



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

**Facultad de Ingeniería Civil
Escuela Profesional de Ingeniería Civil**

**Estudio de la capacidad de carga admisible del suelo y diseño de cimentación superficial
del edificio de la Policía Nacional, Distrito San Miguel - Puno, 2022**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autores

**Jose Guillermo Vilca Vilca
Justino Luis Yucra Cruz**

Asesor

M(o). Cesar Augusto Montalban Chininin

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Civil
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Vilca Vilca, Jose Guillermo	70112477	12/09/2024
Yucra Cruz, Justino Luis	77508069	12/09/2024
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
M(o). Montalban Chininin, Cesar Augusto	18021555	0000-0002-1676-9653
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Lic. Hernandez Molina, Segundo Absalon	15589217	0009-0006-1931-671X
Dr. Albitres Infantes, Jhonny Javier	18067237	0000-0001-6217-7344
M(o). Bazan Bautista, Ronnel Edgar	18010195	0000-0003-0349-6462

ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE DEL SUELO Y DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL EDIFICIO DE LA POLICÍA NACIONAL, DISTRITO SAN MIGUEL- PUNO, 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	3%
3	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uancv.edu.pe	

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios y a mi familia. Especialmente a mis padres Pedro y Narcisa, ellos me brindaron apoyo y contención en los momentos difíciles y en los menos complicados. También, agradezco a mi esposa Katheryn y a mis hermanos Reynaldo, Yohel, Pedro y Marco. Gracias por enseñarme a afrontar los desafíos sin perder la calma ni rendirme.

Jose Guillermo Vilca Vilca

DEDICATORIA

Rindo gratitud a Dios por tenerme escoltado y dirigirme durante toda mi carrera, por ser mi fuente de fuerza en las etapas de agotamiento y por concederme una existencia repleta de enseñanzas, experiencias y, especialmente, bienestar.

A mi amada esposa Valentina Flores Gil y a mi hijo Malik Alvaro Yucra Flores, a quienes quiero profundamente. Les agradezco por su infinita paciencia, por estar siempre a mi lado y por darme su amor cada día, lo cual me motiva a alcanzar todas mis metas.

Justino Luis Yucra Cruz

AGRADECIMIENTO

A mi familia:

“Siempre han sido la fuerza que impulsa mis sueños y esperanzas, acompañándome en las noches y días más desafiantes a lo largo de mis horas de estudio. Fueron los mejores guías en mi existencia. Actualmente, al culminar mis estudios, les dedico este logro, queridos papás, como un fin más alcanzado.

Agradezco que sean quienes son y por tener fe en mí”

Jose Guillermo Vilca Vilca

AGRADECIMIENTO

A mi familia:

“Mis tíos(as) Yovana Cruz Cusihuaman, Celia Cruz Cusihuaman, Nilda Cruz Cusihuaman, Wilbert Cruz Cusihuaman y Huilver Cusi Tito . Sin ustedes y sus cualidades, su paciencia y apoyo, no habría podido completar este trabajo. Sus consejos y ánimo siempre fueron de gran ayuda para poder lograr mis objetivos que me he trazado. Gracias por sus orientaciones”

Justino Luis Yucra Cruz

INDICE

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE.....	vii
INDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xvii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	18
1.2. Formulación del problema	20
1.2.1. Problema general	20
1.2.2. Problemas específicos.....	21
1.3. Objetivos de la investigación.....	21
1.3.1. Objetivo general.....	21
1.3.2. Objetivos específicos.	21
1.4. Justificación de la investigación.	22
1.4.1. Justificación teórica.....	22
1.4.2. Justificación práctica.....	22
1.4.3. Justificación metodológica.....	23
1.5. Delimitaciones del estudio.....	23
1.5.1. Delimitación temporal.....	23
1.5.2. Delimitación de espacio.....	23

1.5.3.	Delimitación de alcance.....	24
1.6.	Viabilidad del estudio	25
1.6.1.	Medios económicos.....	25
1.6.2.	Medios tecnológicos.	25
1.6.3.	Permisos. 25	
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO		26
2.1.	Antecedentes de la investigación.....	26
2.1.1.	Investigaciones internacionales.....	26
2.1.2.	Investigaciones Nacionales	29
2.2.	Bases teóricas.....	32
2.3.	Bases Filosóficas:.....	47
2.4.	Definición de términos básicos.....	47
2.5.	Operacionalización de las Variables	50
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		51
3.1.	Diseño metodológico	51
3.1.1.	Tipo de investigación.....	51
3.1.2.	Nivel de investigación.....	51
3.1.3.	Diseño de investigación.	52
3.1.4.	Enfoque de investigación.....	52
3.2.	Población y muestra.....	52
3.2.1.	Población.....	52
3.2.2.	Muestra.. 52	
3.3.	Técnicas de recolección de datos.....	52
3.3.1.	Técnicas de Laboratorio.....	54
3.3.2.	Técnicas de Gabinete	55

3.4.	Técnicas para el procedimiento de la información	57
3.4.1.	Procedimiento de la información y análisis de campo.....	57
3.4.2.	Procedimiento de la información y análisis de laboratorio.....	58
3.4.3.	Características geotécnicas de los suelos	58
3.4.4.	Características mecánicas de capacidad de carga	58
3.4.5.	Procedimiento de la información y análisis de gabinete.....	58
	CAPÍTULO IV: RESULTADOS	60
4.1.	Análisis de resultados.	60
	CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	94
5.1.	Discusión de Resultados	95
	CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	102
6.1.	CONCLUSIONES	102
6.2.	RECOMENDACIONES.....	103
	REFERENCIAS.....	105
7.1.	Fuentes Documentales	105
7.2.	Fuentes bibliográficas	105
7.3.	Fuentes hemerográficas	107
7.4.	Fuentes Electrónicas	107
	ANEXOS	108
	Anexo 1 Matriz de Consistencia.....	108
	Anexo 2 Plano de ubicación	109
	Anexo 3 Fotografía del área de estudio	110
	Anexo 4 Fotografía de los estudios realizados en laboratorio de suelos.	111
	Anexo 4 Memoria de Cálculo de la Capacidad Admisible del Suelo – Calicata N.º 01 ...	113
	Anexo 5 Memoria de Cálculo de la Capacidad Admisible del Suelo – Calicata N.º 02 ...	114

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ubicación del lugar de estudio.</i>	24
Figura 2 <i>Esquema del ensayo de corte directo.</i>	34
Figura 3 <i>Método de terzaghi</i>	37
Figura 4 <i>Mecanismo de falla de Meyerhof</i>	38
Figura 5 <i>Colocación de la probeta en el horno para realizar el secado.</i>	61
Figura 6 <i>Ensayo de límite de atterberg</i>	62
Figura 7 <i>Ensayo de granulometría</i>	62
Figura 8 <i>Planta Típica 1° y 2° nivel, sistema estructural dual modelado en ETABS</i>	71
Figura 9 <i>Planta típica 1°, 2° y 3° nivel sistema estructural dual modelado en ETABS.</i>	72
Figura 10 <i>Planta típica 1°, 2°, 3° y 4° nivel sistema estructural dual modelado en ETABS.</i>	72
Figura 11 <i>Modelamiento y metrado de cargas estimado en ETABS para una edificación del sistema estructural de dos pisos.</i>	74
Figura 12 <i>Modelamiento y metrado de cargas estimado en ETABS para una edificación del sistema estructural de tres pisos.</i>	74
Figura 13 <i>Modelamiento y metrado de cargas estimado en ETABS para una edificación del sistema estructural de cuatro pisos.</i>	75
Figura 14 <i>Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas aisladas.</i>	77
Figura 15 <i>Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.</i>	78
Figura 16 <i>Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación</i>	78
Figura 17 <i>Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas combinadas.</i>	79
Figura 18 <i>Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.</i>	80
Figura 19 <i>Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación</i>	80

Figura 20 Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas emparrillado de cimentación.....	81
Figura 21 Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.....	82
Figura 22 Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación	82
Figura 23 Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas aisladas.	83
Figura 24 Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.....	84
Figura 25 Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación.	84
Figura 26 Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas combinadas.....	85
Figura 27 Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.....	86
Figura 28 Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación	86
Figura 29 Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas emparrillado de cimentación.....	87
Figura 30 Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.....	88
Figura 31 Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación	88
Figura 32 Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas aisladas.	89
Figura 33 Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.....	90
Figura 34 Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación	90
Figura 35 Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas combinadas.....	91
Figura 36 Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.....	92
Figura 37 Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación	92
Figura 38 Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas emparrillado de cimentación.....	93
Figura 39 Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.....	94

Figura 40 Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación.	94
Figura 41 Comparación de las diferentes zapatas aisladas, combinadas y emparrillado de cimentación.	96
Figura 42 Comparación de las diferentes zapatas aisladas, combinadas y emparrillado de cimentación.	98
Figura 43 Comparación de las diferentes zapatas aisladas, combinadas y emparrillado de cimentación.	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Número de Puntos de Exploración</i>	53
Tabla 2 <i>Norma de Referencia</i>	54
Tabla 3 <i>Coordenadas UTM WGS-84</i>	57
Tabla 4 <i>Resultados del ensayo de densidad in situ.</i>	60
Tabla 6 Ensayos de límite de atterberg.	61
Tabla 7 <i>Ensayos según el sistema SUCS.</i>	63
Tabla 8 <i>Resumen de los ensayos de laboratorio.</i>	64
Tabla 9 <i>Datos para determinar la capacidad de carga admisible.</i>	65
Tabla 10 <i>Resultados de la capacidad admisible para cimientos corridos.</i>	65
Tabla 11 <i>Resultados de la capacidad admisible para cimentación cuadradas.</i>	66
Tabla 12 <i>Resultados de la capacidad admisible para cimentación rectangulares.</i>	66
Tabla 13 <i>Datos para determinar la capacidad de carga admisible.</i>	67
Tabla 14 <i>Resultados de la capacidad admisible para cimientos corridos.</i>	67
Tabla 15 <i>Resultados de la capacidad admisible para cimentación cuadradas.</i>	68
Tabla 16 <i>Resultados de la capacidad admisible para cimentación cuadradas.</i>	68
Tabla 17 <i>Resumen de resultados de la capacidad admisible para cimentación cuadrada método Terzaghi.</i>	69
Tabla 18 <i>Valor de cargas permanentes a emplear para el modelado en el software ETABS.</i>	70
Tabla 19 <i>Valor de carga viva o sobre cargas a emplear para el modelado en el software ETABS.</i>	70
Tabla 20 <i>Pesos de entrepiso</i>	74
Tabla 21 <i>Pesos de entrepiso</i>	75

Tabla 22 *Resumen de resultados de la capacidad admisible para cimentación cuadrada método Terzaghi* 76

RESUMEN

Objetivo: Determinar la capacidad de carga admisible del suelo para el diseño de la cimentación superficial del edificio de la Policía Nacional, distrito San Miguel – Puno, 2022.

Metodología: Dado que el enfoque de este estudio es cuantitativo, el diseño del estudio posee las siguientes características: Tipo aplicada, Nivel descriptivo, Diseño no experimental y Enfoque cuantitativo. La población se compuso de la comisaría sectorial San Miguel y su entorno con un área superficial de 2117.35 m². **Resultados:** Para ejecutar el estudio, se procedió inicialmente con la exploración del área de estudio a través de las técnicas de observaciones directas, con el propósito de realizar las excavaciones de 02 calicatas a una hondura de 2.00 m y 1.90 m respectivamente. Luego, los muestreos recopilados en el campo fueron sometidos a ensayos en el recinto de superficies para establecer las patrimonios físico-mecánicas del terreno, asemejar el tipo de superficie y sus medidas de firmeza, con la finalidad de establecer la capacidad de carga necesaria para el diseño apropiado de las cimentaciones. Esto es fundamental para plantear un tipo de cimentaciones de superficie en el área de estudio. Se elaboraron tres propuestas de diseño superficial esgrimiendo el software ETABS v.21 para formar la estructura del edificio y el software SAFE v.21 para comprobar el diseño de las cimentaciones propuestas. Las propuestas incluyen muros portantes de albañilería confinada y sistemas aporricados de 2, 3 y 4 niveles. Conclusiones: Posteriormente se adquirió como derivación que el tipo de superficie de la zona es limo de baja compresibilidad (ML) y posee una capacidad portante aceptable de 2.04 kg/cm² y 1.86 kg/cm², Proponiendo 3 tipos de cimentaciones de superficies (zapata combinada, emparrillado de cimentación y zapata aislada).

Palabras clave: Capacidad de carga admisible, Cimentación Superficial, zapata aislada, Zapata combinada y emparrillado de cimentación.

ABSTRACT

Objective: Determine the admissible load capacity of the soil for the design of the surface foundation of the National Police building, distrito San Miguel – Puno, 2022. **Methodology:** Given that the focus of the study is quantitative, the research design has the following characteristics: applied type, non-experimental designing, descriptive plane and quantitative method. The inhabitants consisted of the San Miguel sectoral police station and its surroundings with a surface area of 2117.35 m². **Results:** To carry out the study, we initially proceeded with the examination of the study area through the technique of direct observations, with the purpose of excavating two pits at a depth of 2.00m and 1.90m respectively. Then, the samples collected in the field were subjected to tests in the surface enclosure to establish the physical-mechanical patrimonies of the terrain, to assimilate the type of surface and its firmness measurements, with the objective of establishing the load capacity necessary for the appropriate design of the foundation. This is fundamental to propose a type of surface foundations in the study area. Three surface design proposals were developed using ETABS v.21 software to form the building structure and SAFE v.21 software to check the pattern of the suggested foundations. The proposals include confined masonry bearing walls and 2, 3 and 4 level portalized systems. **Conclusions:** Subsequently, it was acquired as a result that the surface type of the area is low compressibility silt (ML) and has an acceptable relevance capacity of 2.04 kg/cm² and 1.86 kg/cm², Proposing 3 types of surface foundations (combined footing, foundation grillage and isolated footing).

Keywords: Allowable load capacity, Surface Foundation, isolated footing, Combined footing and foundation grid.

INTRODUCCIÓN

La finalidad de esta tesis es ejecutar un análisis geotécnico para el bosquejo de cimentaciones de superficies en la comisaría PNP sectoriales del distrito de San Miguel, con el fin de proporcionar información técnica para las edificaciones futuras que se planean construir en la zona del análisis. La capacidad de carga aceptable del área superficial hace referencia a la carga máxima que el área superficial puede resistir sin experimentar un asentamiento desorbitado o una falla estructural. Este valor es crucial para el diseño de cimentaciones de superficies para edificios.

Para establecer los patrimonios físico-mecánicas del terreno, la investigación inició con un estudio geotécnico del área del análisis. Diagnosticar el tipo de superficie y sus características de resistencia, luego determinar su capacidad portante y asentamientos permitidos. Basándose en estos hallazgos, se sugiere un tipo de cimentación para diferentes pesos.

Diversos tipos de elementos, incluidas losas de cimentaciones, vigas de cimentación, zapatas aisladas y combinadas, se utilizan en el diseño de cimentaciones de superficies. La capacidad de carga del suelo y las cargas que debe soportar el edificio determinan el tipo de elemento a esgrimir.

El diseño de cimentaciones de superficies debe considerar diversos factores, incluyendo la firmeza a la tracción del concreto y el acero utilizado, la distribución de cargas en la cimentación, las cargas sísmicas y de viento. Por lo tanto, es esencial contar con un equipo de ingenieros especializados en la construcción y diseño de cimentaciones superficiales seguras y eficientes.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La falta de análisis de suelos en áreas adyacentes al proyecto es un problema grave en el distrito de San Miguel de la provincia de San Román. Esta investigación va a ayudar a diseñar cimientos adecuados para futuros edificios al proporcionar una mejor comprensión de los suelos y los tipos de cimientos adecuados.

A nivel internacional, muchas edificaciones planificadas con cimientos poco profundos en Bogotá solicitan algún tipo de estrategia de mejora del suelo a causa de la gran cuantía de arcilla blanda que se encuentra en la zona. Según Freire Tellado y Pérez Valcárcel (2014), la recuperación de superficie se define como “el perfeccionamiento del suelo mediante el aumento de su resistencia o rigidez con el fin de proporcionar un soporte adecuado a la cimentación o estructura del edificio”. Entre las muchas alternativas al mejoramiento del suelo se encuentra la sustitución de suelos naturales con baja capacidad de carga (por ejemplo, arcilla blanda) por materiales granulares importados o fabricados (por ejemplo, fertilizantes o sustratos), que tiene una mayor capacidad de carga y se utiliza ampliamente. Sin embargo, en el diseño de viviendas unifamiliares se pasa por alto el cálculo preciso de estos terraplenes, teniendo en cuenta la necesidad de conocimientos geotécnicos para diseñarlos adecuadamente.

En la ciudad de Tacna, uno de las primordiales problemáticas del distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa es la escases de análisis de superficies en áreas ya densamente habitadas. Esta investigación puede ayudar al desarrollo de un diseño apropiado para la cimentación de viviendas unifamiliares. Cabe señalar que en la Sociedad San Antonio Sector 12, del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa no se realizan análisis de suelos, por lo que se debe realizar un

estudios de capacidad de carga permisible para recomendar una cimentación superficial adecuada. (Angulo & Atencio, 2021).

A nivel local, muchas personas evitan y desconocen los códigos de construcción. Debido a la gran demanda de constructores de bajo costo, estos buscan personas sin capacitación en el campo, como técnicos en construcción, muchos de los cuales solo poseen conocimientos experienciales o ciertas experiencias de trabajos anteriores. En diversas ocasiones, no se le da la correspondiente importancia a los análisis de superficies, quizás por razones económicas, poniendo en peligro toda la infraestructura, incluso cuando esté correctamente diseñado y bien realizado. (Yanapa & Aquire, 2017).

Es muy importante identificar y definir las características del sitio para el diseño y edificación de cualquier plan de ingeniería civil. La caracterización comienza con la resolución de los tipos del sitio mediante un reconocimiento personal y la recopilación de información verbal y/o escrita de una variedad de fuentes disponibles. Esto es especialmente importante si el suelo debe resistir la reacción de suelos problemáticos como las arcillas expansivas. Es necesario observar y desarrollar preguntas que permitan tener una idea más clara del problema específico, por ejemplo, qué tipo de infraestructura e instalaciones están presentes, el comportamiento de las instalaciones existentes, ¿qué hay? ¿Qué factores pueden causar cambios a corto y largo plazo en la humedad del suelo? Hoy en día, la investigación exhaustiva del suelo ha adquirido gran importancia. Muchos países están luchando con el problema de la expansión de la arcilla. El desarrollo urbano ha sacado a la luz este tema, permitiendo que los recursos se dirijan a la investigación en esta área. Esto repercute en las estructuras porque el diseño de los cimientos no toma en cuenta la expansión del terreno, lo que se refleja en diversos movimientos verticales que se presentan principalmente durante la época de lluvias, luego de períodos de sequía prolongada.

La construcción se verá afectada si no se conoce claramente el comportamiento del terreno, lo que en ocasiones obliga a utilizar métodos tradicionales en la construcción como la reparación usando métodos tradicionales como resanes, pero en ocasiones esto repercute negativamente en la economía y por tanto no es recomendable.

Las pruebas de suelo son importantes para establecer la capacidad de carga de los futuros edificios de la Policía Nacional en el distrito de San Miguel de la Provincia de San Román - Juliaca para avalar la seguridad de la construcción y evitar problemas futuros. Las investigaciones a realizar permitirán el diseño adecuado de cimentaciones superficiales adecuadas.

De acuerdo al diagnóstico y los problemas que se presentan al no diseñar las cimentaciones apropiada para un determinado tipo de superficie, muchas personas construyen casas sobre el terreno sin realizar investigaciones previas que aseguren la estabilidad estructural de las casas o proyecto en construcción. Esto se debe a que cada vez más familias se ven obligadas a construir casas sin considerar la capacidad de carga de la superficie, lo que puede provocar daños futuros a la construcción debido al hundimiento y la deformación del suelo.

El siguiente estudio tiene como objetivo proporcionar soluciones para el diseño de cimentaciones de superficies como zapatas combinadas, zapatas corridas, emparrillados de cimentaciones, zapatas aisladas, losas de cimentaciones o optar por mejorar el suelo para fines de cimentación.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la capacidad de carga admisible del suelo para el diseño de la cimentación superficial del edificio de la Policía Nacional en el distrito San Miguel, Puno - 2022?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es capacidad de carga admisible del suelo para el diseño del edificio de dos niveles con zapatas aisladas en el terreno de la Policía Nacional en el Distrito “San Miguel” San Román - Puno?

¿Cuál es la capacidad de carga admisible del suelo para el diseño del edificio de tres niveles con zapata combinada en el terreno de la Policía Nacional en el Distrito “San Miguel” San Román – Puno?

¿Cuál es la capacidad de carga admisible del suelo para el diseño del edificio de cuatro niveles con emparrillado de cimentación en el terreno de la Policía Nacional en el Distrito “San Miguel” San Román – Puno?

1.3.Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general.

Determinar la capacidad de carga admisible del suelo para el diseño de la cimentación superficial del edificio de la Policía Nacional, distrito San Miguel – Puno.

1.3.2. Objetivos específicos.

Determinar la capacidad de carga admisible del suelo para el diseño del edificio de dos niveles con zapata aislada en el terreno de la Policía Nacional en el distrito San Miguel – Puno, 2022

Determinar la capacidad de carga admisible del suelo para el diseño del edificio de tres niveles con zapata combinada en el terreno de la Policía Nacional en el distrito San Miguel - Puno, 2022

Determinar la capacidad de carga admisible del suelo para el diseño del edificio de cuatro niveles con emparrillado de cimentación en el terreno de la Policía Nacional en el distrito San Miguel - Puno, 2022

1.4. Justificación de la investigación.

1.4.1. Justificación teórica.

La finalidad del análisis es recopilar información valiosa para prevenir el rápido deterioro de la base superficial del edificio de la Policía en San Miguel Puno. El presente estudio examinará las propiedades geométricas adecuadas para aplicaciones superficiales y así evitar daños estructurales. Además, se espera que la investigación con fines de cimentación contribuya al desarrollo de conocimientos técnicos sobre los orígenes de fallas organizadas, las particularidades geométricas relevantes de los cimientos superficiales y las propiedades mecánicas y físicas del suelo no nivelado utilizado del edificio de la Policía Nacional en el área del distrito de San Miguel - Puno. Cabe señalar que la actividad más importante de esta investigación para la construcción de la edificación fue el diseño de las cimentaciones de superficie del edificio de la Policía Nacional en el área del San Miguel Puno

1.4.2. Justificación práctica

La finalidad de este análisis es determinar el diseño de cimentaciones poco profundas de cualquier proyecto de construcción. Los cimientos son muy importantes y juegan un papel importante porque soportan la carga de toda la estructura y aseguran el funcionamiento estable del edificio en caso de cualquier evento que pueda causar daños a la estructura. En cualquier estructura el H₂O es un mecanismo que hay que considerar por los daños que puede provocar si no se toman las medidas apropiadas de prevenciones y control durante toda la vida de la estructura. Especialmente en los cimientos, el nivel freático puede reducir la capacidad de carga de la

superficie, aumentando el riesgo de deterioro organizada, acortamiento de la vida útil, daños por colapso y/o costos de reparación o reconstrucción del edificio.

