19,71°; para la calicata 03, una cohesión máxima de

0,228 Mpa y residual de 0,184 Mpa, con un ángulo de fricción máximo de $20,49^\circ$ y residual de $18,71^\circ$; y para la calicata 04, una cohesión máxima de 0,174 Mpa y residual de 0,161 Mpa, con un ángulo de fricción máximo de $20,61^\circ$ y residual de $18,33^\circ$.

Se definió los valores de capacidad admisible del suelo, para una profundidad de 3,00 m son los siguientes: para la calicata 01, tiene una capacidad de carga admisible de $0,798 \text{ kg/cm}^2$; para la calicata 02, tiene una capacidad de carga admisible de $0,845 \text{ kg/cm}^2$; para la calicata 03, tiene una capacidad de carga admisible de $0,821 \text{ kg/cm}^2$; y para la calicata 03, tiene una capacidad de carga admisible de $0,825 \text{ kg/cm}^2$.

RECOMENDACIONES

Realizar ensayos en el estudio de mecánica de suelos, con la finalidad de determinar las características físico – mecánicas antes de construir una edificación de concreto armado u cualquier obra civil.

A la Municipalidad Distrital de Ciudad nueva, considerar los resultados en los estudios realizados en el Sector ocho, tanto como las características físicas y los valores de la capacidad portante de los suelos de la presente tesis con la finalidad de difundir dicha información y que los pobladores realicen sus construcciones en base a los datos proporcionados.

A los poseionarios de la Asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva – Sector ocho, considerar la capacidad portante determinada, así como, el diseño propuesto para las cimentaciones superficiales, recalcando que su propósito final es garantizar la vida útil de dicha asociación.

Ampliar la información de la presente tesis realizando Sondeos Eléctricos Verticales, con el objeto de lograr resultados con mayor precisión con respecto a las características del terreno en su profundidad. Así como también, realizar ensayos sismo resistentes para la construcción de viviendas multifamiliares, donde se incluya factor de seguridad, capacidades de carga y resistencia cortante.

El empadronamiento y evaluación de todo el Sector Ocho del Distrito de Ciudad Nueva, con la finalidad de conocer la situación actual de las condiciones de las viviendas multifamiliares y de esta forma enfocarse en las consecuencias que desencadenarían si no se realiza un buen estudio de mecánica de suelos y un correcto diseño de cimentaciones.

Se recomienda extender la presente investigación considerando otro tipo de fallas, como, por ejemplo, los causados por asentamientos, ya que es necesario conocerlos y aplicarlos para la construcción de viviendas en esa zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva Hurtado , J. E. (2012). *Diseño de Cimentaciones*. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- ASTM, D.-9. (2000). *Standard Test Method for Liquid Limit, and Plasticity Index of Soil*. Estados Unidos : ASTM.
- Baquerizo Condori, C. D. (2015). *Estudio Geotécnico de Suelos para la Construcción del Complejo Deportivo Piuray Pampa, distrito de Chincheros Urubamba - Cusco*. Lima.
- Botía Díaz , W. Á. (2015). *Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos y Memoria de Cálculo* . Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Browles, J. E. (1981). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. Mexico D.F. : McGraw-Hill.
- Cabrera Olivera, F. C. (2018). *Riesgo Geotécnico de las Asociaciones de Vivienda Sol Naciente y Dos de Febrero, Ciudad Nueva - Tacna*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Castillo Castillo, M. F. (2017). *Estudio de zonificación en base a la Determinación de la Capacidad Portante del Suelo en las Cimentaciones de las Viviendas del Casco Urbano de la Parroquia la Matriz del Cantón Patate provincia de Tungurahua*. Ambato.
- Chapilliquen Celis, V. R. (2017). *Caracterización Geotécnica del Suelo y Roca para el Diseño de Pozas Sedimentadoras en la Zona de Ciénega Norte - Tantahuatay, Cajamarca*. Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca.
- Clasificación, A. (24 de Noviembre de 2010). *Acerca de nosotros: Wikivia*. Obtenido de Wikivia: http://www.wikivia.org/wikivia/index.php/Clasificaci%C3%B3n_ASTM
- Contreras Bustos, L. R. (2011). *Comportamiento Friccionante de Materiales Granulares Gruesos* . Santiago: Universidad de Chile.
- Crespo Villalaz , C. (2004). *Mecánica de suelos y Cimentaciones* . Mexico D.F.: Limusa S.A.
- Das, B. (2001). *Principios de Ingeniería de Cimentaciones*. Mexico: LIMUSA - WILEY.

Delgado Vargas, M. (s.f.). *Ingeniería de Cimentaciones, Fundamentos e Introducción al Análisis Geotécnico*.