1.4.3. Justificación metodológica.

Este análisis se centra en describir una metodología para determinar el diseño de cimentaciones superficial de cualquier proyecto de edificación. Para ello se utiliza la técnica de seguimiento y observación de resultados del método K. Terzaghi y prueba de carga directa. Además, se utilizan datos como el estudio granulométrico de partículas, los límites de consistencias, la categorización del suelo, las cohesiones, el ángulo de fricción, el factor de seguridad y la capacidad de carga para obtener información valiosa sobre las particularidades del suelo y garantizar la estabilidad estructural de los edificios construidos.

1.5. Delimitaciones del estudio

1.5.1. Delimitación temporal.

En el actual análisis, se adopto un enfoque transversal, comenzando el trabajo de campo en noviembre de 2022 para la recopilación de datos mediante una ficha.

El estudio se realizo de manera transversales en julio de 2023 para su análisis y observación de resultados obtenidos del laboratorio.

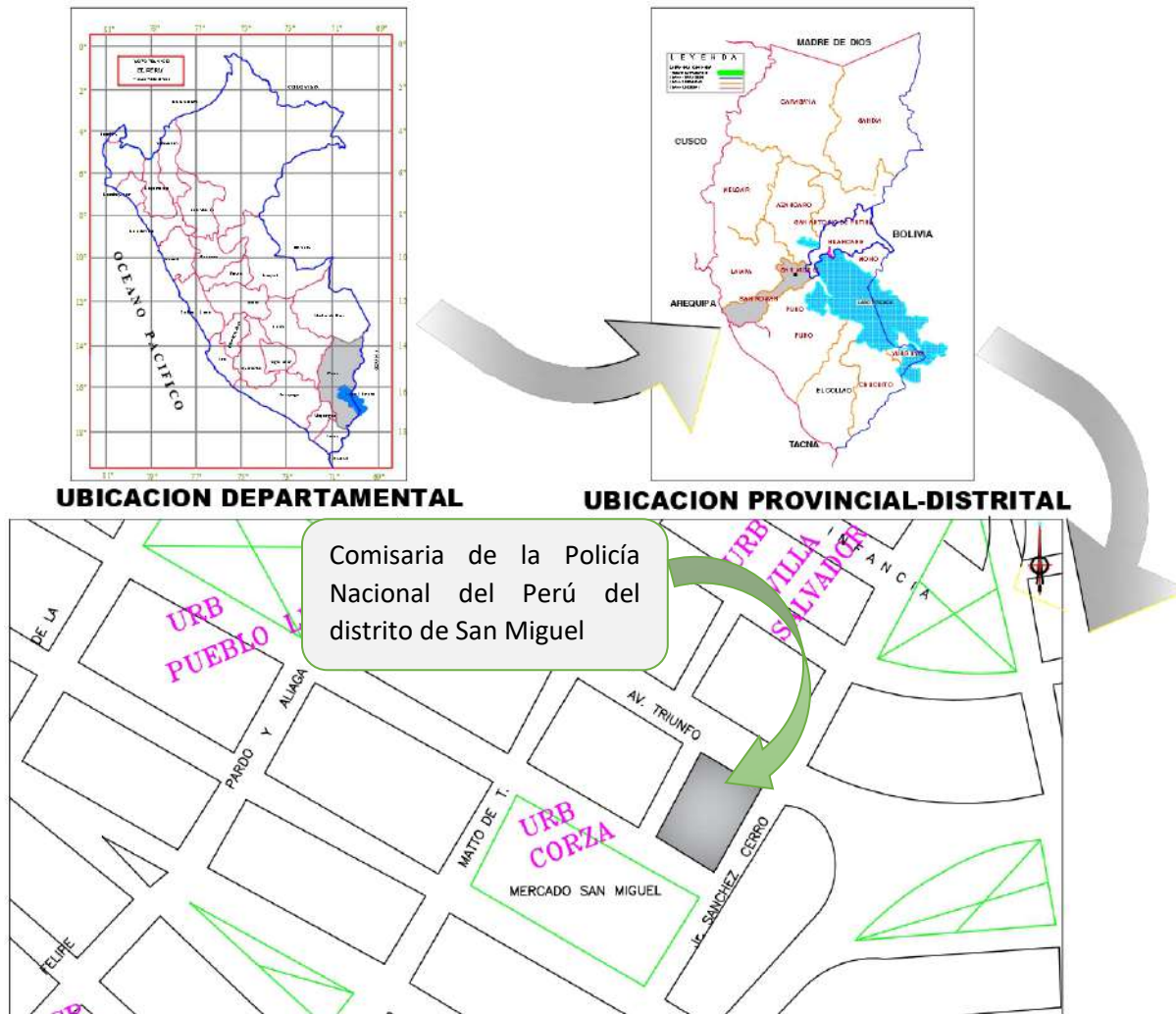
1.5.2. Delimitación de espacio.

Para el actual análisis, se considera la unidad siguiente de análisis:

En la Av. Triunfo con Jr. Sánchez Cerro de la Urb. Corza del distrito de San Miguel, provincia de San Román, departamento Puno ubicado en el mismo punto de encuentro.

Figura 1

Ubicación del lugar de estudio.



Nota: Elaboración propia.

1.5.3. Delimitación de alcance.

En el actual análisis, se consideró la siguiente unidad poblacional:

Estudio de la capacidad de carga aceptable de la superficie y diseño de cimentaciones de superficies del edificio de la Policía Nacional, distrito San Miguel – Puno, 2022.

1.6. Viabilidad del estudio

1.6.1. Medios económicos.

El análisis para el perfeccionamiento incluyó los siguientes mecanismos y es económicamente factible según las inversiones financieras ajustadas:

- Proyecto de tesis (consultoría) costado con medios adecuados.
- Recopilación de datos (equipo de trabajo) costado con medios convenientes.
- Observación y recolección de datos (especialista) costado con medios adecuados.
- Informe de tesis (consultoría) costado con recursos convenientes.

1.6.2. Medios tecnológicos.

A través del estudio, en el curso de observación y recopilación de datos, se dispuso de medios tecnológicos físicos apropiados, como laptops y cámaras fotográficas y para los ensayos en laboratorio se tuvo la participación de un laboratorio de suelos, estos medios tecnológicos no afectan al medio ambiente ya sea por la flora, fauna o recursos hidrológicos y el aire con la finalidad de cumplir con las deferencias éticas.

1.6.3. Permisos.

Para el estudio actual, se tomo en consideración la siguiente unidad estudiada: En la Av. Triunfo con Jr. Sánchez Cerro de la Urb. Corza del distrito de San Miguel, provincia de San Román, departamento Puno ubicado en el mismo punto de encuentro.

La autorización fue otorgada por el ayuntamiento del ayuntamiento distrital de San Miguel, dado que el terreno fue donado por dicha entidad municipal.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales

Delgado y Rivera (2020), presentó su análisis de pregrado en 2020 titulada " El diseño de cimentaciones de superficies para moradas de hasta 3 paralelismos en el barrio Emilio Sarmiento se basa en la propuesta geomecánica de la superficie". La finalidad primordial de la tesis fue proponer en el barrio Emilio Sarmiento concerniente a la parroquia El Valle, se construyan cimentaciones de superficies en función de las particularidades geomecánicas del suelo. Se concluyó lo siguiente en el proyecto mencionado:

- Durante la exploración geotécnica, se extrajeron muestras inalteradas de las cinco pruebas de introducción estándar (SPT). Estas muestras son útiles para determinar los patrimonios mecánicos de la superficie, así como la coherencia y el ángulo de fricción. Como era de esperar, al identificar el tipo de superficie predominante en la zona, se puede ver que los suelos tienden a ser principalmente cohesivos, con ángulos de fricción reducidos e incluso en la mayor parte de los casos próximos a cero. Los datos de cohesión oscilan desde $0,10 \text{ kg/cm}^2$ y $1,10 \text{ kg/cm}^2$, mientras que los valores de ángulo de fricción cambian entre 0 y 25 grados. El peso determinado húmedo de las superficies se encuentra en un rango de $1,79 \text{ gr/cm}^3$ a $1,99 \text{ gr/cm}^3$. Después de determinar los parámetros mecánicos en laboratorio y aplicar fórmulas empíricas como las de Terzaghi, Terzaghi modificado y Skempton, se hacen el cálculo de la capacidad de carga de las superficies vigentes en la zona del análisis. Dado que el suelo predominante son arcillas de alta plasticidad, la capacidad de

carga calculada es relativamente baja, con valores entre 0,50 y 2,84 kg/cm², teniendo en cuenta un componente de protección FS=3.

- Después de ejecutar un ensayo de geofísica sísmica de 300 metros utilizando el método MASW, se estableció que el suelo sísmico es de tipo "D", con velocidades promedio de ondas sísmicas secundarias o de corte (VS30) que varían entre 241 y 276 m/s. Este análisis reveló propiedades elásticas de la superficie, como un coeficiente de Poisson (η) que oscila entre 0,21 y 0,36, un módulo de elasticidad (E) entre 477 y 1143 kg/cm² y un módulo de rigidez (G) entre 190,62 y 471,12 kg/cm², características típicas de arcillas.
- Es importante resaltar los tres factores principales que se consideraron para establecer el tipo de cimentaciones y diseño geotécnico: las propiedades físicas, mecánicas y elásticas del suelo de cimentación, las cargas y características de la estructura, y por último, el aspecto económico. Se optó por utilizar el método de los Estados Límites para el diseño geotécnico de las cimentaciones, lo que implicó revisar tanto el dimensionamiento por estado límite de falla como por estado límite de servicio. La determinación y selección de las cimentaciones más idóneas, tomando en cuenta los aspectos previamente mencionados y especificando que las cargas calculadas corresponden a viviendas de hormigón armado y ladrillo, se detallan de forma más específica en la tabla 89 de este informe. Es fundamental destacar que, aunque el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Oquedad autoriza la edificación de casas de hasta tres pisos en esta área de estudio, los suelos con las particularidades descritas en el "caso 1" de la tabla 65 no son adecuados para viviendas de tres niveles.

Castro (2022), presentó su tesis de pregrado en 2022 titulada " Comparación entre la normativa ecuatoriana de construcciones NEC (2015) y la normativa oficial mexicana (2019) en relación al diseño de cimentaciones". El propósito primordial de la tesis fue determinar cuál de las dos normativas, la NEC (2015) o la Normativa Mexicana (2019), es más idónea para el diseño de cimentaciones, considerando un estudio de suelo realizado en la ciudad de Jipijapa. En el proyecto mencionado se consiguieron las siguientes terminaciones:

- Durante el análisis de la pesquisa recopilada sobre los tipos de suelo en Ecuador y México, se identificaron diversas variedades de suelo. Asimismo, el mapa de zonificación de cada país resultó ser una herramienta muy útil para orientarnos en este proceso.
- Por último, la regulación de diseño más adecuada será aquella que nos permita considerar los avances científicos más recientes, como los establecidos por el Instituto Americano del Concreto, el cual es aplicable en todos los países de América, tanto de habla inglesa como hispana.

Luna (2023), presentó su tesis de pregrado en 2023 titulada " Investigación enfocada en el diseño de cimentaciones de superficies para construcciones con un mínimo de 5 niveles en la ciudad de Guatemala, conforme a la normativa AGIES NSE 2-2018". La meta principal del proyecto fue determinar el componente de seguridades del suelo a partir de las presiones aceptables y la capacidad de soporte de las cimentaciones de superficies de un edificio preexistente con un mínimo de 5 niveles, en contextos de servicio, utilizando pesquisa geotécnica del sitio. Las conclusiones obtenidas en el proyecto mencionado fueron las siguientes:

- Se busca evidenciar la relevancia de la aplicación del estándar AGIES NSE 2-2018 Demandas Estructurales y Condiciones de Sitio, Capítulo 9, en el diseño de cimentaciones, mediante el análisis de un caso práctico de un inmueble preexistente de al menos 5 niveles en la ciudad de Guatemala. Se emplean los lineamientos y se verifica el desempeño de esta estándar, utilizando datos geotécnicos del sitio con un factor de carga (f_c) igual a 3.

2.1.2. Investigaciones Nacionales

Sosa (2020), En el año 2020, defendió su estudio de grado denominado "Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones de superficies en residencias para una sola familia situadas en el área alta del centro poblado de Jancao, distrito de Amarilis, Huánuco 2020". El objetivo principal de esta investigación fue ejecutar un estudio geotécnico aprovechado al diseño de cimentaciones de superficies en moradas para una sola familia situadas en la zona elevada del Centro Poblado de Jancao, distrito de Amarilis, Huánuco. Se arribó a las siguientes terminaciones en el proyecto mencionado:

- El propósito de la investigación fue llevar a cabo un análisis geotécnico utilizado para diseñar fundaciones de superficies en moradas unifamiliares en la región elevada del núcleo urbano de Jancao. La evaluación se llevó a cabo de manera exhaustiva, dando como resultado la elaboración de dos proposiciones de diseño de cimentaciones superficiales para el sitio de investigación. Ambos diseños satisfacen completamente los criterios de diseño establecidos para las cimentaciones superficiales de las viviendas unifamiliares.
- Los resultados derivados de los ensayos de recinto nos consintieron identificar los patrimonios físico-mecánicas de la superficie. Se obtuvo un valor máximo de

2.91% en el ensayo de contenido de humedad en la calicata C-02 y un mínimo de 2.74% en la calicata C-04, tal como se puntualiza en la Gráfica 01. El peso determinado osciló entre 1.509 y 1.576 gr/cm³, según se indica en la Tabla 31. Asimismo, se observó un límite líquido que varía entre 32.86% y 35.80%, un límite plástico de 19.52% a 22.10%, y un índice de flexibilidad entre 13.59% y 14.73%. En cuanto a las medidas de resistencia de la superficie en su estado nativo, se decretó una cohesión de 0.170 a 0.200 Kg/cm² y un ángulo de fricción interna (ϕ) que varía entre 20.15° y 20.05°

- La arena arcillosa (SC), clasificada como un tipo de superficie granular como el SUCS, predominaba en la zona donde se desarrolló la investigación. La homogeneidad de la superficie en el área de estudio puede inferirse a partir del perfil estratigráfico de las 04 calicatas, el cual exhibió una estratigrafía similar, consistente en una mezcla de superficie de grano grueso, arcillas y arenas. No se detectó el nivel freático en ningún de los puntos de estudio. La existencia de arena arcillosa en la región estudiada se atribuye principalmente a la geología aluvial del área.

Cañi Huaricallo G. y Gómez Honori J. (2019), en su investigación titulada "Proposición técnica para cimentaciones de moradas en el área 7 del distrito alto de La Alianza - Tacna - 2018", presentaron en sus terminaciones: Este estudio de investigación aplicada aborda la formulación de una propuesta técnica que busca determinar la capacidad de carga resistente presumida por los factores de seguridad en la Sociedad de Vivienda Alto Santa Cruz, situada en el sector VII del distrito Alto de la Alianza, Tacna. Los resultados derivados admiten plantear una cimentación de superficie, la cual requiere tanto zapatas aisladas como combinadas. Estas alternativas cumplen

con las verificaciones y condiciones necesarias para ser consideradas como cimentaciones adecuadas, seleccionando la capacidad admisible mínima para garantizar una mayor seguridad durante el cálculo o diseño del elemento estructural. Los análisis se elaboraron en el Recinto de Mecánica de Suelos, Hormigón y Pavimentos de la Universidad Privada de Tacna, específicamente en la Facultad de Ingeniería, dentro de la E.P. de Ingeniería Civil. Los resultados indicaron que las superficies consisten principalmente en arenas, caracterizadas por su origen friccionante (SW y SM). El contenido de humedad oscila entre el 0.26 % y el 2.20 %, mientras que la densidad natural del suelo varía entre 1.509 gr/cm^3 y 1.576 gr/cm^3 , en cuanto a las propiedades mecánicas de la superficie en su estado nativo, se observaron valores de cohesión que oscilan entre 0.003 kg/cm^2 y 0.089 kg/cm^2 , mientras que el ángulo de fricción interna (ϕ) varía de 28.37° a 32.53° . Además, se estableció que la capacidad admisible de la superficie para fines de cimentación varía entre 1.33 kg/cm^2 y 2.98 kg/cm^2 a una profundidad de 1.50 m, y entre 1.65 kg/cm^2 y 2.75 kg/cm^2 a una profundidad de 2.00 m. Basándose en las derivaciones de los ensayos ejecutados en la zona de estudio, se aconseja una cimentación superficial mediante zapatas aisladas sobre un suelo con capacidad portante de 1.65 kg/cm^2 . Las dimensiones de las zapatas se determinaron de acuerdo con los requisitos de diseño de la estructura, resultando en medidas de 1.10 x 1.10 m, 0.80 x 1.30 m, 0.80 x 1.20 m, 1.20 x 1.20 m, 1.50 x 1.50 m, y una zapata mezclada de 2.40 x 1.10 m, con aceros de refuerzo de diámetro $\frac{1}{2}$ ".

Atencio y Angulo (2020), en su estudio: "Estudio de la capacidad de carga aceptable para las cimentaciones de superficies en el área del Sector 12 de San Antonio, en el distrito de Gregorio Albarracín, provincia de Tacna, durante el año 2020", Donde el principal problema es en distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa afronta una sucesión de problemas, una de las cuales es la ausencia de investigaciones sobre el suelo en áreas ya habitadas. Estos estudios podrían ayudar a

diseñar cimentaciones adecuadas para viviendas familiares. dentro de sus conclusiones manifiestan:

- Se decretó la capacidad de carga aceptable en la División 12 de la Sociedad San Antonio, dentro del Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa. Estas derivaciones se basan en factores como la hondura de cimentaciones (Df), los coeficientes de capacidad de carga, el ángulo de fricciones, la cohesión, la zona de la base y la densidad nativa del terreno. Se obtuvo una capacidad de carga aceptable con una media de 3.16 kg/cm² para una hondura de cimentación de 1.00 m, 4.23 kg/cm² para una hondura de cimentación de 1.50 m y 5.29 kg/cm² para una hondura de cimentación de 2.00 m.
- Las características físicas del suelo en el División 12 de la Sociedad San Antonio, en el Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, se identifican como valiente mal gradada, con un % de bolonería del 76.66 % y una ausencia de plasticidad. Además, presenta un contenido de humedad inferior al 5 % y una consistencia in-situ con una media de 1.90 gr/cm³. En cuanto a los patrimonios mecánicos, se observa un ángulo de fricciones promedios de 37.62°, calculado esgrimiendo la teoría de Meyerhof mediante las densidades relativas. La cohesión es nula y el módulo de elasticidad es de 10000.00 lb/pulg². Estas características mecánicas y físicas de la superficie resultan inapreciables para el diseño de cimentaciones de superficies.

2.2. Bases teóricas

Clasificación de suelos.

Las tipologías de suelo, según sus características y propiedades, se pueden dividir en grupos y subgrupos para comprender el comportamiento técnico de los suelos. Actualmente, 2 sistemas de codificación de suelos son ampliamente empleados por los ingenieros: AASHTO (Sociedad Estadounidense de funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte) y SUCS (Sistema Unificado de Codificación de Superficies) (Teniente 2016, p. 32).

Sistema de clasificación SUCS

Inicialmente propuesto por A. Casagrande en 1942, el Procedimiento Unificado de Codificación de Superficies fue revisado posteriormente por el Bureau of Reclamation de Estados Unidos y más tarde por la Corporación de Ingenieros.

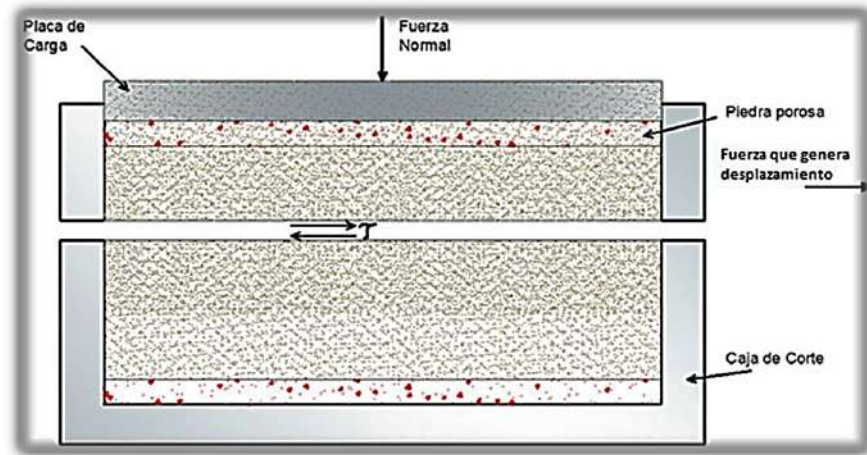
- 1) **Suelos gruesos:** En superficies de grano grueso, la distinción entre grava (G) y arena (S) se realiza de la siguiente manera: si más de la mitad de partículas gruesas se retienen en la malla número 4, el suelo es clasificado como grava (G); de lo contrario, se clasifica como arena (S). Tanto la grava como la arena se subdividen en 4 grupos: (GM, GP, GW, GC) y (SM, SW, SC, SP), proporcionalmente.
- 2) **Suelos finos:** En terrenos finos, el Sistema Unificado de codificación los separa en tres categorías para arcillas y limos con un límite líquido menor al 50%, y en tres categorías para limos y arcillas con un límite líquido mayor al 50%, y una categoría para superficies finos hondamente orgánicos. Si el límite líquido de la superficie es inferior al 50%, indicando una compresibilidad baja o media, se añade el sufijo L a los prefijos M, C y O, Como resultado, se asignan los símbolos ML (limos inorgánicos con compresibilidad baja), CL (arcillas inorgánicas de baja compresibilidad) y OL (limos orgánicos de baja compresibilidad). (Teniente 2016, P. 33).

Corte directo

Este procedimiento posee como finalidad decretar de forma rápida y contigua las medidas de resistencia de la superficie, como el ángulo de fricción (ϕ) y la cohesión (c). El equipo utilizado constituye de una caja de corte fabricada en material metálico, donde se ubica la muestra de suelo. Este cajón está dividida horizontalmente en 2 partes, y la fuerza axial se aplica desde la parte superior del espécimen. La fuerza de corte se genera desplazando una mitad de la caja con referencia a la otra para inducir la falla en la muestra.

Figura 2

Esquema del ensayo de corte directo.



Nota: (DAS, 2001)

Por consiguiente, al llevar esta prueba para cada toma de muestras, se establecen tanto el esfuerzo estándar como el esfuerzo cortante tenaz.

$$\sigma = \sigma' = \text{esfuerzo normal} = \frac{\text{fuerza normal}}{\text{área de la sección transversal del espécimen}} \quad \text{Fórmula 5}$$

$$\sigma = \sigma' = \text{esfuerzo cortante} = \frac{\text{fuerza cortante resistente}}{\text{área de la sección transversal del espécimen}} \quad \text{Fórmula 6}$$

Teniente (2016). A partir de la ecuación siguiente, podemos calcular el ángulo de fricción.

$$\tau_f = \sigma' \tan \phi \quad \dots\dots\dots \text{Fórmula 7}$$

$$\phi \left(\frac{\tau_f}{\sigma'} \right) \quad \dots\dots\dots \text{Fórmula 8}$$

Dónde:

ϕ : ángulo de fricción.

τ_f : esfuerzo cortante.

σ' : esfuerzo normal. (Teniente 2016, P. 34).

Cimentaciones superficiales

Las cimentaciones son unas piezas estructurales con una gran dimensión de sección transversal, con la función de transmitir la carga del inmueble a una hondura comparativamente pequeña, inferiores a 4 m menos que el nivel natural del suelo o sótano. En cimentaciones poco profundas, la fuerza de reacciones de la superficie nivela la fuerza dada por la distribución. Esta respuesta de potencias sin una distribución específica ocurre en la interfaz entre la superficie y la parte de la base estructural que está en empalme con él. La cimentación superficial, sistemas provechosos que universalmente no muestran complicaciones significativas, pueden clasificarse en una variedad de tipos según su propósito: cimentaciones aisladas, cimentaciones combinadas, cimentaciones corridas o cimentaciones de plateas. En términos de diseño, la base de aislamiento, ya sea concéntrica, intermedia o de esquina, se distingue por su función en el soporte y el traspaso de carga a la superficie de fundación. (Teniente 2016, P. 35).

Capacidad de carga en cimentaciones superficiales.

- a) La carga útil se puede definir como la fuerza aplicada sobre una determinada área debajo de la base estructural donde ocurre el fallo por corte, lo que significa que es la máxima presiones unitarias que la superficie puede resistir sin alcanzar un estado de corte. Cuando el terreno está sometido a una carga, su superficie está sujeta a asentamiento, el asentamiento se puede expresar gráficamente dependiendo de la carga específica o presión promedio. Los perjuicios a los cimientos ocasionan un significativo hundimiento, inclinación y desplazamiento lateral de la estructura. Como la estructura y las características del suelo, los perjuicios pueden manifestarse de 3 formas distintas:
- b) **Por rotura general:** Se forma una grieta perpetua en la superficie, que se origina en la base de la cimentación y se propaga en una dirección específica a lo largo de una distancia determinada. Este tipo de fractura es común en suelos de arena compacta y arcilla blanda bajo cargas vertiginosas sin desagüe adecuado.
- c) **Por punzonamiento:** La base se desploma, provocando un corte en el suelo y en el hormigón de la cimentación en su borde con un movimiento predominantemente vertical, que teóricamente este actúa formando un ángulo de 45° .
- d) **Por rotura local:** El suelo se torna plástico en las esquinas y debajo de la base de la zapata de cimentación, sin que se formen grietas continuas hasta el área. Este fenómeno es característico de limos suaves, arcillas y arenas medianamente sueltas. (Teniente 2016, P. 36).

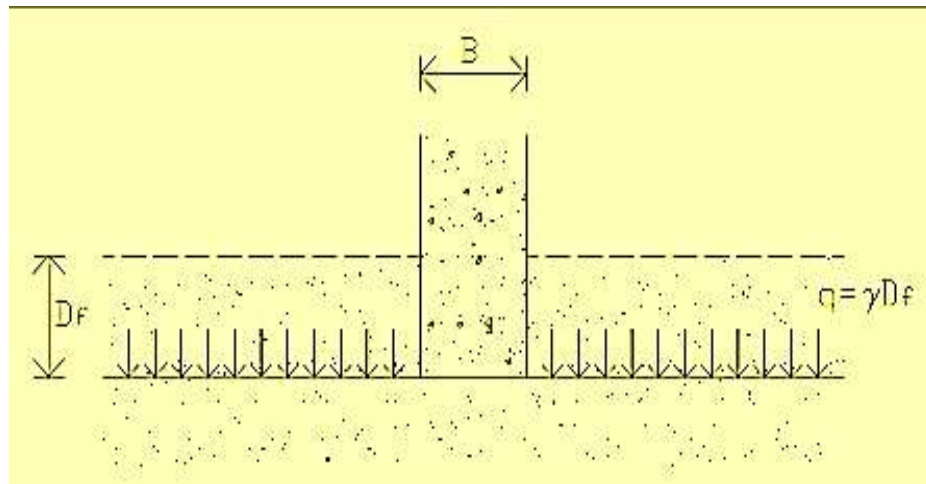
Metodologías de cálculo de cimentaciones superficiales.

- a) **Teoría de Terzagui.**

La metodología de Terzaghi para calcular la capacidad de soporte de una superficie aborda el caso más amplio, ya que es aplicable a superficies con cohesiones y/o fricciones. Esta teoría se tiene en cuenta la más empleada para cuantificar la capacidad de carga en cimentaciones poco hondos, aquellos en los que la anchura del cimiento (B) es igual o superior a la distancia vertical entre el nivel. de la superficie y la base de cimentaciones, D_f).

Figura 3

Método de terzaghi



Nota: (Medrano, 2008)

La metodología de Terzaghi no considera la capacidad de la base para resistir esfuerzos cortantes por encima del nivel de desplante de la fundación. De acuerdo con esta teoría, una fundación superficial continua se apoya sobre un área, y el terreno falla por medio de 3 áreas. La cohesión y fricción entre la superficie y la base de la cimentaciones generan el área I, que procede como una cuña introducida en la superficie, simulando ser parte de la zapata y formando ángulos de $(45^\circ + \phi/2)$ en los lados del triángulo; las zonas II reflejan deformaciones tangenciales radiales, manifestando curvas de falla en espirales logarítmicas, donde los centros se sitúan en los bordes

de la base de las cimentaciones; por último, las áreas III representan estados plásticos pasivos de Rankine, con fronteras formando un ángulo de $(45^\circ - \phi/2)$ con la horizontal.

Por consiguiente, se infiere que la capacidad de carga de una superficie, está ligada a:

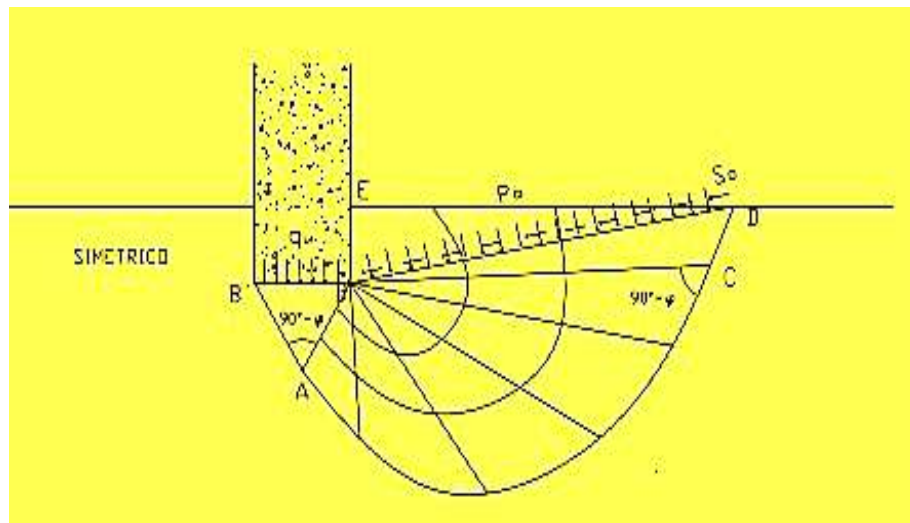
- Resistencia a la fuerza de cizallamiento (cohesión y/o fricción)
- Dimensión de la base de la estructura de soporte
- Densidad del suelo y del material de relleno sobre los niveles de la base
- Extensión de la base de sustentación.

b) Teoría de Meyerhof.

Meyerhof, en su análisis de la capacidad de carga, tiene en cuenta los esfuerzos de corte generados en la superficie sobre el nivel de la base de la cimentación, empleando un modelo de fallo como el siguiente:

Figura 4

Mecanismo de falla de Meyerhof



Nota: (Medrano, 2008)

El colapso de cimentaciones poco honda se clasifica en 3 áreas: la primera (ABB') es una sección con tensiones homogéneas que puede ser tratada como activa (según la teoría de Rankine); la otra (ABC) es una área delimitada por una curva de hélice logarítmica y representa una región de esfuerzo tajante radial; la otra (BCDE) es una zona considerada pasiva (según la teoría de Rankine). La línea BD se denomina Línea de Meyerhof, donde se asumen los esfuerzos normales P_o y tangenciales S_o generados por la región BDE. (Teniente 2016, P. 37).

Métodos para evitar o acomodar asentamientos diferenciales excesivos.

La utilización de soluciones diferenciales no debe ser considerada de manera simplista debido a las estructuras colocadas sobre un lecho rocoso generalmente incompresible. Cuando las estructuras se instalan sobre rocas fracturadas o suelos débiles, es necesario realizar una evaluación de los sitios acumulativos y engranajes para establecer si estos son atribuibles al diseño de la estructura o si son lo bastante significativos como para solicitar medidas preventivas o correctivas. Un reporte emitido por la organización de Ingenieros Estructurales (Institución de Ingenieros Estructurales) suministra una colocación general sobre las inspecciones llevadas a cabo en este ámbito. No es factible detallar los cimientos para abordar cada una de las discontinuidades originadas por sitios diferenciales. En la mayoría de las distribuciones, que están adentro de los alcances de los trabajos de albañilería, pueden observarse grietas en los separativos y techos causados por cambios de temperatura y humedad en la estructura; por lo cual, se debe reconocer un nivel específico de fracturación a causa de los asentamientos diferenciales. Dada la simplicidad de las estructuras sobre superficies generalmente homogéneos y compresibles, los riesgos de daño a causa del sitio pueden ser evaluados siguiendo los principios experimentales bajo una perspectiva participativa. En el caso de cimentaciones sobre arena, Terzaghi y Peck proponen que los sitios diferenciales no deben ser mayores al 75% del desplazamiento máximo de 25 mm. Para

cimentaciones sobre suelos fragmentados, el límite máximo de asentamiento puntual se extiende a 50 mm. Basándose en un estudio de 11 estructuras, Skempton y McDonald sugirieron que, para un nivel de probabilidad de falla de 1 en 500, el máximo sitios diferenciales es de 40 mm para cimentaciones sobre suelos segregados y de 40 a 65 mm para cimentaciones sobre suelos fragmentados. Investigaciones han evidenciado que las estructuras erigidas sobre arena rara vez se asientan más de 50 mm; generalmente, se mantienen dentro de lo exigido de 25 mm o menos. Estos elementos no deberían aplicarse a arenas con contenido de despojos o tierra, lo cual aumenta significativamente su compresibilidad. (Cruz, 2016, P. 44).

Para cimentaciones sobre suelos arcillosos, Skempton y McDonald sugirieron un criterio de diseño que limita el asentamiento diferencial máximo a 40 mm, estableciendo además límites de configuración de hasta 65 mm para el asentamiento total en cimentaciones separadas y de 65 a 100 mm para secciones de cimentación. Si, conforme a las directrices previas de observación o para llevar a cabo un estudio sobre el sitio de la estructura considerando la adaptabilidad del acabado en las cimentaciones y la superestructura, se determina que los sitios totales y engranajes sobrepasan los límites establecidos, el ingeniero podría optar por impedir el sitio o mitigar su efecto mediante métodos apropiados en el diseño estructural. Si las estructuras, sin intervención adicional, carecen de la rigidez necesaria para contrarrestar el asentamiento diferencial no deseado con las cimentaciones convencionales extendidas, se deben implementar una o varias estrategias para reducir los sitios adheridos y diferenciales a niveles aceptables. (Cruz, 2016, P. 44).

Contracción en suelos finos.

Cuando la superficie está saturada de agua, exhibe una superficie reluciente que se torna opaca cuando se forma un menisco hundido debido a la disipación en cada poro. En la medida que el H₂O se disipa, la acción de los meniscos disminuye y, como resultado, las partículas finas se

acumulan en los espacios entre las partículas más grandes, compactándolas aún más. La filtración continuará reduciendo el alcance del movimiento ascendente y descendente del menisco, compactando así la estructura del suelo. Llegará un punto en el que las partículas finas lograrán una compresión más significativa; en ese instante, dará inicio la retracción del menisco hacia el interior de la masa de suelo. La gradación física completa de este momento se ve afectada por el cambio en el tono del suelo, que va de tenebroso a más despejado. En la superficie, los canales y los poros que transportan agua no tienen un tamaño uniforme; en su lugar, varían desde amplias áreas de confinamiento, lo que bloquea la penetración de agua dentro de la masa, iniciando el proceso desde el poro más alejado. De manera cuantitativa, se puede afirmar que todas las mediciones de los canaliculos existentes se encuentran en el transcurso de una estrecha y generalmente reducida separación de la superficie. Esta separación puede ser de aproximadamente 2.5 cm en arenas gruesas, pero en lodos normales, donde los anchos de poro varían entre 0.1 y 0.001 micras, cada una se convierte en una separación desde afuera no mayor a una fracción de milímetro. (Cruz, 2016, P. 46).

Finalmente, cada menisco se retraerá hacia la distancia mínima de los poros, de manera que, cuando un menisco esté completamente formado, se libere en el suelo la fuerza más estrecha posible que pueda ejercer la máxima tensión sobre la estructura. Enseguida, con su compresión más intensa bajo la presión más delgada ejercida por el H₂O, el suelo habrá tocado su punto de estrangulamiento. En el caso de superficie saciado, el agua empleará una fuerza de separaciones entre los elementos constituyentes del suelo (peso hidrostático). En este punto, el suelo emprenderá a secarse por cualquier razón, universalmente debido a la acción del calor solar, y el agua presente en la superficie se volatilizará, lo que provocará que la masa de superficie intente conseguir su nivel freático habitual, lo que resultará en el inicio del flujo de agua hacia abajo. Este flujo,

ejerciendo una presión mínima dentro del suelo, generará preocupaciones de compresiones en la superficie, pasando de la presión hidrostática (cuando la superficie estaba saturada) a un esfuerzo superficial (para facilitar la capilaridad del agua). En este proceso, la superficie entrará en un estado de compresión. Se debe tener en cuenta que la superficie debe ser relativamente delgada para facilitar el proceso de capilaridad, lo que implica una tensión frívola significativa para que la superficie se contraiga. La absorción de agua hacia el interior no ocurrirá de manera uniforme en toda la masa de superficie, ya que el suelo posee desemejantes anchos de poro, lo que produce canales finos de varias distancias. En primer lugar, el agua se moverá hacia abajo en los canalículos más anchos (similares a tubos capilares desarrollados por los poros de la superficie) (Cruz, 2016, P. 47).

Cargas ambientales

Los primordiales elementos que afectan denegadamente la durabilidad del concreto pueden clasificarse en agentes químicos y físicos. Entre los factores físicos más significativos se encuentran: la abrasión o erosión que desgasta la superficie (relacionada con el tráfico intenso u otras formas de fricción); la formación de grietas a causa de la presión generada por las cristalizaciones de sales en los poros del material (coligada al contacto con soluciones salinas, como en cimientos o muros); y la ostentación a temples extremas, como heladas o incendios. Otra categoría de elementos desencadena cambios químicos entre los materiales corrosivos existentes en el contexto externo y los procesos de mezcla del cemento, e incluso entre los componentes del concreto. Entre los efectos químicos más relevantes se resaltan los generados por: la disolución o hidrólisis del hidróxido de calcio contenido en la mezcla de cemento (provocada por el empalme con aguas blandas y puras con un bajo o nulo contenido de iones de calcio); Variadas reacciones

que ocasionan la alineación de compuestos expansivos, tales como: la interacción entre los álcalis presentes en la mezcla de cemento y ciertos materiales reactivos hallados en los agregados (cuando no son inertes); la acción corrosiva sobre el hormigón causada por sulfatos existentes en el H₂O o el superficie, o por ácidos creados por diversas diligencias humanas (industriales, agrícolas, etc.); la existencia de cuantías significativas de MgO y CaO en el cemento que inducen un efecto expansivo durante la hidratación; y el desgaste de metales incrustados en el hormigón, como conductos, tuberías y, especialmente, el acero de refuerzo (Berna 2009, P. 32).

La humedad y los procesos de deterioro en principio

La degradación fundamental se produce por procesos electroquímicos que involucran el desgaste del acero de refuerzo. El desgaste químico implica el disolvente de sustancias o reacciones químicas entre compuestos y elementos del concreto. Los subproductos de estas reacciones, especializados por su solubilidad o capacidad expansiva, pueden ocasionar diversos problemas. Ejemplos de estos problemas son:

- Corrosión ácida que disuelve el material cementante de la superficie del hormigón.
- Acción sulfatante desde la superficie, provocada por el agua subterránea o marina, o acción de sulfatos internos (formación retrasada de etringita), generando un compuesto reactivo que empapa una cuantía considerable de agua, lo que conduce a expansión interna y fracturas.
- Reacciones alcalinas-agregado, que se originan en el cemento o en el medio ambiente, al reaccionar con los mecanismos de ciertos adheridos reactivos.
- Carbonatación resultante del dióxido de carbono, que interactúa con los elementos contenidos en el fluido dentro de los poros.

- Agresión de aguas blandas que resulta en la eliminación de los álcalis y el óxido de calcio mediante lixiviación, lo que a su vez produce la disolución del hidróxido de calcio depositado. y los mecanismos del conglomerante. (Berna 2009, P. 33).

Una agresión electroquímica común son las corrosiones del refuerzo de acero, en la que las reacciones químicas en el cátodo y el ánodo se acuerdan con la corriente eléctrica que fluye por medio del acero y el concreto. La presencia el nivel de humedad es fundamental en la mayoría de los procesos químicos que se desarrollan en el concreto, así como en varios procesos químicos y físicos asociados con diversos fenómenos de avería. La humedad puede implicar:

- Una sustancia con características distintas
- Un componente disolvente, para reactivos e iones
- Un agente de transporte
- Un medio de dilatación
- Un líquido con presiones de agua negativas en el interior de los poros (Berna 2009, P. 34).

Patologías en Cimentaciones

Los edificios pueden soportar muchos tipos diferentes de daños; Las fallas vinculadas con la plataforma plantean mayores peligros y derivaciones más graves. Crea perjuicios estructurales (que pueden incluso originar un colapso estructural completo), lo que hace que las reparaciones sean muy difíciles y muy costosas porque puede afectar a los edificios vecinos. El diagnóstico de este tipo de patología no se cumple de forma inmediata. Es necesario analizar los síntomas, principalmente fisuras y movimientos a los que está sometido el edificio (rotación, asentamiento, desplazamiento), para sacar conclusiones, teniendo en cuenta las cimentaciones existentes y los

conocimientos de geoingeniería del paisaje que lo sustenta, el verdadero origen de las resultantes. patología, que esto es lo que la causa (Basse, 2015, P. 55).

1. Asentamientos Diferenciales

El asentamiento diferencial, o presión del suelo, ocurre cuando la acción del suelo excede la carga, empujando la estructura hacia arriba. Este fenómeno, llamado hundimiento, es un abultamiento más grande en el centro y hace que el centro se mueva o se eleve verticalmente en relación con las esquinas o los perímetros de la estructura. (Basse, 2015, P. 55).

2. Fisuras por Tensiones Tangenciales Inducidas

Estos fallos suelen ser causados por sitios parciales en una sección de la distribución, lo que provoca deformaciones y una sucesión de grietas verticales u oblicuas, conmoviendo la integridad y provocando esfuerzos laterales en los componentes estructurales. Si una columna se desplaza de manera diferente al conjunto, se producirá una fuerza de tensión lateral entre la columna y el conjunto y el mecanismo adyacente (generalmente un muro), (Basse, 2015, P. 55).

Fallas por Acciones Sísmicas

Estos representan los daños más significativos observados en estructuras de hormigón armado, como consecuencia de eventos sísmicos en varias partes del mundo. Para entender la conducta de las estructuras ante los terremotos, resulta crucial reconocer los aspectos que propician el fallo y la integridad estructural, además de examinar los diversos tipos de daños y sus causas:

a) Esfuerzos causados por presencia de Columnas Cortas

La mayoría de los daños en las estructuras en la actualidad resultan de la creciente prevalencia de prácticas constructivas inapropiadas o informales presentes en nuestro entorno. Esto se manifiesta a través de columnas cortas que surgen cuando ciertos elementos, típicamente

las paredes, están adosados o unidos a las pilastras, limitándolas hasta la altura de los muros (Basse, 2015, P. 56).

Como Astorga y Rivero (2009), Se toman en cuenta las siguientes particularidades de fallas debido al fenómeno de columna corta:

- Las columnas acortadas se forman cuando cierto componente, generalmente los muros, se adhieren o conectan a las columnas, limitándolas a la altura de las paredes.
- Las columnas acortadas se forman cuando algún componente, generalmente las paredes, se adhieren o conectan a las columnas, limitándolas a la altura de las paredes.
- Las columnas que están limitadas experimentan un mayor rigor en contraste con las que no están exiladas o restringidas en ninguna de sus direcciones. Por consiguiente, se crean esfuerzos de corte significativos en la columna acortada, lo que conlleva a resultados catastróficos.
- Debido a la falta de ductilidad en la columna acortada, la falla se desencadena por tensiones diagonales provocadas por altos esfuerzos cortantes.
- La columna acortada es más quebradiza que las otras columnas que no están parcialmente restringidas, ya que su capacidad para deformarse es más limitada.
- Se aconseja evitar la conexión directa de las paredes con las columnas, optando en su lugar por abandonar un intervalo entre ellas o instalando cierto tipo de junta que consienta que la columna se deforme libremente. Esto facilita su comportamiento dúctil durante movimientos sísmicos. (Es crucial asegurar firmemente las paredes a la viga superior, inferior o a ambas).

- Si se decide instalar paredes unidas a las columnas, esta unión debe extenderse a lo largo de toda su longitud para mejorar el rigor de la estructura y prevenir problemas derivados de columnas cortas. (Basse, 2015, P. 56).

2.3. Bases Filosóficas:

a) Capacidad de Carga Admisible del suelo

Es la carga que, al ser obtimo en el terreno de cimentación, no causa perjuicios a la estructura de las viviendas de la perosonas. Esta medida se ve afectada por las características geotécnicas del suelo, la profundidad del nivel freático, el tipo de cimientos y los niveles de seguridad utilizados. (ICG, 2018).

b) Cimentaciones superficiales

La cimentación es una pieza estructural que toda construcción tiene en el cual se apolla y con una gran altura de sección transversal, con la función de trasferir la carga del edificio a una profundidad poco profunda, unos 4 m menos que el nivel natural del suelo o sótano. En cimentaciones poco profundas, la respuesta de la superficie iguala la fuerza proveniente de la estructura. (Navarro y Pino, 2011, P. 78).

2.4. Definición de términos básicos

c) Corte directo.

Esta prueba se centra en establecer de manera vertiginosa y contigua los atributos de firmeza de la superficie, tales el ángulo de fricción (ϕ) y como la cohesión (c). El equipo se compone de una caja de corte metálica en la que se ubica la muestra, dividida horizontalmente en 2 secciones. La fuerza perpendicular sobre la muestra se ejerce a partir del extremo superior de la caja de corte. (Navarro y Pino, 2011, P. 35).

d) Cimentaciones superficiales.

Una base de superficie es una construcción cuya sección transversal tiene extensiones significativas en relación con la altitud, y su tarea es transferir las cargas de una edificación a honduras comparativamente limitadas, generalmente menores a 4 m desde el nivel de la superficie nativa del terreno o del sótano. En una base de superficie, la capacidad de respuesta de la superficie neutraliza la fuerza dada por la estructura. (Navarro y Pino, 2011, P. 78).

e) Capacidad de carga en cimentaciones superficiales.

La capacidad de carga se relaciona con la carga por unidad de área ejercida sobre la base del patronato, que causa la falla por corte, o sea, es la máxima presiones unitarias que la superficie puede soportar sin alcanzar la condición plástica. Al aplicar una carga sobre una superficie de cimentación, su superficie experimenta sitios que pueden representarse gráficamente de acuerdo con la carga por unidad de área o la presión media. (Navarro y Pino, 2011, P. 66).

f) Asentamientos en arcillas.