Estela Horna, J. R. (06 de 09 de 2017). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare web site:
<https://es.slideshare.net/ronaldestela/densidad-in-situ-cono-de-arena>

Estrella Ruiz, F. (s.f.). *Acercade: Scribd* . Obtenido de Scribd :
<https://es.scribd.com/document/326531420/Ensayo-de-Penetracion-Dinamica-Ligera-DPL-1>

Grisales Simbasica, J. (2014). *Propiedades Físicas y mecánicas de los Suelos*. Meta: Corporación Universitaria del Meta.

Isidro Mamani, A. M., & Cañi Nina, A. F. (2017). *Determinación de las Propiedades Físico - Mecánicas del Suelo de la Zona de Piedra Blanca - Asociación El Centinela, Distrito de Calana, departamento de Tacna*. Tacna.

Maquera Cruz, P. V. (2017). *Isovalores de Capacidad Admisible del Suelo para cimentaciones superficiales en el Sector Siete del Distrito de Alto de la Alianza, Tacna 2017*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.

Municipalidad Distrital de Tacna. (2015). *Plan de Desarrollo urbano de la ciudad de Tacna 2015-2025*. Tacna.

N. E., S., & B. K., M. (1977). *A Short Course in Foundation Engineering*. London: Butterworth.

Polanco Rodriguez, A. (2012). *Manual dev Practicas de Laboratorio de Mecanica de Suelos I*. Chihuahua: Universidad Autonoma de Chihuahua.

R. B. , P. (1962). *Art and Science in Subsurface Engineering*.

Terzagui, K. (1949). *Mecánica teórica de Suelos*. Buenos Aires: ACME agency.

Whitlow, R. (2003). *Fundamentos de Mecanica de Suelos* . Mexico: LIMUSA.

ANEXO MATRIZ DE CONSISTENCIA

“GNOSEOLOGÍA DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES, GARANTIZANDO LA VIDA ÚTIL DE LA ASOCIACIÓN HÉROES DE ALTO CIUDAD NUEVA – SECTOR OCHO, TACNA 2019”.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA
<p>INTERROGANTE PRINCIPAL</p> <p>¿Cómo influye el conocimiento del suelo para la determinación de adecuadas cimentaciones superficiales garantizando la vida útil en la asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva – sector ocho, Tacna 2019?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Interpretar la gnoseología del suelo para la determinación de adecuadas cimentaciones superficiales garantizando la vida útil en la asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva – sector ocho, Tacna 2019.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Con la gnoseología del suelo de fundación se logrará obtener cimentaciones superficiales adecuadas, que garanticen la vida útil de la asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva – sector ocho, Tacna 2019.</p>	<p>1. Variable Independiente (X)</p> <p>X1: Gnoseología del suelo</p> <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exploración - Ensayos Básicos - Ensayos indirectos - Resultados 	<p>Tipo de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exploratorio <p>Diseño de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Campo - Laboratorio <p>Ámbito de estudio</p> <ul style="list-style-type: none"> - Numero de calicatas por área de estudio. <p>Población</p> <ul style="list-style-type: none"> - Área: Asociación Héroes de Alto Ciudad Nueva – sector ocho. <p>Muestra</p> <ul style="list-style-type: none"> - 05 calicatas. <p>Técnica de recolección de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis documental - Muestreo - laboratorio <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Equipos de laboratorio. - Equipo Windows 10 core i7.
<p>INTERROGANTES ESPECIFICAS</p> <p>1. ¿Cómo influye las características del suelo por sus propiedades físicas y mecánicas para cimentaciones superficiales?</p> <p>2. ¿Cómo influye las características de resistencia del suelo para adecuadas cimentaciones superficiales?</p> <p>3. ¿Cómo determinamos el valor de la capacidad admisible del suelo para una adecuada cimentación superficial?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <p>1. Diagnosticar y determinar la caracterización del suelo por sus propiedades físicas y mecánicas para cimentaciones superficiales.</p> <p>2. Determinar las características de resistencia del suelo de fundación para adecuadas cimentaciones superficiales.</p> <p>3. Definir el valor de la capacidad admisible del suelo para una adecuada cimentación superficial.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>1. Realizando los ensayos básicos y ensayos especiales de los suelos, se obtendrá las características geotécnicas.</p> <p>2. Estableciendo mediante ensayos especiales aplicados al suelo de fundación se conoce los parámetros de resistencia del suelo.</p> <p>3. Definiendo el valor de la capacidad admisible del suelo, se permite la construcción de adecuadas cimentaciones superficiales.</p>	<p>2. Variable Dependiente (Y)</p> <p>Y1: Cimentaciones Superficiales</p> <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de carga - Factores de carga - Parámetros de resistencia - Calculo de cimentaciones 	