Las interacciones entre una estructura y el suelo subyacente es un proceso extremadamente complejo, dado que resulta de la combinación de diversos elementos, la mayor parte de los cuales son influenciados por el paso del tiempo. Nadie de estos elementos muestra una conducta verdaderamente lineal, lo que implica que no pueden ser separados de manera independiente ni sus efectos superpuestos sin introducir errores y acercamientos. (Navarro y Pino, 2011, P. 77).

g) Perfil Estratigráfico

“Capas de superficie con propiedades que pueden ser representativas de otras capas similares en un área específica. En el recinto, se prefieren muestreos típicos para hacer pruebas de clasificación de acuerdo con el Sistema Unificado de Codificación de Suelos (SUCS) según la

norma NTP 339.134 (ASTM D 2487))". La Norma Técnica de Edificación E.050 Suelos y Cimentaciones del Estatuto Nacional de Edificaciones.

h) Presión Admisible del Suelo

" La carga máxima que la base puede aplicar sobre la superficie sin ocasionar hundimientos enormes (mayores a los permitidos)" Normativa Estructural E.050 de Superficies y Cimentaciones del Estatuto Nacional de Edificaciones.

i) Capacidad carga

"Presión necesaria para inducir la falla de la superficie por corte que sustenta las cimentaciones (sin considerar el factor de seguridad)". Normativa Estructural E.050 de Superficies y Cimentaciones del Estatuto Nacional de Edificaciones.

j) Capacidad carga admisible

"La capacidad permitida se calculará mediante la partición de la capacidad última entre el factor de seguridad." Normativa Estructural E.050 de Superficies y Cimentaciones del Estatuto Nacional de Edificaciones.

k) Cimentación Superficial

"Se refiere a aquellas cimentaciones donde la correspondencia Hondura/Ancho (D_f/B) es igual o inferior a 5, siendo D_f la hondura de la cimentación y B su ancho o diámetro. Estas cimentaciones no requieren una excavación profunda bajo tierra para alcanzar un suelo que pueda resistir el peso de la construcción". Normativa Estructural E.050 de Superficies y Cimentaciones del Estatuto Nacional de Edificaciones.

l) Diseño de zapatas

“Las zapatas de concreto armado deben ser dimensionadas considerando las cargas aumentadas y las fuerzas estimuladas, conforme a los criterios de diseño correspondientes”. Normativa Estructural E.050 de Superficies y Cimentaciones del Estatuto Nacional de Edificaciones.

2.5. Operacionalización de las Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Capacidad de Carga	Es la mayor presión unitaria que el suelo puede resistir sin llegar al estado plástico. Al cargar un suelo de fundación su superficie sufre asentamientos que se pueden graficar en función de la carga unitaria o presión media. (Navarro y Pino, 2011, P. 66).	Describen la morfología de los suelos, reconociéndolos y clasificándolos para que, mediante una serie de estudios de laboratorio y de campo - In Situ	Características geotécnicas de los suelos Características mecánicas de capacidad de carga	Analisis Granulometrico Analisis de consistencia Clasificación de suelos Angulo de Fricción Cohesión Factor de seguridad Capacidad de Carga admisible
Cimentaciones Superficiales	Son las que no necesitan profundizar demasiado en el subsuelo para llegar al terreno que soporte el peso de la estructura”. (Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.050 suelos y cimentaciones).	“Aquella en la cual la relación Profundidad/ ancho (Df /B) es menor o igual a 5, siendo Df la profundidad de la cimentación y B en ancho o diámetro de la misma. (Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.050 suelos y cimentaciones).	Diseño de la zapata aislada Diseño de la zapata combinada Diseño de emparrillado de cimentación	Propuesta de Diseño

Nota: Elaboración propia del proyecto.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

La ejecución del estudio se basa en un enfoque científico y metodológico, siendo crucial para asegurar la coherencia y confiabilidad de los resultados obtenidos o de los nuevos conocimientos adquiridos. Se diseñó una metodología sistemática o proceso estructurado que se emplea para determinar la importancia de los fenómenos y hechos hacia los cuales se gobierna el estudio; el actual trabajo se desenvuelve teniendo en cuenta los subsiguientes aspectos: se basa en la teoría científica, es de naturaleza empírica, se origina en la inquietud científica, se basa en la inferencia, aborda problemas, se evalúa críticamente a sí mismo y es preciso. Por consiguiente, el diseño del estudio posee las particularidades mencionadas:

- Nivel descriptivo.
- Tipo aplicada.
- Diseño no experimental.
- Enfoque cuantitativo.

3.1.1. Tipo de investigación.

Es de tipo aplicada, “Se determina por poseer finalidades prácticos concretos y bien definidos, o sea, se investiga con la finalidad de intervenir, alterar, cambiar o generar cambios en un área específica de la situación” (Carrasco, 2006).

3.1.2. Nivel de investigación.

Descriptivo, “Nos proporciona información y describe las particularidades, atributos internos y externos, rasgos y propiedades fundamentales de los hechos y anómalos de la realidad, en un período y momento histórico específico y definido” (Carrasco, 2006).

3.1.3. Diseño de investigación.

No experimental, “cuyas variables independientes no son manejadas deliberadamente, y no cuentan con un grupo de control, ni mucho menos experimental” (Carrasco, 2006).

3.1.4. Enfoque de investigación.

Cuantitativo, “son aquellas cuyos datos, al ser evaluados, consiguen ser representados numérico y en diferentes niveles” (Carrasco, 2006).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población.

Suelos de la Urb. Corza del distrito de San Miguel.

3.2.2. Muestra.

Suelo de la comisaria de la policía nacional del Perú ubicada en el distrito de San Miguel.

3.3. Técnicas de recolección de datos.

Previamente a la ejecución de calicatas, se llevó a cabo una inspección del terreno, se delimitó el área designada para las excavaciones de las calicatas con el fin de tomar muestreos y ejecutar los ensayos correspondientes, siguiendo rigurosamente las pautas establecidas en la Normativa E.050 de superficies y cimentaciones. Para el análisis de los datos recopilados, se empleó la herramienta Excel por medio de una hoja de cálculo, lo que permitió presentar los resultados y gráficos de manera detallada.

La observación: La observación en el marco de la compilación de datos implica la ejecución de pruebas de superficies en un laboratorio.

La observación, “Método organizado de adquisición, compilación y registro de datos observados sobre un objeto, evento, suceso o comportamiento humano, con la intención de analizarlos y transformarlos en pesquisa” (Carrasco, 2016).

La naturaleza de la observación se determinará siguiendo los criterios establecidos por Carrasco (2016):

Observación estructurada, “se utilizan dispositivos concebidos con previsión y planificación, conforme al cuadro de operacionalizaciones de variables” (Carrasco, 2016).

Observación de campo, “Es la que ocurre en entornos naturales y en situaciones reales, ya sea de manera deliberada o improvisada” (Carrasco, 2016).

- Técnicas a emplear

Se tuvo en consideración las directrices establecidas en la normativa E.050 para determinar el número de excavaciones necesarias, lo cual implicó llevar a cabo dos calicatas por cada espacio techado designado para la construcción del edificio de la Policía Nacional del Perú. Para este fin, se procedió a identificar las ubicaciones precisas de las calicatas mediante el uso de un dispositivo GPS. Luego, utilizando las coordenadas obtenidas, se delimitó un área libre de 2117.35 metros cuadrados y un área techada de 480 metros cuadrados, ubicadas en el Distrito de San Miguel, específicamente en la Comisaría Sectorial San Miguel.

Tabla 1

Número de Puntos de Exploración

Tipo de edificación u obra	Número de puntos de exploración (n)
-----------------------------------	--

I	Se requiere uno por cada 225 m ² de área techada en el primer nivel.
II	Se requiere uno por cada 450 m ² de área techada en el primer nivel.
II	Se requiere uno por cada 900 m ² de área techada en el primer nivel.
IV	Uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado de obras urbanas
Habilitación urbana para viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectárea de terreno por habilitar

Nota: Tabla de tipo de edificación y obra (NTP E050, 2018)

Para llevar a cabo el estudio de la tesis, se efectuaron dos excavaciones, denominadas como C-01 y C-02, donde se realizaron pruebas que incluyeron densidad in-situ, límite líquido, granulometría, densidad relativa, granulometría y ensayo de corte directo. Este último se realizó con el propósito de decretar la capacidad de carga admisible del suelo en el Distrito de San Miguel, específicamente en la Comisaría Sectorial San Miguel - San Román - Puno.

3.3.1. Técnicas de Laboratorio

Se efectuaron pruebas mecánicas y físicas de la superficie en un recinto, con la inspección de técnicos especializados, siguiendo los protocolos establecidos por la ASTM y la NTP.

De acuerdo con la muestra inalterada en bloque según lo indicado en la NTP 339.151 (ASTM D4220), procedimientos normalizados para la preparación y transporte de muestreos de suelo, este último se empleó para establecer la capacidad de carga de la superficie.

Tabla 2

Norma de Referencia

Ensayo	Uso	MTC	Norma de Referencia			Propósito del ensayo
			AASHTO	ASTM	NTP	
Contenido de humedad	Clasificación	E-108	T 265	D-2216	339.127	Determinar el contenido de humedad natural de suelos y agregados.
Análisis Granulométrico por tamizado	Clasificación	E-107	T 88	D-422	339.128	Determinar la disposición de las dimensiones de las partículas del suelo.
Límite líquido	Clasificación	E-110	T 89	D-4318	339.129	Hallar el contenido de agua entre los estados del suelo.
Límite plástico	Clasificación	E-111	T 90	D-4318	339.129	Hallar el contenido de agua en los distintos estados del suelo.
Índice plástico	Clasificación	E-111	T 90	D-4318	339.129	Hallar el intervalo de contenido de agua en el cual el suelo alcanza un estado plástico
Método de clasificación de suelos	Clasificación	-	-	D-2487	339.134	Método para la clasificación de suelos con fin de ingeniería
Densidad in situ	Clasificación	E-117	T 191	D-1556	339.143	Método para categorizar suelos con propósitos de ingeniería

Nota: Norma de ensayos de laboratorio. (NTP E.050, 2018)

3.3.2. Técnicas de Gabinete

Respecto al informe de tesis mencionado, la labor de gabinete implicó la elaboración de la información adquirida en el campo, tanto de los ensayos in situ como de los ensayos de recinto.

Se elaboraron documentos que detallaban los resultados alcanzados tanto en las pruebas de recinto como en las investigaciones de campo. Asimismo, se ejecuto la producción de mapas que indicaban la posición de la excavación.

- Instrumentos y Equipos

Los dispositivos y herramientas empleados en el estudio del tipo de superficie de la comisaría sectorial San Miguel incluyen:

Instrumentos y equipos utilizados en campo:

- Dispositivo fotográfico para la captura de imágenes.
- Instrumentación para la ejecución de pruebas in situ.
- Retroexcavadora: equipo empleado para excavar las calicatas C-01 y C-02, siendo el proceso de excavación de 30 minutos.
- Diagrama de coordenadas que indica las posiciones de las calicatas.
- Cuaderno de campo para registrar observaciones.
- Cinta métrica para medir la profundidad de las calicatas.
- Linterna.
- Bolsas y contenedores para muestras.
- Pizarra de escritura.

Instrumentos y equipos utilizados en laboratorio:

Los elementos y herramientas empleados en el recinto de mecánica de superficies son: conjunto de tamices, utensilios de cristal, recipiente de Casagrande, estufa, pesa y complementos.

El equipo que se utilizó para el ensayo de corte directo fue el EQUIPO AUTOMÁTICO PARA ENSAYOS DE CORTE DIRECTO que se hizo conforme con la normativa técnica peruana NTP 339.171.

Instrumentos y equipos utilizados en gabinete:

Se emplearon artículos de oficina, impresora, computadora portátil y los siguientes programas informáticos en este estudio:

- Civil 3D AutoCAD 2018 – herramienta de dibujo digital.

- Excel 2019: hoja de cálculos.
- Google Earth: Mapa de sitio de calicatas
- Word 2019: hoja de escritura
- Etabs v21
- Safe v21

3.4. Técnicas para el procedimiento de la información

3.4.1. Procedimiento de la información y análisis de campo

La etapa de campo comienza con la inspección del terreno y la localización de las calicatas en la que se llevaron a cabo los hoyos. Se realizaron dos calicatas, los cuales se distribuyeron en una zona tributaria ubicada en la comisaría Sectorial San Miguel – Distrito de San Miguel, Provincia de San Román – Puno.

Tras la localización de las calicatas, se llevó a cabo el proceso de excavaciones con maquinaria (retroexcavadora); en total, se ejecutaron dos calicatas en la zona de estudio.

Al concluir las excavaciones con la maquinaria, se procedió a recolectar la muestra, la cual fue llevada al laboratorio para ejecutar estudios de mecánica de superficies y establecer la capacidad de carga del área de estudio de la comisaría sectorial San Miguel.

Posteriormente, se describen la calicata con sus ejes y la hondura correspondiente.

Tabla 3

Coordenadas UTM WGS-84

CALICATA	COORDENADAS UTM WGS-84		PROFUNDIDAD DE CALICATA (metros)
	ESTE	NORTE	
C-01	379848.140	8289373.490	1.90
C-02	379823.991	8289369.756	1.70

Nota: Datos generales de las calicatas ejecutadas.

3.4.2. Procedimiento de la información y análisis de laboratorio.

Luego se llevaron a cabo los ensayos para la muestra extraída, los cuales fueron.

3.4.3. Características geotécnicas de los suelos

- Humedad inherente del suelo
- Estudios de granulometría
- Límites de plasticidad y liquidez
- Clasificación de suelos

3.4.4. Características mecánicas de capacidad de carga

- Angulo de fricción,
- Cohesión,
- Capacidad de carga admisible.

3.4.5. Procedimiento de la información y análisis de gabinete.

Durante el estudio se ejecutaron dos perforaciones (calicatas) para llevar a cabo los ensayos de límite plástico, límite líquido, densidad in situ y para determinar la simbolización como el SUCS (ASTM D-2487). El resultado obtenido se encuentra en la tabla N° 07

Para establecer la capacidad de carga aceptable, se utilizó un equipo automático para ensayos de corte seguido, con el fin de obtener la cohesión y el ángulo de fricción.

Es fundamental señalar que para la exposición de las derivaciones (ensayos de laboratorio) se utilizó el formato determinado por el recinto en la que se realizaron los ensayos correspondientes a esta investigación, "Laboratorio TERRA SOUTH S.A.C. RUC 20604943494 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos".

Unidad Experimental : Suelo de la comisaria sectorial San Miguel – Distrito de San Miguel Provincia de San Román – puno.

Ensayos : Ensayos de laboratorio INF-016-2023.

Factores fijos : Directrices técnicas pertinentes (RNE)

Variable de Respuestas: Evaluación de la capacidad de carga permisible.

Según los hallazgos de laboratorio, se modeló 3 propuestas con 3 tipos de zapata (aislada, combinada y emparrillado de cimentación) de edificación en el software ETABS v.21 de una comisaría de tipo B de tres niveles, considerando un sistema diseño estructural dual, teniendo en cuenta una estructura compuesta utilizando muros portantes de albañilería reforzada con cimentaciones extendidas y un inmueble con marcos aporticados y zapatas cuadradas o rectangulares, según lo determinado al finalizar la investigación, en conformidad con lo estipulado en las normativas E.030 y E.050 del RNE.

Por último, se llevó a cabo las estimaciones del peso total de la edificación mediante un metrado de cargas, utilizando la exportación de la base de datos al software SAFE v21. Esto permitió comprobar las propuestas de diseño para la cimentación de superficies y estudiar la interacción suelo-estructura, con especial énfasis en el dimensionamiento y el tipo de base. Basándose en el análisis de los datos obtenidos, se propondrá un tipo de cimiento adecuado para las construcciones de la Comisaría Sectorial del Distrito de San Miguel – San Román – Puno. La propuesta de cimentación superficial será elaborada utilizando el software SAFE v.21. Luego, se llevarán a cabo las verificaciones de diseño conforme a la capacidad de carga admisible y se recomendará un tipo de cimentación superficial para garantizar una correcta planificación de la construcción de la "Comisaria Sectorial San Miguel".

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados.

Según la muestra llevada a laboratorio se recopilan las siguientes particularidades mecánicas y físicas de la superficie, las cuales fueron evaluadas mediante los ensayos de recinto mencionados.

Ensayos de laboratorio.

Se llevó a cabo la exploración de dos calicatas, alcanzando profundidades de 1.90 m y 1.70 m, donde se examinaron aspectos como el contenido de densidad in situ, humedad, límite plástico, límite líquido, estudios granulométrico y capacidad de carga aceptable de la superficie.

Densidad In situ.

Se llevó a cabo la prueba de densidades in situ en las calicatas C-01 y C-02 propuestas, ubicadas en el área de la comisaría sectorial de San Miguel.

Tabla 4

Resultados del ensayo de densidad in situ.

Calicata	Estrato	Profundidad (m)	Densidad del suelo húmedo (gr/cm ³)	Densidad del suelo seco (gr/cm ³)
C-01	E-03	1.90	1.51	1.49
C-02	E-03	1.70	1.64	1.62

Nota: Ensayo de laboratorio de densidad in situ.

Contenido de humedad.

Se efectuó el análisis del contenido de humedad y se registraron los resultados siguientes, los cuales están detallados en la tabla 06.

Figura 5

Colocación de la probeta en el horno para realizar el secado.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 6

Ensayo de contenido de humedad

calicata	contenido de humedad natural (%)
C-01	31.79
C-02	28.89

Nota: contenido de humedad.

Límite de Atterberg.

En este análisis se presentan los resultados derivados para el límite líquido (LL), el índice de plasticidad (IP) y el límite plástico (LP).

Tabla 5

Ensayos de límite de atterberg.

calicata	LP (%)	LL (%)	IP (%)
C-01	30.25	38.75	8.5
C-02	27.35	35.85	7.05

Nota: Resultados de los ensayos de Limite de Atterberg.

Figura 6 *Ensayo de límite de atterberg*



Nota: Elaboración propia.

Clasificación del suelo según los sistemas SUCS y AASHTO

Se llevó a cabo el estudio granulométrico en las calicatas C-01 y C-02, determinando su clasificación como el SUCS.

Figura 7 *Ensayo de granulometría*



Nota: Elaboración propia.

Tabla 6

Ensayos según el sistema SUCS.

CALICATA	CLASIFICACION SUCS	
	Simbología	Descripción
C-01	ML	LIMO DE BAJA COMPRESIBILIDAD
C-02	ML - CL	LIMO DE BAJA COMPRESIBILIDAD CON PRESENCIA DE ARCILLA

Nota: Resultado del ensayo del sistema SUCS.

Tabla 7*Resumen de los ensayos de laboratorio.*

CALICATA	COORDENADAS		PLASTICIDAD			DENSIDAD DE CAMPO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	CLASIFICACION SUCS
	ESTE	NORTE	LL (%)	LP (%)	IP (%)			
C-01	379848.14	8289373.49	30.25	38.75	8.50	1.51	31.79	ML
C-02	379823.99	8289369.75	27.35	35.85	7.05	1.64	28.89	ML-CL

Nota: Resultado de ensayo que se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos

Capacidad de carga admisible.

Para computar la capacidad de carga aceptable, se empleó el ensayo de corte directo según la normativa técnica peruana NTP 339.171. Este ensayo permite obtener de manera rápida los parámetros (ϕ y C) para calcular la resistencia de un suelo. Implica la aplicación gradual de un esfuerzo tangencial y una carga normal sobre una muestra de superficie, la cual está confinada lateralmente en una caja metálica de secciones cuadradas y 2.5 cm de grosor, hasta que falle por un plano predefinido por la estructura de la caja. Durante el ensayo, se registran tanto las cargas como las deformaciones.

Para determinar la capacidad de carga aceptable, se tuvo en cuenta lo especificado en la normativa E.050 RNE (2018), que establece lo siguiente: El componente de seguridad estático mínimo para una construcción de superficie será de 3.0 y para la carga sísmica máxima (cargas dinámicas) será de 2.5.

Determinación de la capacidad de carga admisible Calicata C-01

Para calcular la capacidad de carga aceptable se tomaron en cuenta los datos siguientes.

Tabla 8*Datos para determinar la capacidad de carga admisible.*

DATOS	UNIDAD	CALICATA 01
Profundidad	M	0.00 a 1.90 M.
Clasificación SUCS		ML
Peso específico del suelo	gr/cm ²	1.51
Cohesión C	kg/cm ²	0.54
Angulo de fricción Ø	°	10.02
Nc (factor de capacidad de carga)	S/D	8.35
Nq (factor de capacidad de carga)	S/D	2.48
Ny (factor de capacidad de carga)	S/D	1.23
Factor de seguridad		3.00

Cimientos Corridos**Tabla 9***Resultados de la capacidad admisible para cimientos corridos.*

Calicata	Ancho	Largo	Carga Ultima	Carga Admisible del Suelo
	B (m)	L (m)	qd Kg/cm ²	q adm kg/cm ²
C-01	0.60	-	5.13	1.71
C-01	0.80	-	5.15	1.72
C-01	1.00	-	5.16	1.72
C-01	1.20	-	5.18	1.73
C-01	1.50	-	5.21	1.74
C-01	1.80	-	5.24	1.75

Nota: Tabla de resultados de capacidad admisible

Tabla 10*Resultados de la capacidad admisible para cimentación cuadradas.*

Cimentación Cuadradas				
Calicata	Ancho	Largo	Carga Ultima	Carga Admisible del Suelo
	B	L	Qd	q adm
	(m)	(m)	Kg/cm ²	kg/cm ²
C-01	0.80	0.80	6.03	2.01
C-01	1.00	1.00	6.05	2.02
C-01	1.50	1.50	6.09	2.03
C-01	2.00	2.00	6.12	2.04
C-01	2.50	2.50	6.16	2.05
C-01	3.00	3.00	6.20	2.07

Nota: Cuadro de resultados de capacidad admisible.**Tabla 11***Resultados de la capacidad admisible para cimentación rectangulares.*

Cimentación Rectangular				
Calicata	Ancho	Largo	Carga Ultima	Carga Admisible del Suelo
	B	L	Qd	q adm
	(m)	(m)	Kg/cm ²	kg/cm ²
C-01	1.00	1.20	6.09	2.03
C-01	1.20	1.50	6.11	2.04
C-01	1.50	2.00	6.14	2.05
C-01	2.00	2.50	6.20	2.07
C-01	2.50	3.00	6.25	2.08
C-01	3.00	3.50	6.31	2.10

Nota: Cuadro de resultados de capacidad admisible.**Determinación de la capacidad de carga admisible Calicata C-02**

Para establecer la capacidad de carga aceptable se tomaron en cuenta los datos siguientes.

Tabla 12*Datos para determinar la capacidad de carga admisible.*

DATOS	UNIDAD	CALICATA 02
Profundidad	M	0.00 a 1.70 M.
Clasificación SUCS		ML-CL
Peso específico del suelo	gr/cm ²	1.64
Cohesión C	kg/cm ²	0.34
Angulo de fricción Ø	°	14.45
Nc (factor de capacidad de carga)	S/D	10.64
Nq (factor de capacidad de carga)	S/D	3.74
Ny (factor de capacidad de carga)	S/D	2.44
Factor de seguridad		3.00

Nota: Datos para determinar capacidad admisible**Tabla 13***Resultados de la capacidad admisible para cimientos corridos.*

Cimientos Corridos				
Calicata	Ancho	Largo	Carga Ultima	Carga Admisible del Suelo
	B (m)	L (m)	qd Kg/cm ²	q adm kg/cm ²
C-02	0.60	-	4.66	1.55
C-02	0.80	-	4.70	1.57
C-02	1.00	-	4.74	1.58
C-02	1.20	-	4.78	1.59
C-02	1.50	-	4.84	1.61
C-02	1.80	-	4.90	1.63

Nota: Cuadro de resultados de capacidad admisible

Tabla 14*Resultados de la capacidad admisible para cimentación cuadradas.*

Cimentación Cuadradas				
Calicata	Ancho	Largo	Carga Ultima	Carga Admisible del Suelo
	B (m)	L (m)	qd Kg/cm2	q adm kg/cm2
C-02	0.80	0.80	5.39	1.8
C-02	1.00	1.00	5.42	1.81
C-02	1.50	1.50	5.50	1.83
C-02	2.00	2.00	5.58	1.86
C-02	2.50	2.50	5.66	1.89
C-02	3.00	3.00	5.74	1.91

Nota: Cuadro de resultados de carga admisible**Tabla 15***Resultados de la capacidad admisible para cimentación cuadradas.*

Cimentación Rectangular				
Calicata	Ancho	Largo	Carga Ultima	Carga Admisible del Suelo
	B (m)	L (m)	qd Kg/cm2	q adm kg/cm2
C-02	1.00	1.20	5.5	1.83
C-02	1.20	1.50	5.55	1.85
C-02	1.50	2.00	5.62	1.87
C-02	2.00	2.50	5.74	1.91
C-02	2.50	3.00	5.86	1.95
C-02	3.00	3.50	5.98	1.99

Nota: Cuadro de resultados de capacidad de carga admisible

Cuadro comparativo de resultados

Según las derivaciones de mecánica de superficies, se elaboró un cuadro relativo basado en la teoría de Terzaghi, empleando para la cuantificación de la capacidad de carga aceptable una cimentación de tipo cuadrada.

a) Teoría de Terzaghi:

$$q_u = 1.3. c. N_c + q. N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$

C = Cohesión.

\emptyset = Angulo de fricción.

Df = 1.50 m.

N_c, N_q, N_γ = Parámetros de capacidad de carga adimensionales que dependen exclusivamente del ángulo de fricción de la superficie (\emptyset).

Utilizando un componente de seguridad de 3, para la cuantificación correspondiente de la capacidad de carga aceptable.

Tabla 16

Resumen de resultados de la capacidad admisible para cimentación cuadrada método Terzaghi.

Calicata	Ancho	Largo	Tipo de suelo	Angulo de fricción	Cohesión	Carga Admisible del Suelo
	B (m)	L (m)		(\emptyset)°		q adm kg/cm ²
C-01	2.00	2.00	ML	10.02°	0.54	2.04
C-02	2.00	2.00	ML-CL	14.45°	0.34	1.86

Nota: Cuadro de resultados comparativos de capacidad admisible.

Determinación de sección de la cimentación superficial

Para investigar la conducta de la cimentación, fue esencial conocer las cargas transmitidas al suelo por la edificación. Se llevó a cabo el modelado estructural en el software ETABS v.21 de una estructura típica de comisarías, utilizando un sistema estructural dual compuesto por marcos y albañilería confinada. El objetivo era asegurar un comportamiento adecuado de la estructura. Para los estudios sísmicos, se tomaron como cargas de referencia los valores mencionados en la tabla 19. (Norma E.020: Cargas).

Tabla 17

Valor de cargas permanentes a emplear para el modelado en el software ETABS.

Cargas permanentes muertas	Peso Estimado
Muro de albañilería	1800 kg/m ³
Concreto armado	2400 kg/m ³
Acabado y piso terminado	100 kg/m ²
Losa aligerada de concreto armado e=0.20 m	300 kg/m ²

Nota: Elaboración propia

Tabla 18

Valor de carga viva o sobre cargas a emplear para el modelado en el software ETABS.

Cargas vivas	Peso Estimado
Oficinas	250 kg/m ²
Sala de archivos	500 kg/m ²
Hall y escalera	400 kg/m ²
Azotea	100 kg/m ²
Tabiquería	100 kg/m ²

Nota: Elaboración propia

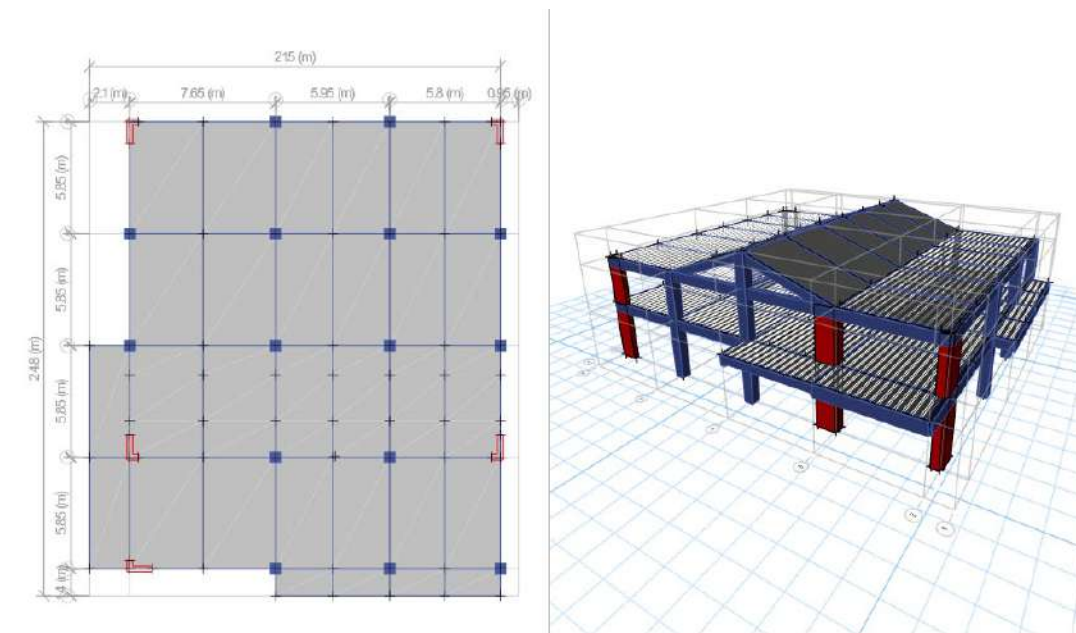
Siguiendo las disposiciones del RNE, la comisaría propuesta fue desarrollada y diseñada para resistir tanto las cargas verticales propias como las cargas horizontales sísmicas, según lo establecido en el reglamento E.060 Concreto Armado. Para los efectos sísmicos, se verificaron los

deformaciones y esfuerzos que ocurren en la estructura, cumpliendo con las medidas de ductilidad indicados en la normativa E.030 Diseño Sismorresistente.

En las figuras 6, 7 y 8 se presentan la vista en planta y la vista tridimensional del modelado propuesto para la comisaría tipo B, siguiendo las pautas establecidas en la Directiva N°010-2021-CG PNP/EMG (RCG N°296-2021-CG PNP/EMG "Criterios de Diseño para la Infraestructura de las Comisarías de la Policía Nacional del Perú").

Figura 8

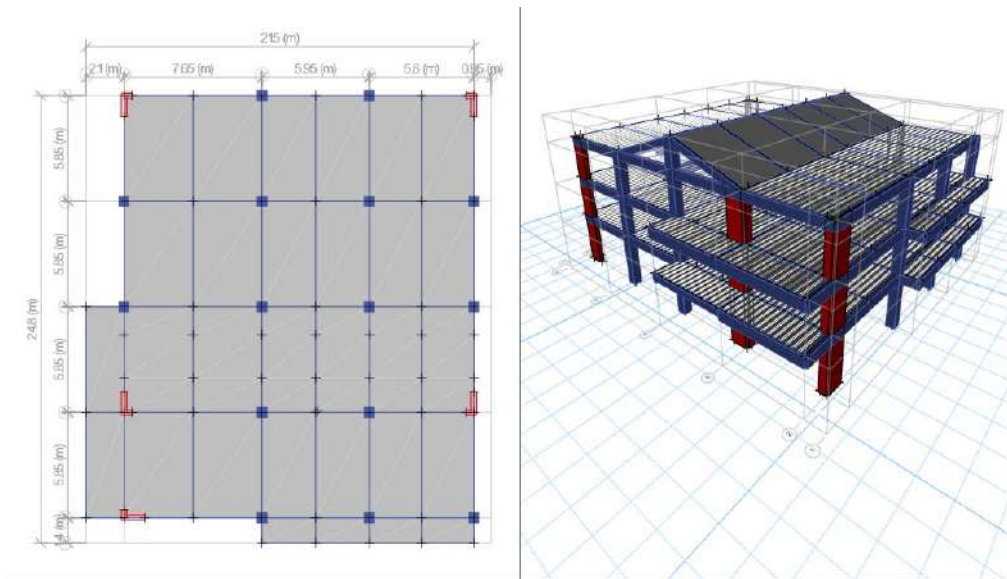
Planta Típica 1° y 2° nivel, sistema estructural dual modelado en ETABS



Nota: Elaboración propia.

Figura 9

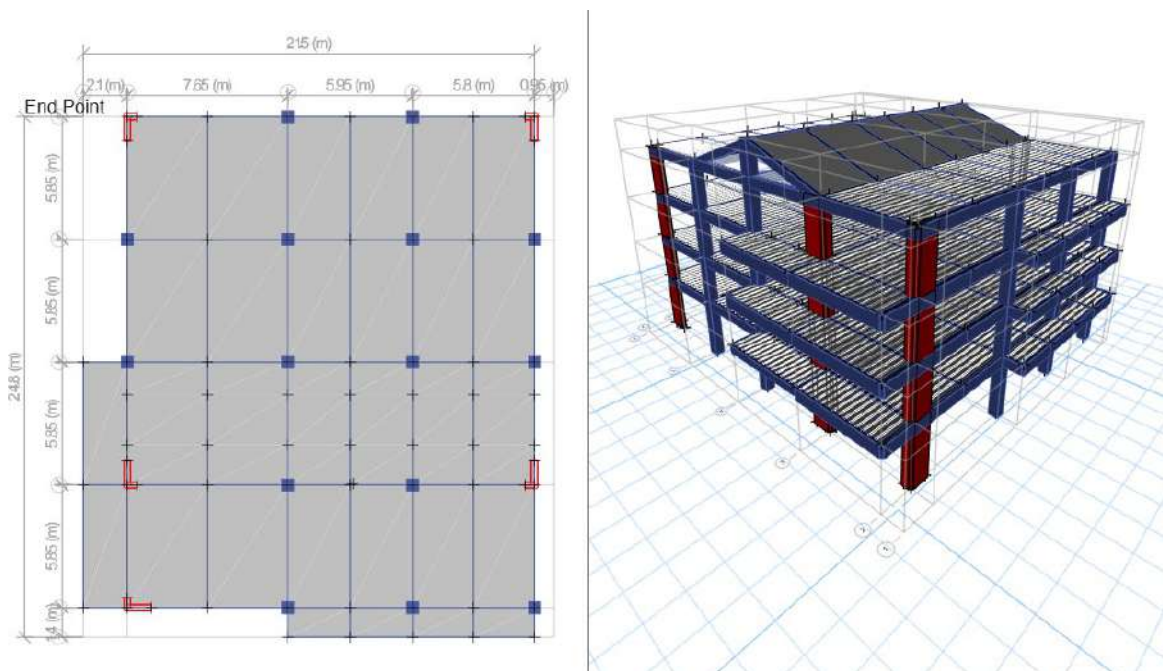
Planta típica 1°, 2° y 3° nivel sistema estructural dual modelado en ETABS.



Nota: Elaboración propia.

Figura 10

Planta típica 1°, 2°, 3° y 4° nivel sistema estructural dual modelado en ETABS.



Nota: Elaboración propia.

Para calcular los sitios, fue esencial determinar el peso de la construcción y las cargas que serán transmitidas de la estructura al cimiento, teniendo en cuenta que en el área de estudio se planea la construcción de la Comisaría Sectorial San Miguel de 02, 03 y 04 niveles.

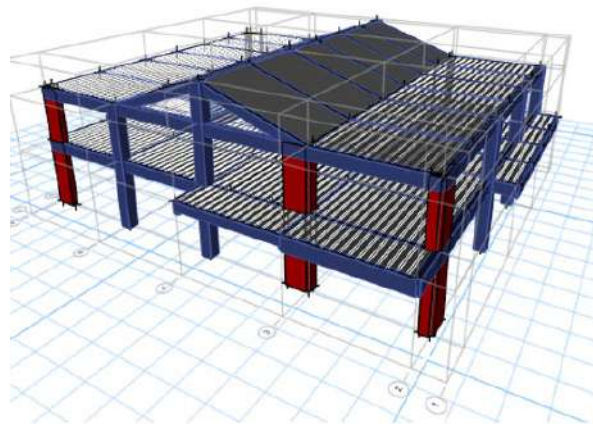
Para realizar los cálculos de las cargas de la construcción, se utilizó el software ETABS v21, el cual se empleó para modelar la estructura con un sistema dual de concreto armado. Subsiguientemente, se exportó la base del modelado estructural de los sistemas propuestos al software SAFE v.21 con el objetivo de determinar los asentamientos máximos en la cimentación. Estos asentamientos deben ser inferiores a 2.54 cm, según lo estipulado en la normativa de superficies y cimentaciones E.050. es adecuada. Igualmente, podemos comprobar la eficacia del diseño de la base convencional sugerido para la zona de estudio es adecuado con los requisitos de asentamientos. Posteriormente, se proporcionará el peso total de la construcción de 3 niveles, la cual fue modelada para los dos sistemas estructurales en el software ETABS v.21.

Zapata cuadrada

Para el modelamiento que se realizó para un sistema estructural dual se hizo por el sistema dual de 591 m² (20 x 29.55), se contemplaron zapatas cuadradas pertinentes con vigas de cimentación a lo largo de toda su sección a una profundidad (Df) según el diseño. Asimismo, se empleó el software ETABS v.21 para determinar el peso de la construcción de 3 niveles, tras el estudio de las cargas por piso, consiguiendo los siguientes resultados.

Figura 11

Modelamiento y metrado de cargas estimado en ETABS para una edificación del sistema estructural de dos pisos.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 19

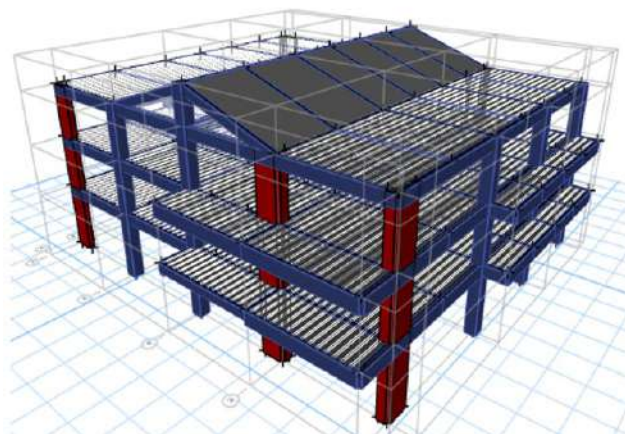
Pesos de entrepiso

	CM (kg)	CV (kg)
PRIMER PISO	492577.75	294896.75
SEGUNDO PISO	382464.43	34691.92
PESO SUB TOTAL	875042.18	329588.67
PESO TOTAL (CM+CV)	1204630.85	

Nota: Elaboración propia

Figura 12

Modelamiento y metrado de cargas estimado en ETABS para una edificación del sistema estructural de tres pisos.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 20

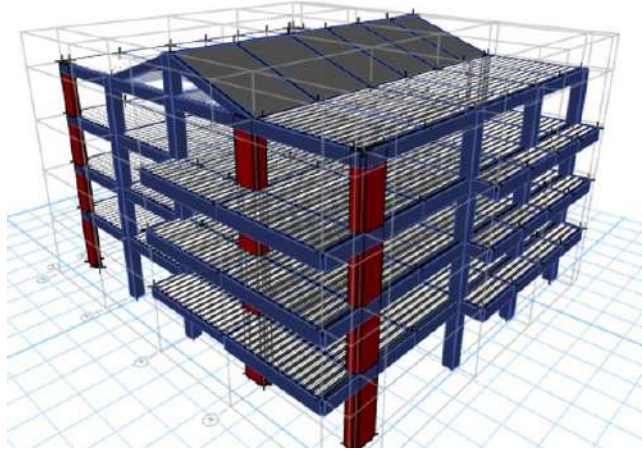
Pesos de entrepiso.

	CM (kg)	CV (kg)
PRIMER PISO	492577.75	294896.75
SEGUNDO PISO	476323.85	291376.75
TERCER PISO	382464.43	34691.92
PESO SUB TOTAL	1351366.03	620965.42
PESO TOTAL	1972331.45	

Nota: Elaboración propia

Figura 13

Modelamiento y metrado de cargas estimado en ETABS para una edificación del sistema estructural de cuatro pisos.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 21

Resumen de resultados de la capacidad admisible para cimentación cuadrada método Terzaghi

	CM	CV
PRIMER PISO	492577.75	294896.75
SEGUNDO PISO	469667.85	277296.75
TERCER PISO	476323.85	291376.75
CUARTO PISO	382464.43	34691.92
PESO SUB TOTAL	1821033.88	898262.17
PESO TOTAL	2719296.05	

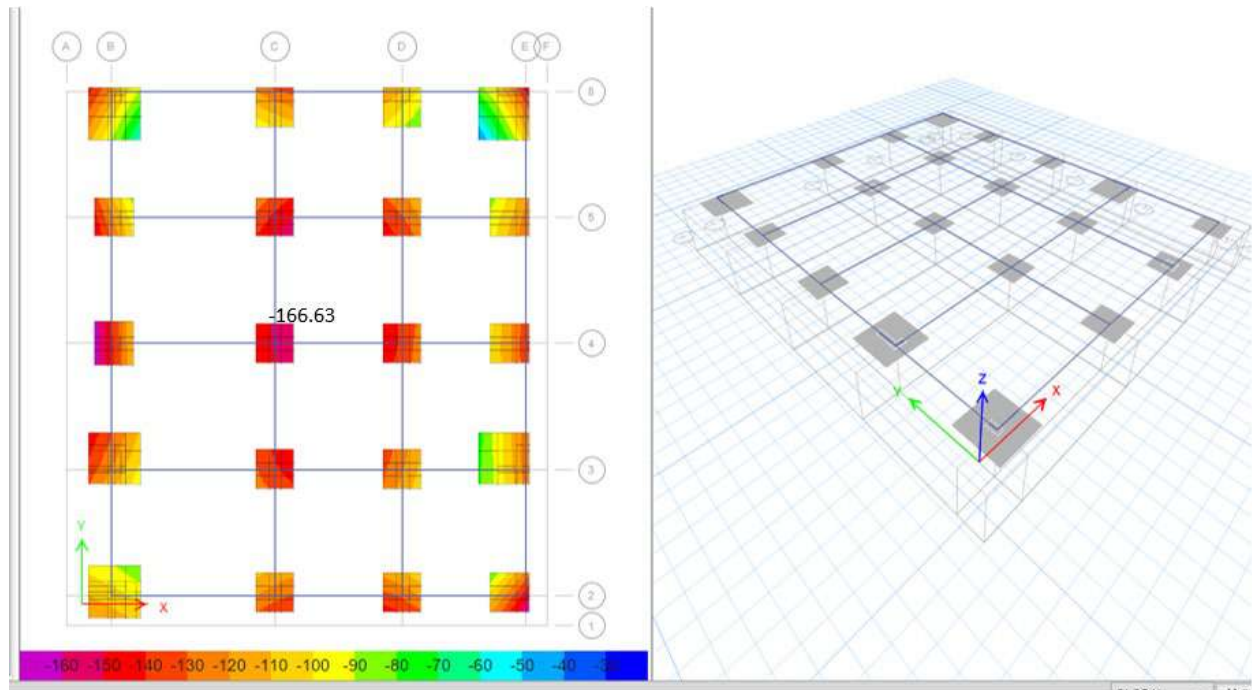
Nota: Elaboración propia

edificación con zapatas aisladas, mezcladas y un emparrillado de cimentaciones en cada uno de los modelos representados en las figuras 8, 9 y 10. Para ello, fue esencial determinar el valor de la capacidad portante, el cual se introdujo en el software para modelar y diseñar la cimentación. Los resultados finales se presentan en las siguientes figuras.

MODELAMIENTO EN SAFE EDIFICACIÓN DE DOS PISOS

Figura 14

Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas aisladas.



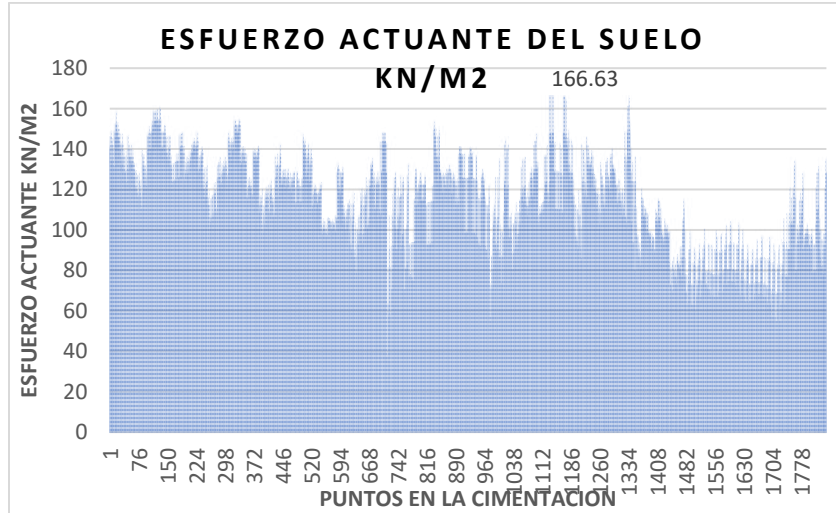
Nota: Elaboración propia.

En la figura 12. Se estima que las cimentaciones de la capacidad máxima del suelo es 166.63 kN/m^2 que es menor a 182.40 kN/m^2 (Q_{adm}) por lo cual, se verifica que si cumple el diseño de cimentaciones.

En las siguientes figuras vemos el esfuerzo actuante del suelo en las zapatas en diferentes puntos y los asentamientos diferenciales del suelo.

Figura 15

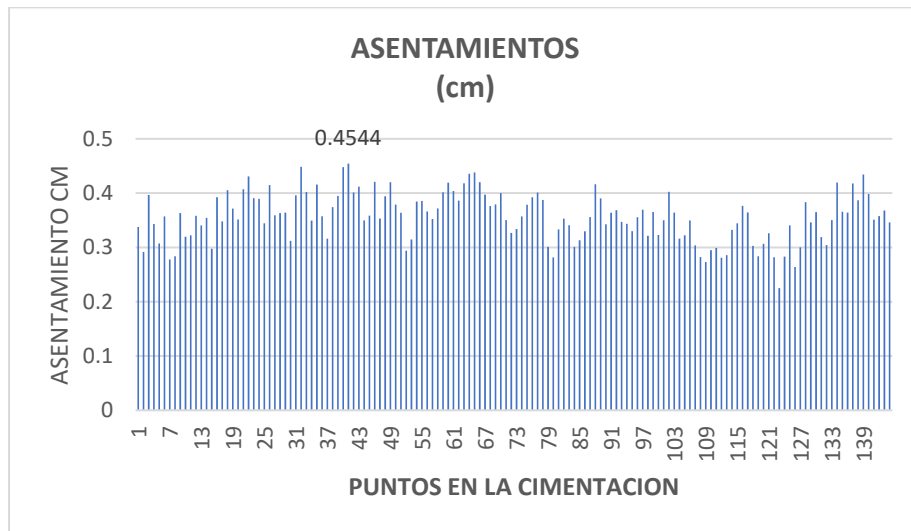
Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.



Nota: Elaboración propia.

Figura 16

Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación

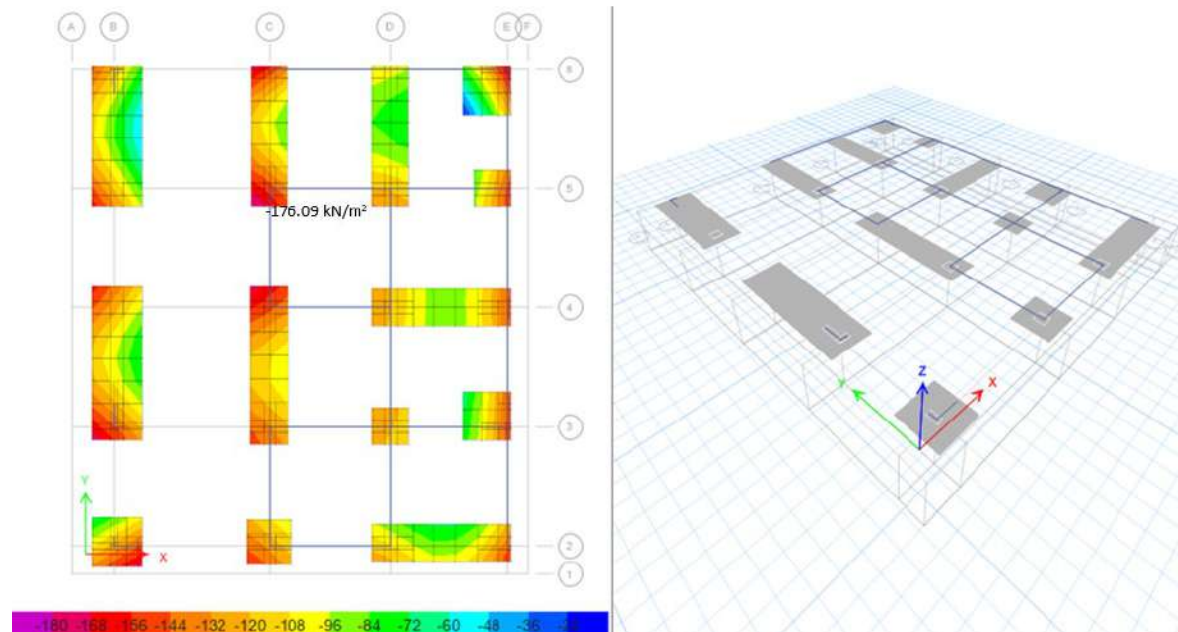


Nota: Elaboración propia.

El asentamiento máximo es 0.4544 cm.

Figura 17

Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas combinadas.



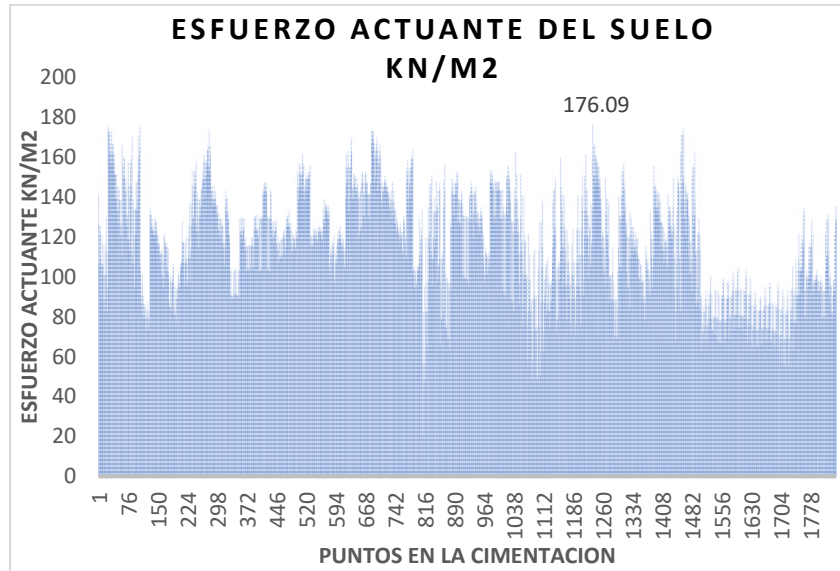
Nota: Elaboración propia.

En la figura 15 Se estima que las cimentaciones de la capacidad máxima del suelo es 176.09 kN/m² que es menor a 182.40 kN/m² (Qadm) por lo cual, se verifica que si cumple el diseño de cimentaciones.

En las siguientes figuras vemos el esfuerzo actuante del suelo en las zapatas en diferentes puntos y los asentamientos diferenciales del suelo.

Figura 18

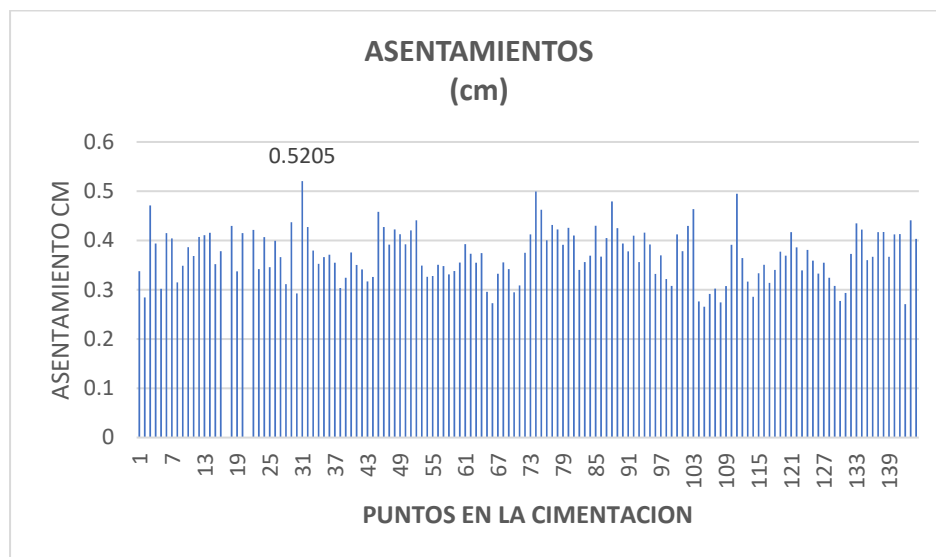
Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.



Nota: Elaboración propia.

Figura 19

Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación

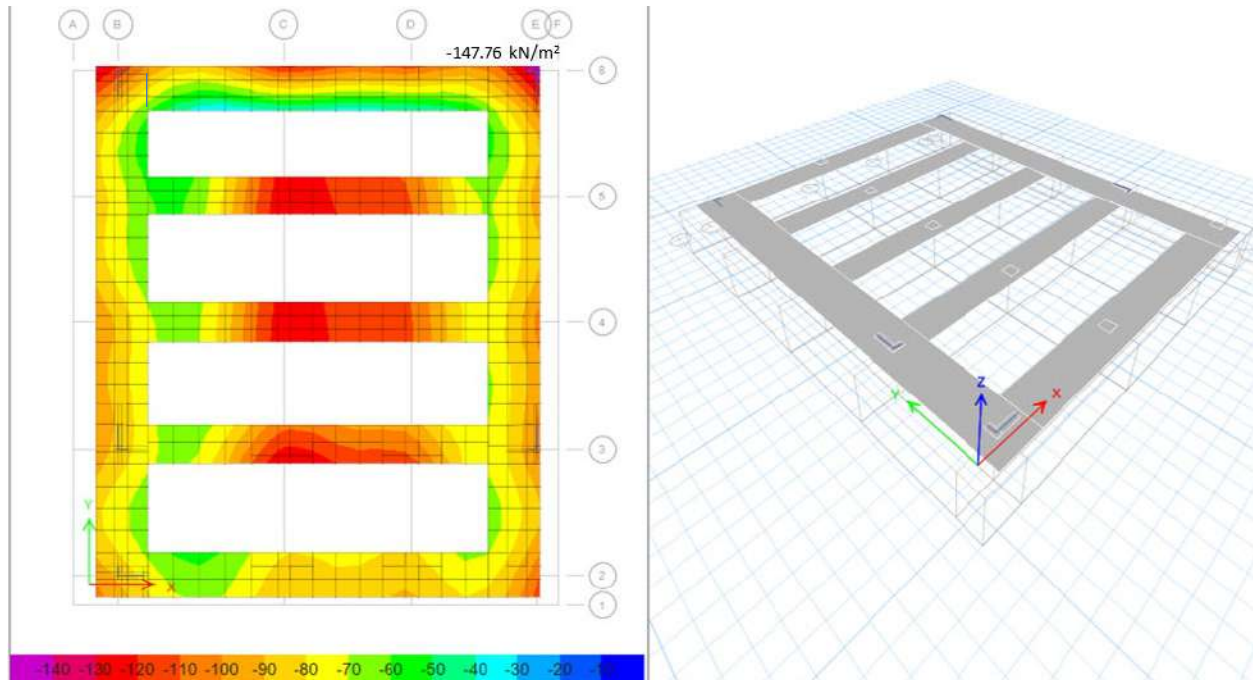


Nota: Elaboración propia.

El asentamiento máximo es 0.5205 cm.

Figura 20

Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas emparrillado de cimentación.



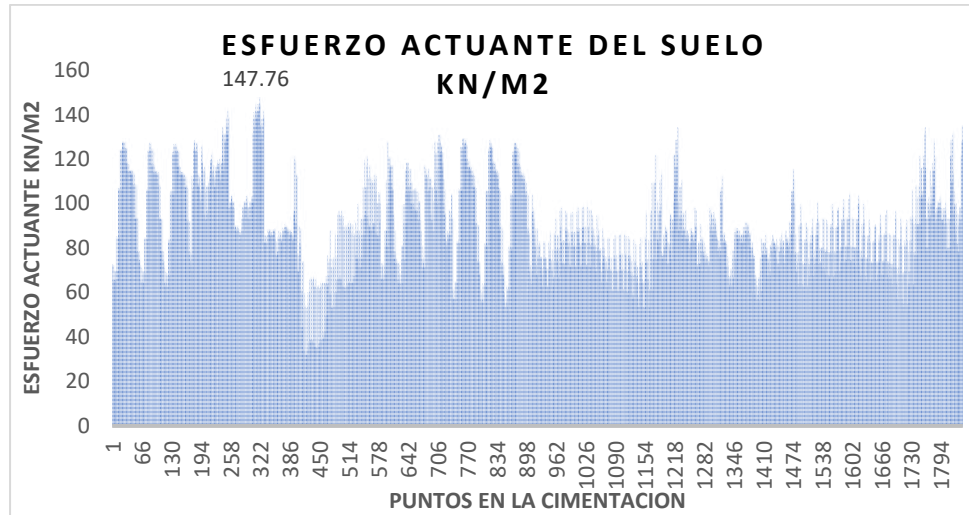
Nota: Elaboración propia.

En la figura 18. Se estima que las cimentaciones de la capacidad máxima del suelo es 147.76 kN/m^2 que es menor a 182.40 kN/m^2 (Q_{adm}) por lo cual, se verifica que si cumple el diseño de cimentaciones.

En las siguientes figuras vemos el esfuerzo actuante del suelo en las zapatas en diferentes puntos y los asentamientos diferenciales del suelo.

Figura 21

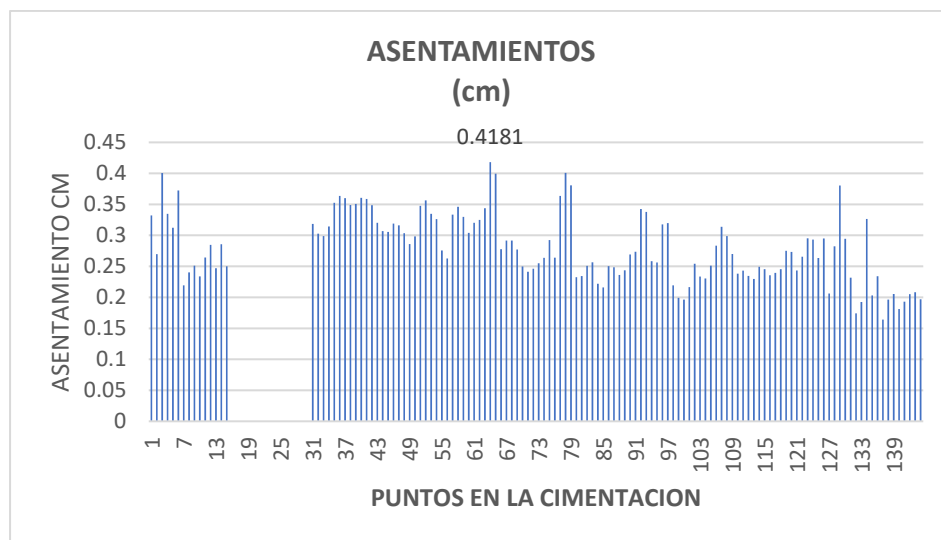
Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.



Nota: Elaboración propia.

Figura 22

Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación



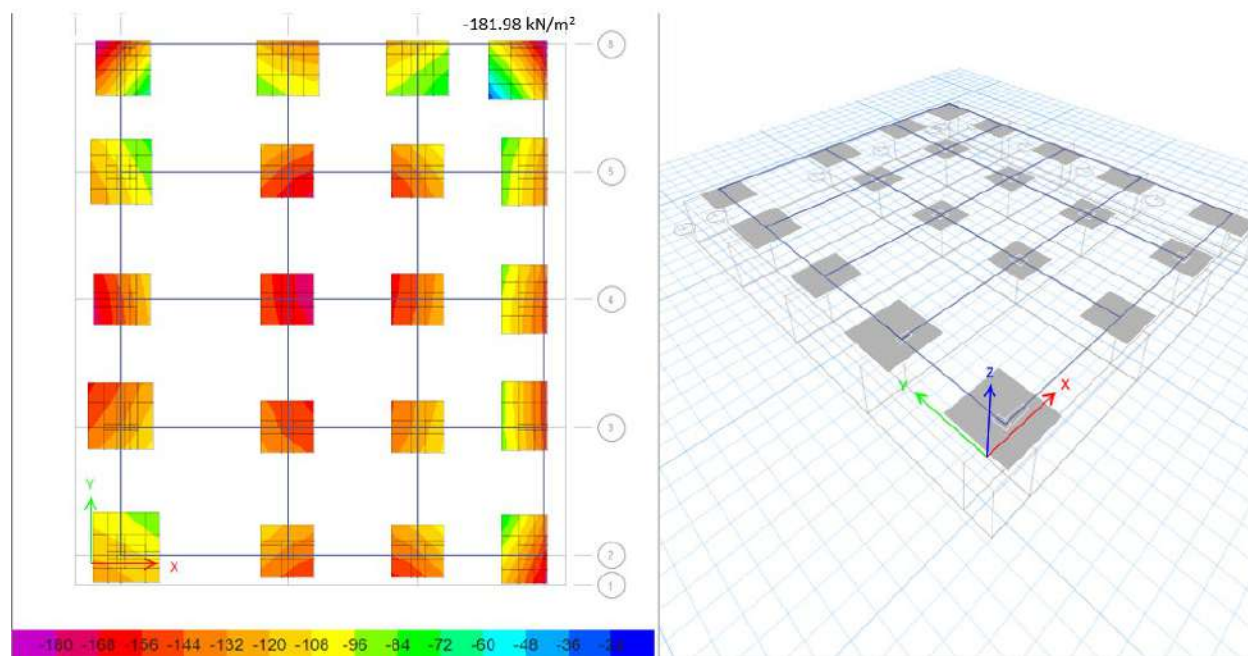
Nota: Elaboración propia.

El asentamiento máximo es 0.4181 cm.

MODELAMIENTO EN SAFE EDIFICACIÓN DE 3 PISOS.

Figura 23

Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas aisladas.



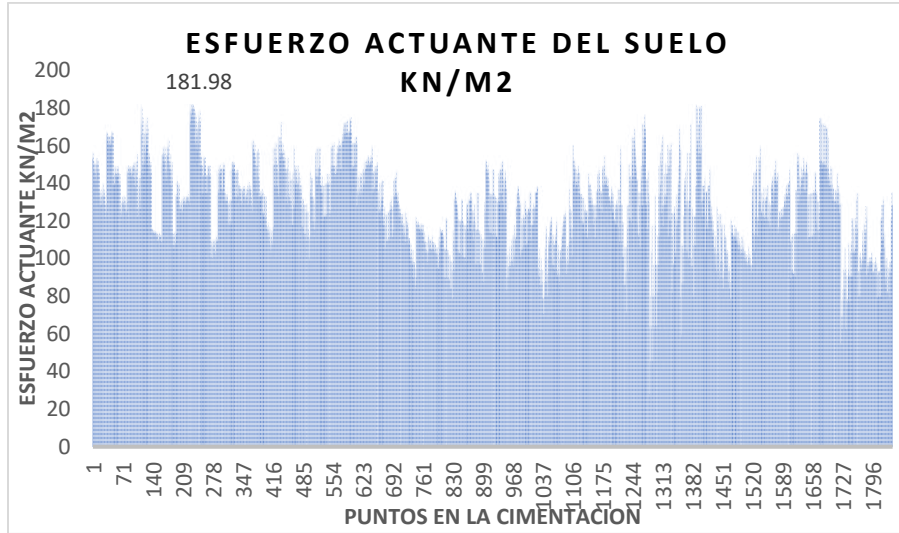
Nota: Elaboración propia.

En la figura 21, Se estima que las cimentaciones de la capacidad máxima del suelo es 181.98 kN/m^2 que es menor a 182.40 kN/m^2 (Q_{adm}) por lo cual, se verifica que si cumple el diseño de cimentaciones.

En las siguientes figuras vemos el esfuerzo actuante del suelo en las zapatas en diferentes puntos y los asentamientos diferenciales del suelo.

Figura 24

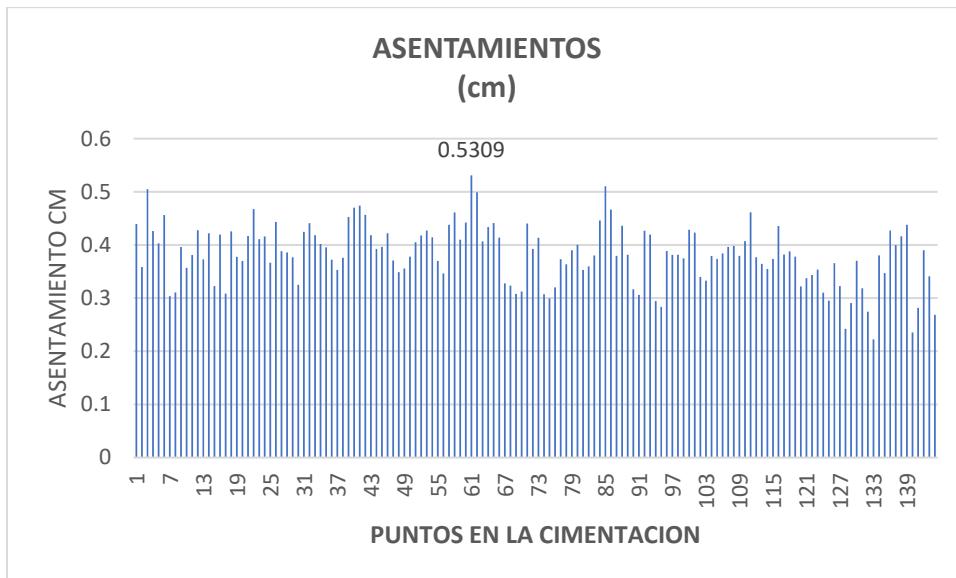
Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.



Nota: Elaboración propia.

Figura 25

Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación.

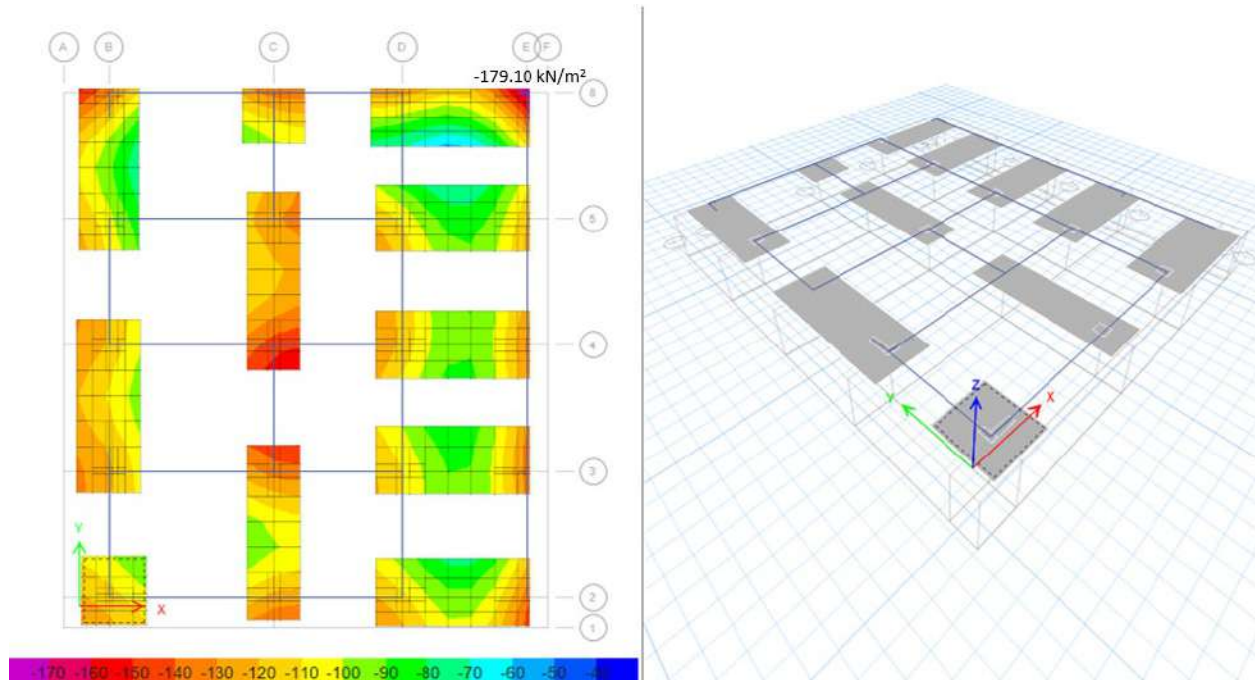


Nota: Elaboración propia.

El asentamiento máximo es 0.5309 cm.

Figura 26

Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas combinadas.



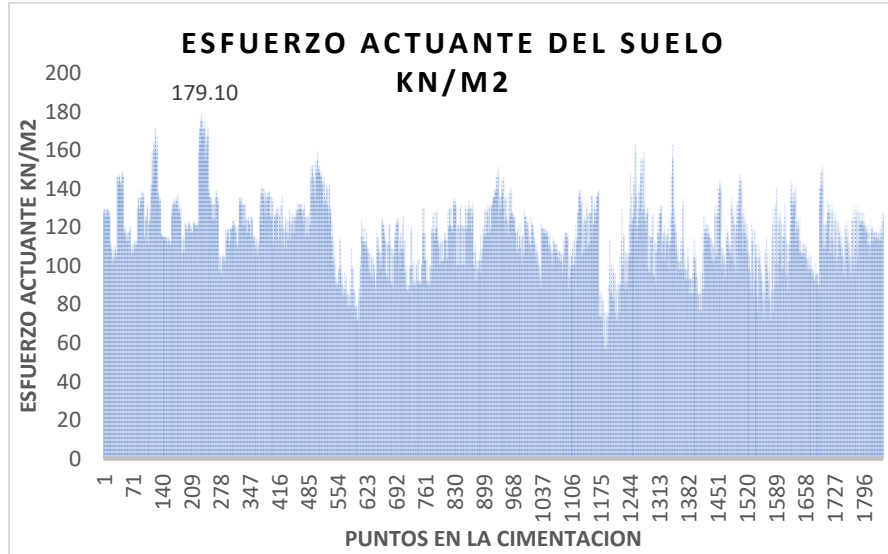
Nota: Elaboración propia.

En la figura 24. Se estima que las cimentaciones de la capacidad máxima del suelo es 179.10 kN/m^2 que es menor a 182.40 kN/m^2 (Q_{adm}) por lo cual, se verifica que si cumple el diseño de cimentaciones.

En las siguientes figuras vemos el esfuerzo actuante del suelo en las zapatas en diferentes puntos y los asentamientos diferenciales del suelo.

Figura 27

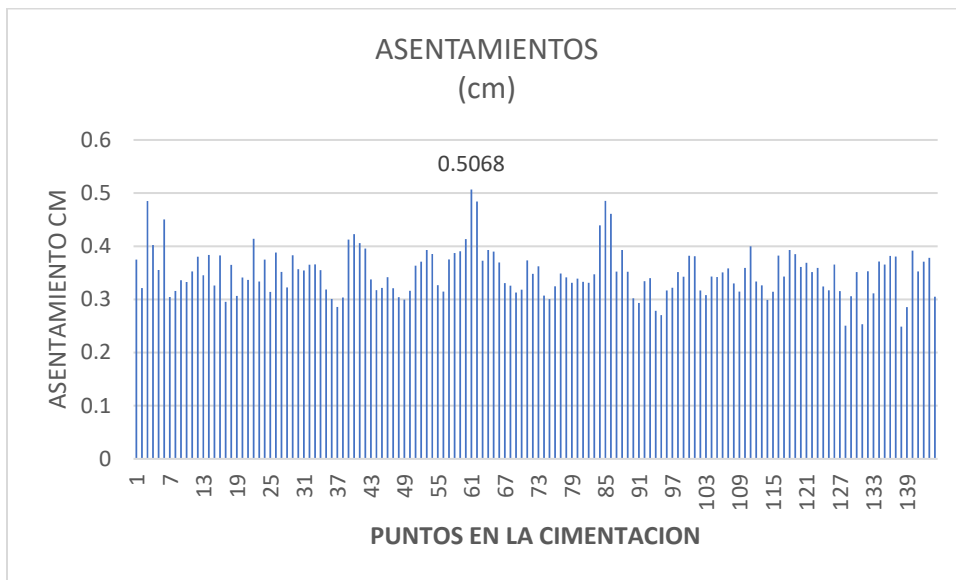
Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.



Nota: Elaboración propia.

Figura 28

Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación

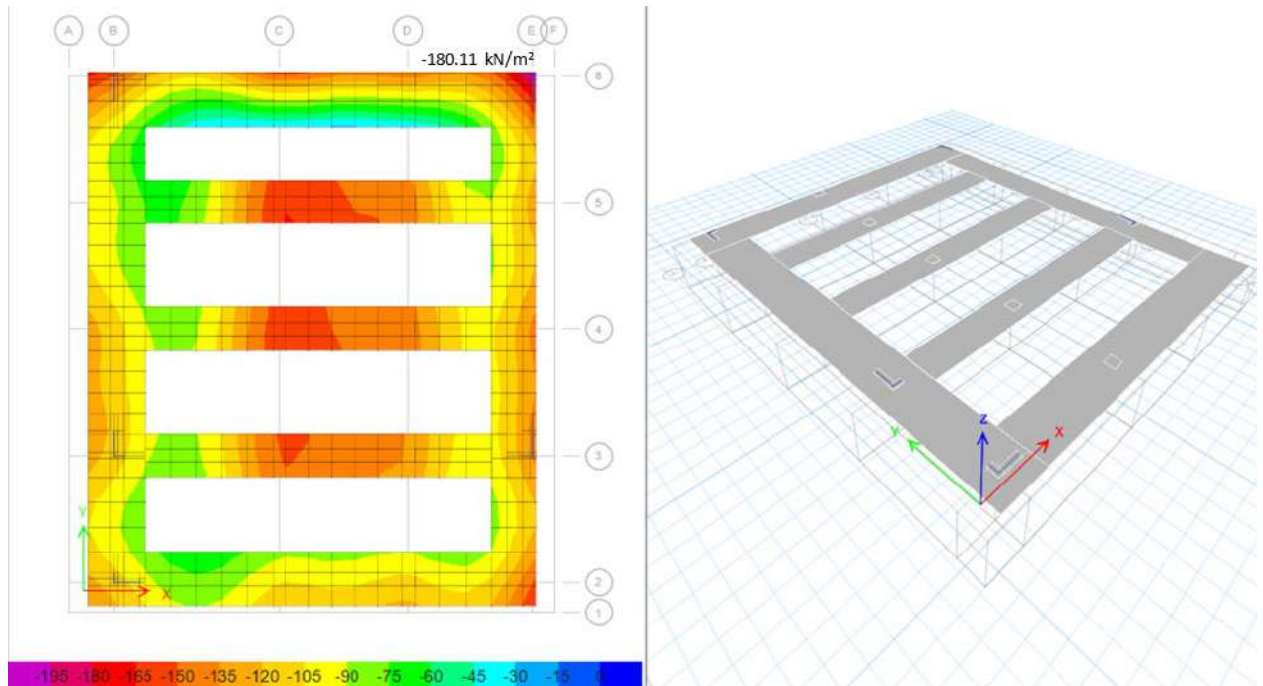


Nota: Elaboración propia.

El asentamiento máximo es 0.5068 cm.

Figura 29

Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas emparrillado de cimentación.



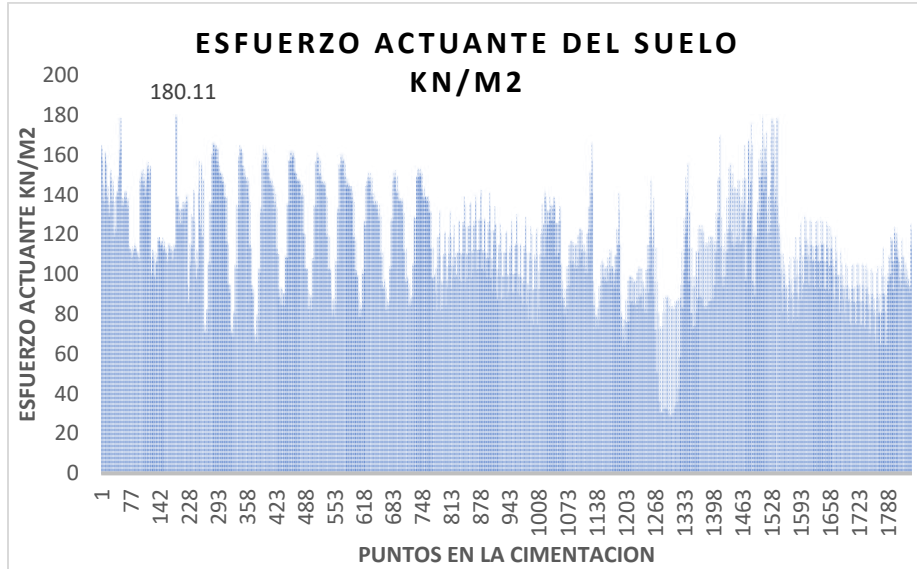
Nota: Elaboración propia.

En la figura 27 Se pueden ver que las cimentaciones de la capacidad máxima del suelo es 180.11 kN/m^2 que es menor a 182.40 kN/m^2 (Q_{adm}) por lo cual, se verifica que si cumple el diseño de cimentaciones.

En las siguientes figuras vemos el esfuerzo actuante del suelo en las zapatas en diferentes puntos y los asentamientos diferenciales del suelo.

Figura 30

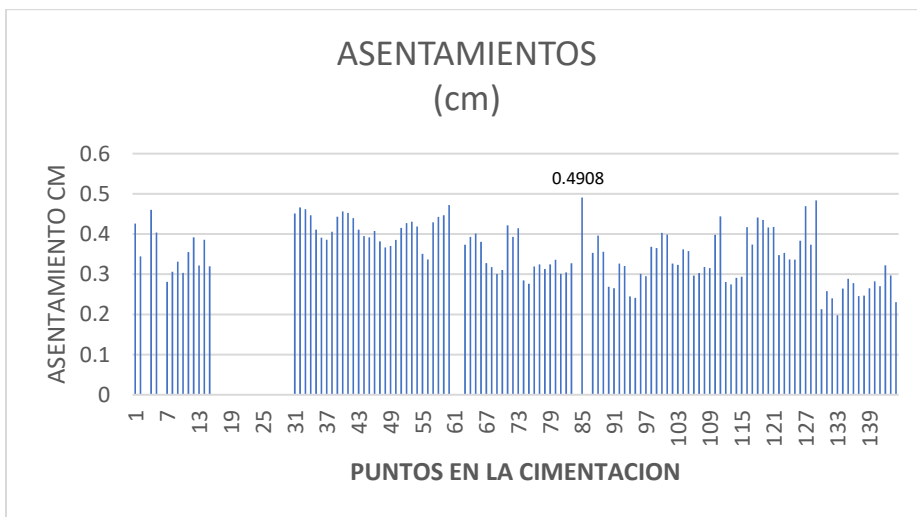
Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.



Nota: Elaboración propia.

Figura 31

Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación



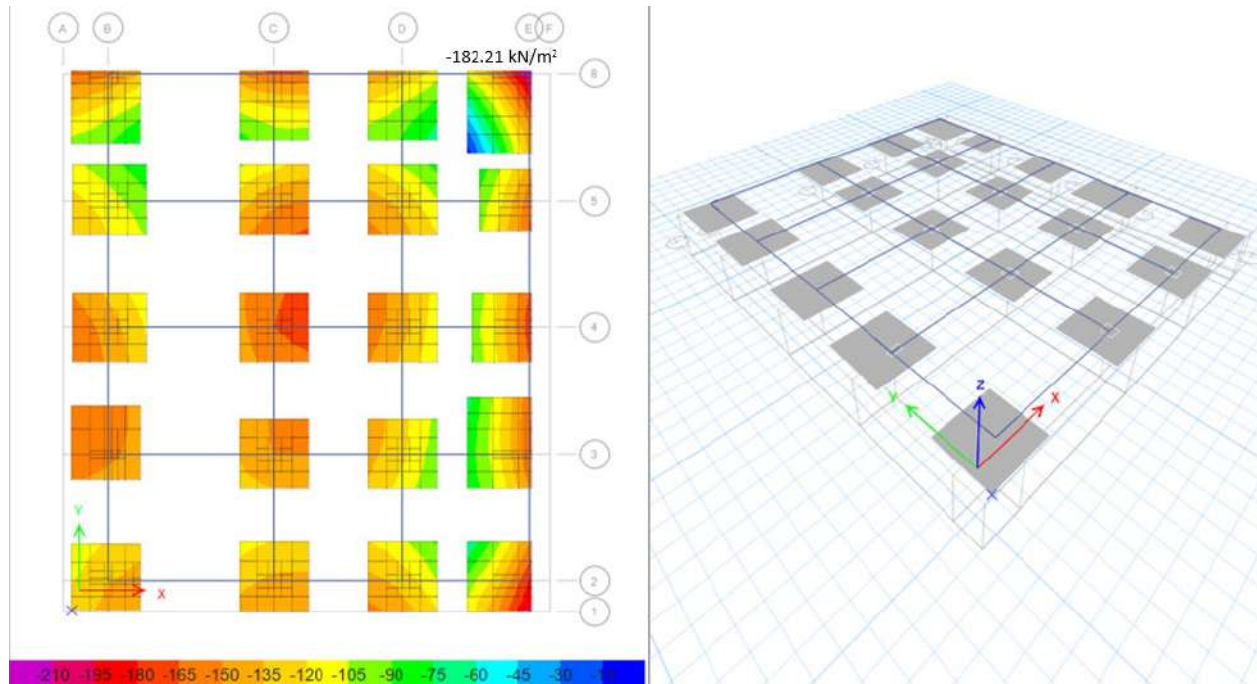
Nota: Elaboración propia.

El asentamiento máximo es 0.4908cm.

MODELAMIENTO EN SAFE EDIFICACIÓN DE CUATRO PISOS

Figura 32

Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas aisladas.



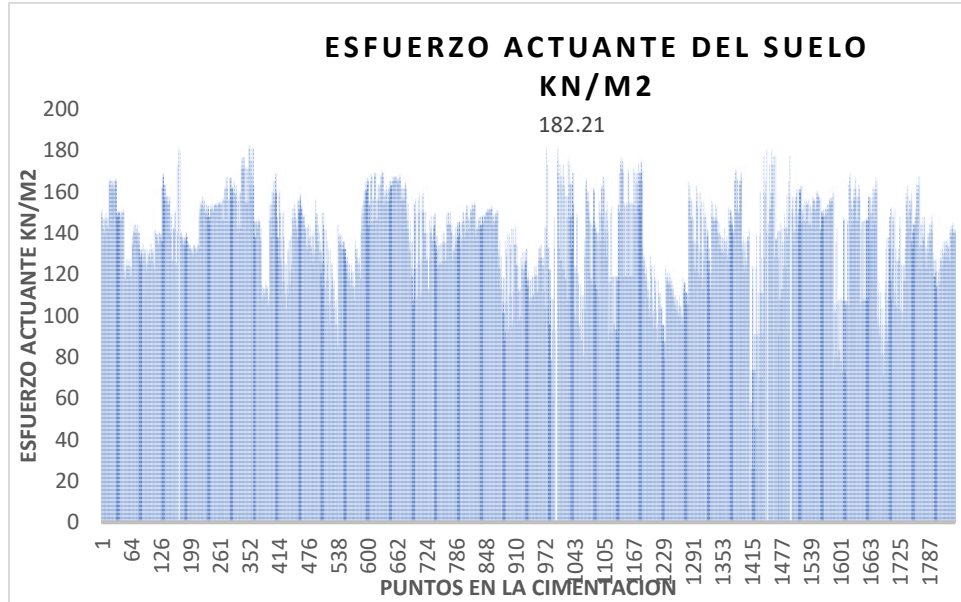
Nota: Elaboración propia.

En la figura 30. Se estima que las cimentaciones de la capacidad máxima del suelo es 182.21 kN/m^2 que es menor a 182.40 kN/m^2 (Q_{adm}) por lo cual, se verifica que si cumple el diseño de cimentaciones.

En las siguientes figuras vemos el esfuerzo actuante del suelo en las zapatas en diferentes puntos y los asentamientos diferenciales del suelo.

Figura 33

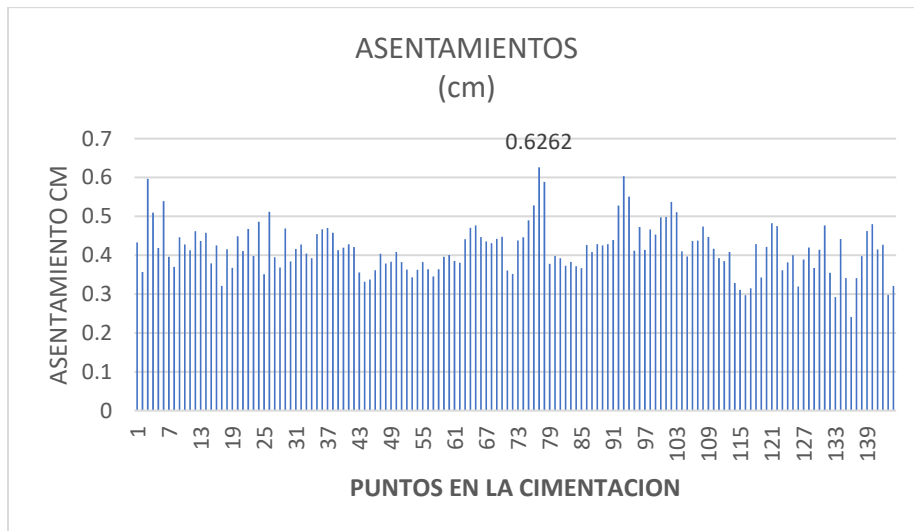
Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.



Nota: Elaboración propia.

Figura 34

Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación

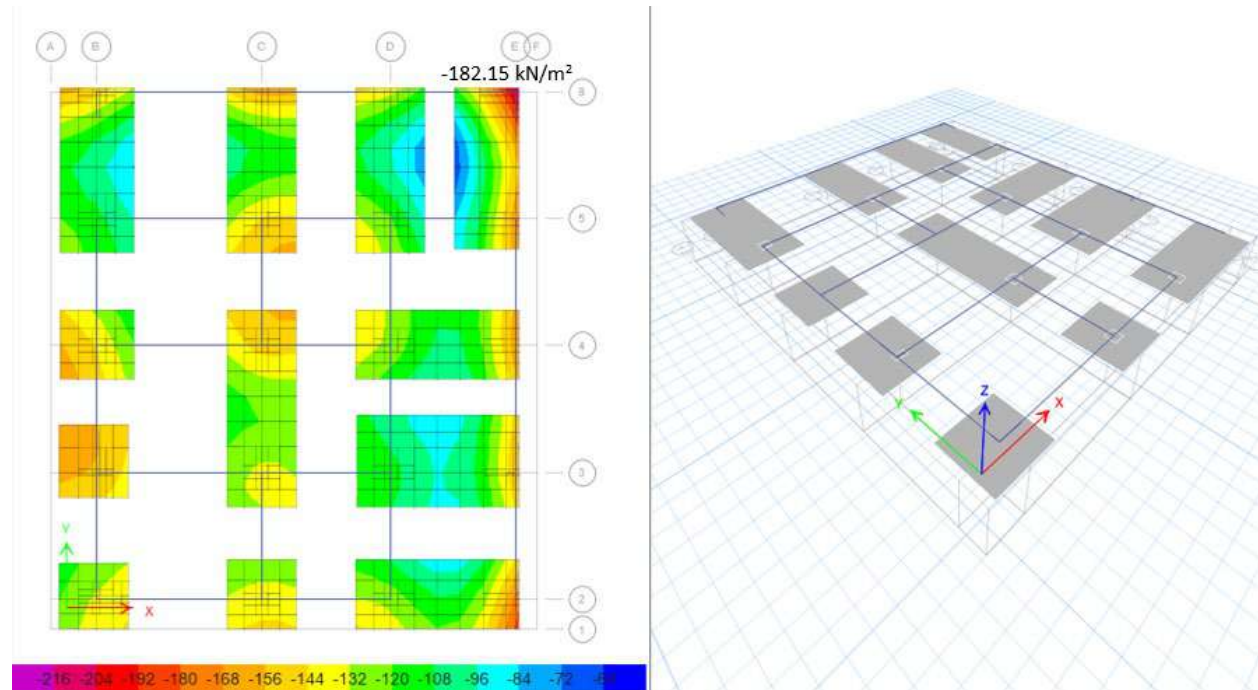


Nota: Elaboración propia.

El asentamiento máximo es 0.6262 cm.

Figura 35

Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas combinadas.



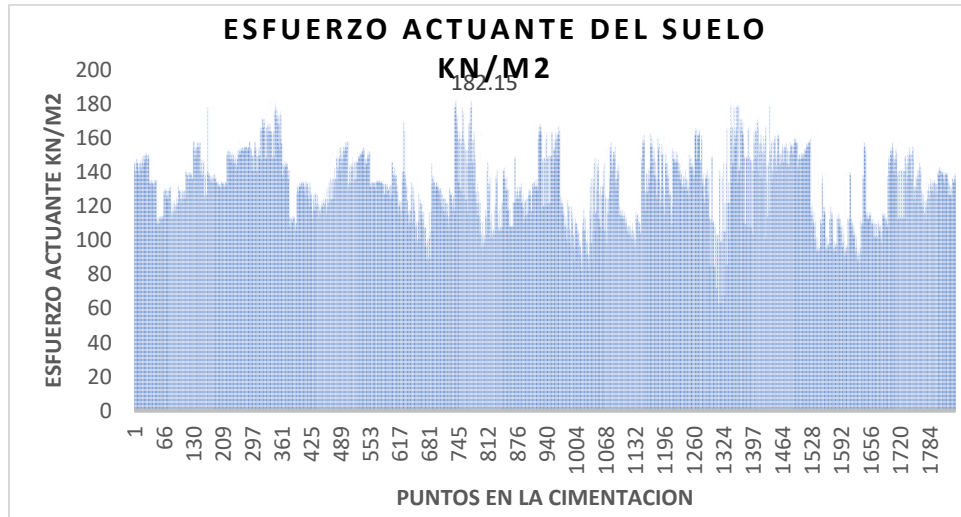
Nota: Elaboración propia.

En la figura 33. Se estima que las cimentaciones de la capacidad máxima del suelo es 182.15 kN/m^2 que es menor a 182.40 kN/m^2 (Q_{adm}) por lo cual, se verifica que si cumple el diseño de cimentaciones.

En las siguientes figuras vemos el esfuerzo actuante del suelo en las zapatas en diferentes puntos y los asentamientos diferenciales del suelo.

Figura 36

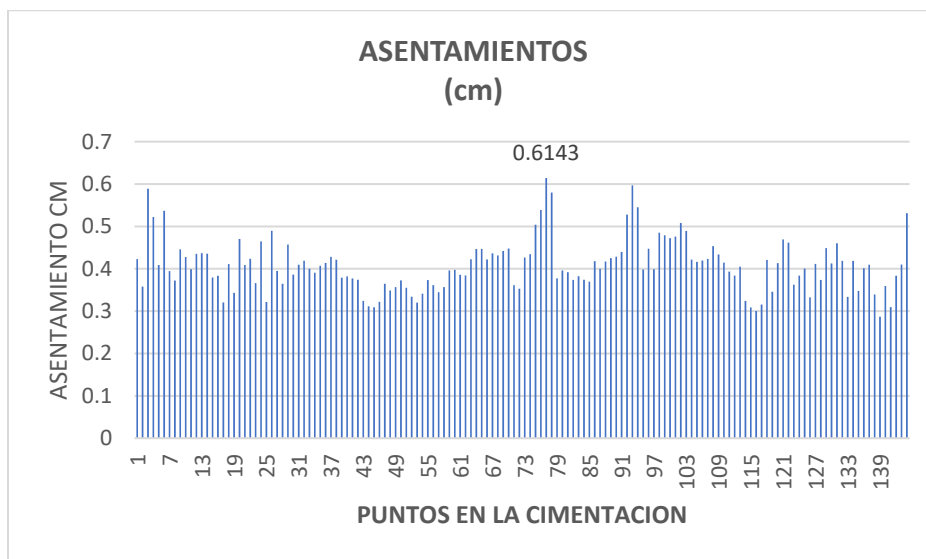
Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.



Nota: Elaboración propia.

Figura 37

Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación

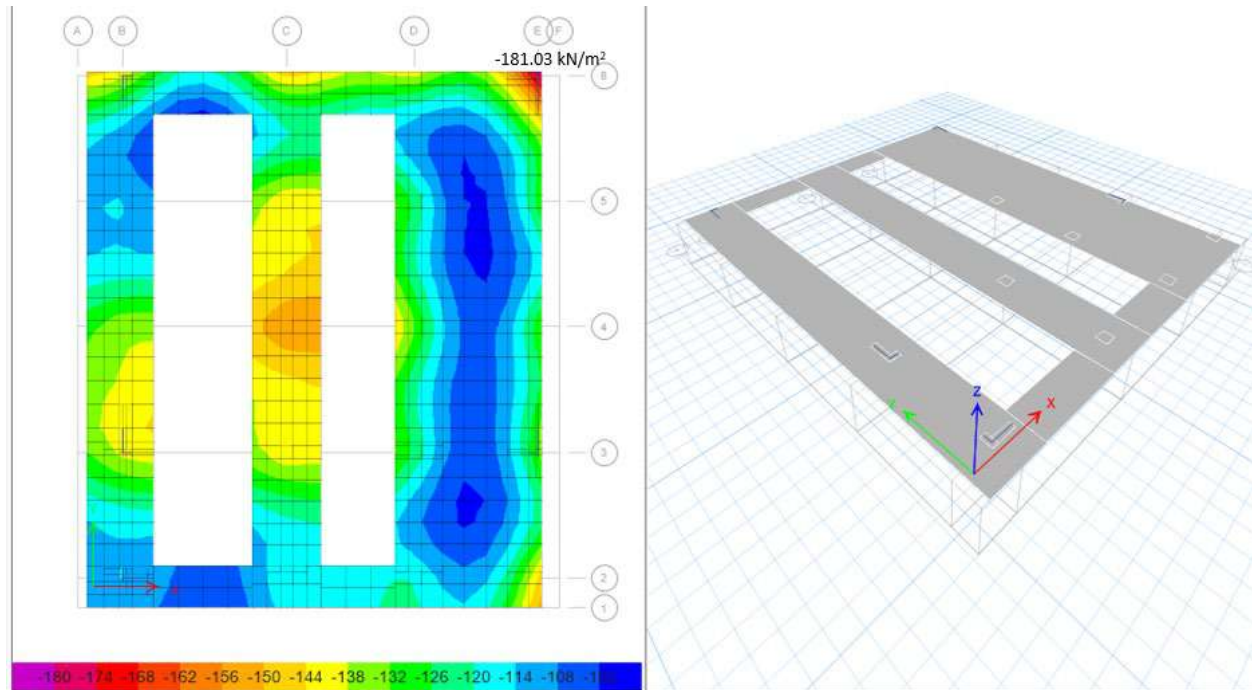


Nota: Elaboración propia.

El asentamiento máximo es 0.6143 cm.

Figura 38

Diagrama de capacidad de carga máxima del suelo – zapatas emparrillado de cimentación.



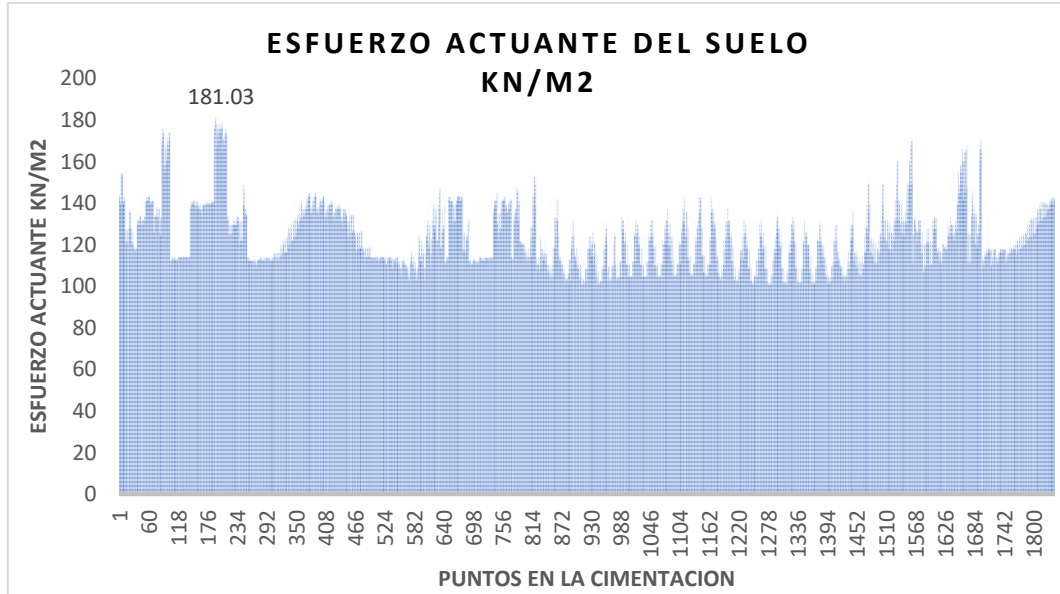
Nota: Elaboración propia.

En la figura 36. Se estima que las cimentaciones de la capacidad máxima del suelo es 181.03 kN/m^2 que es menor a 182.40 kN/m^2 (Q_{adm}) por lo cual, se verifica que si cumple el diseño de cimentaciones.

En las siguientes figuras vemos el esfuerzo actuante del suelo en las zapatas en diferentes puntos y los asentamientos diferenciales del suelo.

Figura 39

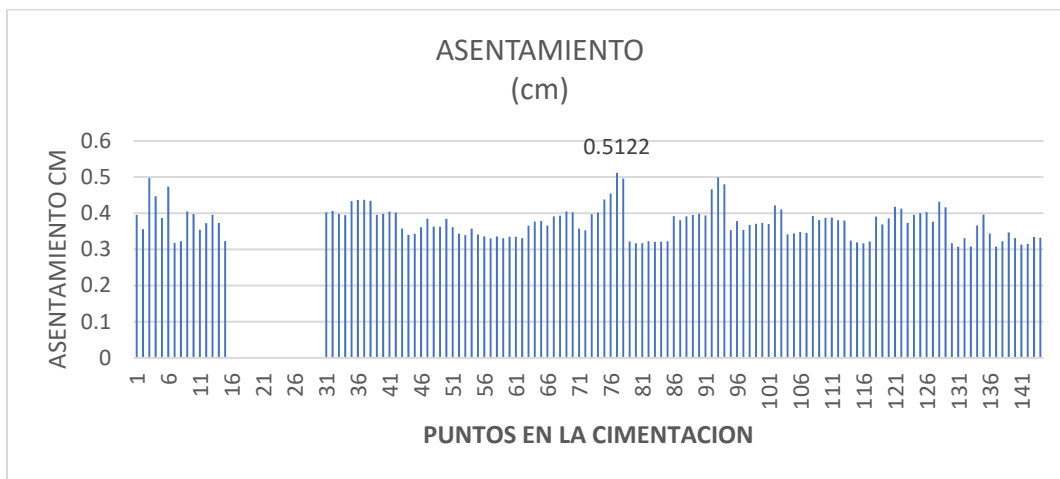
Esfuerzos actuantes en el suelo de cimentación.



Nota: Elaboración propia.

Figura 40

Asentamientos en el suelo de cimentación debido al peso de la edificación.



Nota: Elaboración propia.

El asentamiento máximo es 0.5122 cm.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Discusión de Resultados

Se estableció la capacidad de carga admisible de la superficie para el diseño de cimentaciones de superficies del edificio de la Policía Nacional del distrito de San Miguel.

Siguiendo las directrices de la NTP E050, 2018, se consultó la Tabla N°01 "Tipo de construcción u obra" para establecer el dígito de puntos de exploración, así como la Tabla N°06 para establecer el dígito de puntos de exploración conforme con el área techada se considera la clase de estructura para la edificación de acuerdo con el número de pisos (incluidos sótanos), el cual corresponde a muros portante de albañilería.

Para establecer la capacidad de carga admisible de la superficie se llevó a cabo la exploración a cielo abierto (calicata) y se tomaron muestreos para analizar en el recinto por el método Terzaghi teniendo la carga última y dividiendo por el factor de seguridad 3.0, según lo establecido en la norma E050, teniendo el resumen de resultados tal como indica la tabla N°16, teniendo 2 capacidades de carga admisible: $C-01 = 2.04 \text{ KG/CM}^2 = 200.06 \text{ KN/M}^2$ y $C-02 = 1.86 \text{ KG/CM}^2 = 182.40 \text{ KN/M}^2$, Tomando la carga admisible del suelo el más desfavorable de las 2 exploraciones, lo cual se eligió la calicata C-02, con el que se hizo la proposición de diseño para la edificación de dos, tres y cuatro niveles en los softwares Etabs v21 y Safe v21.

PARA DOS NIVELES:

También se determinó la capacidad de carga aceptable de la superficie para el diseño de la construcción de 2 niveles con zapata aislada en el terreno de la Policía Nacional en el distrito de San Miguel - Puno.

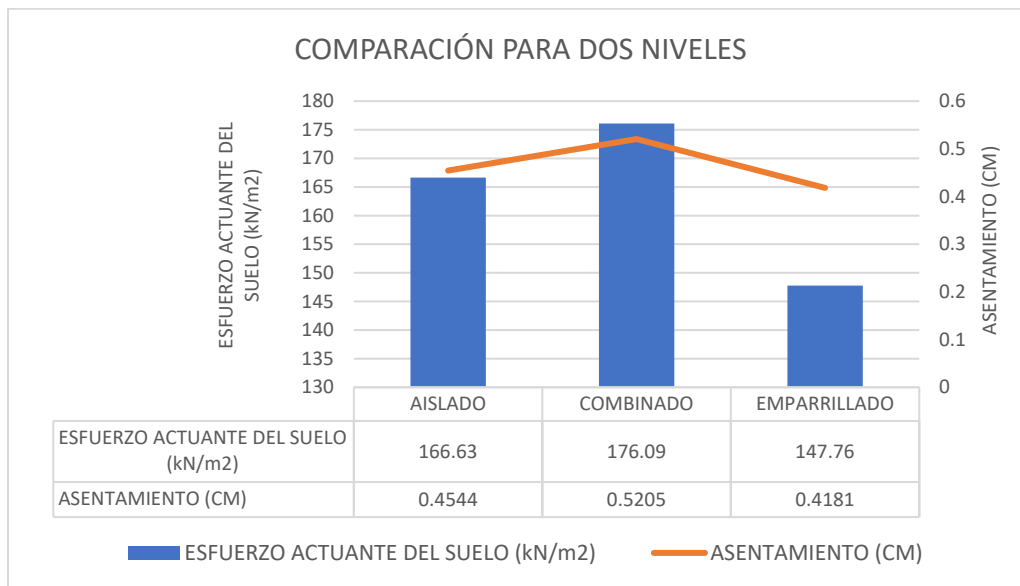
Se examinó la capacidad de carga aceptable de la superficie, que fue de 1.86 KG/CM^2 , junto con el diseño de las cimentaciones superficial del edificio de dos niveles con "zapata aislada" en el terreno de estudio, el dimensionamiento de la zapata se obtuvo que para un $D_f=1.50\text{m}$ (nivel

de desplante), nos dio como resultado que la zapata aislada para cimentaciones cuadradas de 1.50m x 1.50m, nos da un resultado de carga aceptable del suelo $Q_{adm}=1.83\text{kg/cm}^2$, esto quiere decir que mientras las dimensiones de la zapata aislada cuadrada sean mayores o incrementen el Q_{adm} tiende a mejorar.

Según el modelamiento que se realizó para un sistema dual de 591 m² (20x29.55), se tuvo en cuenta zapatas cuadradas acopladas con vigas de cimentaciones en toda su sección a una hondura de 1.50m.

Figura 41

Comparación de las diferentes zapatas aisladas, combinadas y emparrillado de cimentación.



Nota: Elaboración propia.

Tomando como referencia el peso de la edificación que es de 1,204 toneladas, se realizó el modelamiento de cimentaciones superficiales de zapata aislada, zapata combinada y emparrillado de cimentaciones, el cual nos dio los siguientes resultados; en la zapata aislada con un esfuerzo actuante de suelo máximo 166.63kN/m² y su asentamiento máximo de 0.4544cm, para la zapata combinada con un esfuerzo actuante del suelo máximo 176.09kN/m² y su asentamiento máximo

de 0.5205cm, y finalmente para el emparrillado de cimentación con un esfuerzo actuante del suelo máximo 147.76kN/m² y su asentamiento máximo de 0.4181cm. Según la norma el asentamiento máximo permitido en edificaciones es de 2.54cm y nuestro Q_{adm} es 182.40 kN/m², indicando que en el caso del modelamiento realizado para el edificio de dos niveles se obtuvo que los tres tipos de cimentación superficial si cumplen con la norma E.050, asentamiento máximo diferencial de 2.54cm, mas no con lo determinado en la normativa E.030 y E.060 del estatuto nacional de edificaciones, ya que se tiene que para una zapata combinada y emparrillado de cimentación se tiene un sobredimensionamiento en el área mínima requerida según el peso de la edificación por lo tanto se tiene como resultado más optimo el diseño de zapata solitaria con vigas de cimentación.

PARA TRES NIVELES:

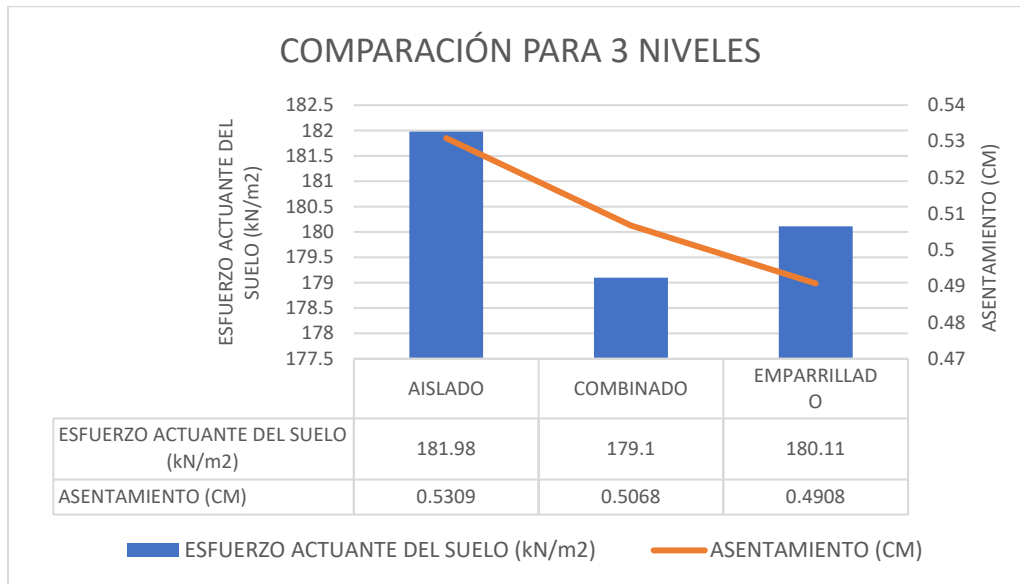
Igualmente se determinó la capacidad de carga aceptable de la superficie para el diseño del edificio de tres niveles con zapata combinada en el terreno de la Policía Nacional en el distrito San Miguel- Puno.

Se examinó la capacidad de carga aceptable del suelo $C-02 = 1.86 \text{ KG/CM}^2$ y el diseño de cimentaciones superficiales del edificio de tres niveles con “zapata combinada” debido que en el terreno de estudio, el dimensionamiento de la zapata combinada se realizó por la excentricidad que se tiene entre zapatas aisladas y que para un $D_f=1.50\text{m}$ (nivel de desplante), nos dio como resultado que la zapata combinada guarda relación con el punto de utilización de las cargas actuantes y esto concuerde con el centro de gravedad de las zapatas y pueda tener una reacción uniforme repartida en el terreno de estudio.

Según el modelamiento que se realizó para un sistema dual de 591 m² (20x29.55), se tuvo en cuenta zapatas combinadas (cuadradas y rectangulares) acopladas con vigas de cimentaciones en toda su sección a una hondura de 1.50m.

Figura 42

Comparación de las diferentes zapatas aisladas, combinadas y emparrillado de cimentación.



Nota: Elaboración propia.

Tomando como referencia el peso de la edificación que es de 1,972 toneladas, se realizó el modelamiento de cimentaciones superficiales con zapata aislada, zapata combinada y emparrillado de cimentaciones, el cual nos dio los siguientes resultados; que la zapata aislada tiene un esfuerzo actuante del suelo máximo de 181.98kN/m² y su asentamiento máximo de 0.5309cm, para la zapata combinada con un esfuerzo actuante del suelo máximo 179.10kN/m² y su asentamiento máximo de 0.5068cm y finalmente para el emparrillado de cimentación con un esfuerzo actuante del suelo máximo 180.11kN/m² y su asentamiento máximo de 0.4908cm. Según la norma el asentamiento máximo permitido en edificaciones es de 2.54cm y nuestro Q_{adm} es 182.40 kN/m², indicando que en el caso del modelamiento realizado para el edificio de tres niveles se obtuvo que los tres tipos de cimentación superficial si cumplen con la norma E.050 - Suelos, asentamiento máximo diferencial de 2.54cm, ya que se tiene que para una zapata aislada se tiene que aumentar el dimensionamiento en las zapatas, en la figura N° 23 se tiene que la capacidad de carga aceptable

del suelo tienen mayor esfuerzos actuantes, también se obtuvo que para una zapata combinada tenemos que los esfuerzos actuantes son repartidas uniformemente entre las zapatas (cuadras y rectangulares) esto con el fin de repartir de manera uniforme el peso de la edificación, finalmente se tiene emparrillado de cimentación se tiene un sobredimensionamiento en el área mínima requerida según el peso de la edificación por lo tanto, se tiene como resultado más óptimo el diseño de zapata mixta con vigas de cimentaciones.

PARA CUATRO NIVELES:

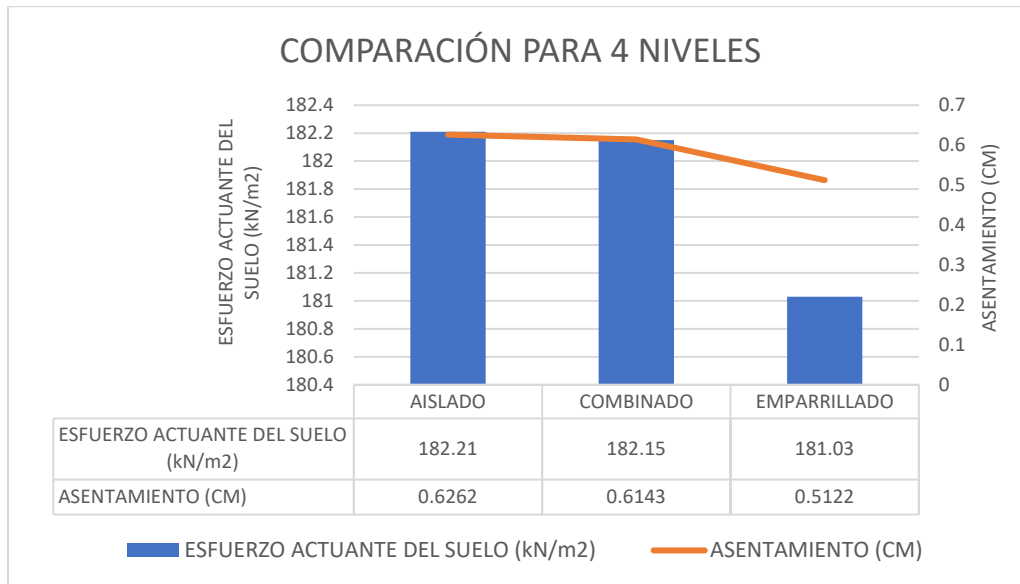
Y finalmente se determinó la capacidad de carga aceptable de la superficie para el diseño del edificio de cuatro niveles con emparrillado de cimentaciones en el terreno de la Policía Nacional en el distrito San Miguel - Puno.

Se analizó la capacidad de carga aceptable de la superficie $C-02 = 1.86 \text{ KG/CM}^2$ y el diseño de cimentaciones de superficies del edificio de cuatro niveles con “Emparrillado de Cimentación” en el terreno de estudio, el dimensionamiento de la zapata se obtuvo que para un $D_f=1.50\text{m}$ (nivel de desplante), nos dio como resultado que el emparrillado de cimentación guarda relación con el peso de la edificación ya que el punto de diligencia de las cargas actuantes se reparte de manera uniforme en todo el área de las cimentaciones y esto coincide con el centro de gravedades de toda las cimentaciones planteada.

Según el modelamiento que se realizó para un sistema dual de 591 m^2 (20×29.55), se consideró un emparrillado de cimentación (zapatas rectangulares) conectadas entre sí.

Figura 43

Comparación de las diferentes zapatas aisladas, combinadas y emparrillado de cimentación.



Nota: Elaboración propia.

Tomando como referencia el peso de la edificación que es de 2,719 toneladas, se realizó el modelamiento de cimentación superficial de zapata aislada, combinada y emparrillado de cimentación, el cual nos dio los siguientes resultados; en la zapata aislada con un esfuerzo actuante de suelo máximo 182.21kN/m² y su asentamiento máximo de 0.6262cm, para la zapata combinada con un esfuerzo actuante del suelo máximo 182.15kN/m² y su asentamiento máximo de 0.6143cm, y finalmente para el emparrillado de cimentación con un esfuerzo actuante del suelo máximo 181.03kN/m² y su asentamiento máximo de 0.5122cm. Según la norma el asentamiento máximo permitido en edificaciones es de 2.54cm y nuestro Q_{adm} es 182.40 kN/m², indicando que en el caso del modelamiento realizado para el edificio de cuatro niveles se obtuvo que los tres tipos de cimentación superficial si cumplen con la norma E.050 - Suelos, asentamiento máximo diferencial de 2.54cm, ya que se tiene que para una zapata aislada se tiene que aumentar el dimensionamiento en las zapatas, en la figura N° 32 se tiene que la capacidad de carga aceptable del suelo tienen mayores esfuerzos actuantes, también se obtuvo que para una zapata combinada tenemos esfuerzos

repartidos uniformemente pero aún se tiene que sobredimensionar para que cumpla, finalmente se tiene que la cimentación superficial emparrillado de cimentación cumple con el área mínima requerida repartidas uniformemente entre las zapatas rectangulares esto con el fin de repartir de manera uniforme el peso de la edificación y que estén unidas entre si, finalmente se tiene como resultado más optimo el diseño de emparrillado de cimentación.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. CONCLUSIONES

Por lo tanto, el tipo de superficie de la zona de estudio es limo de baja comprensibilidad (ML) teniendo una capacidad portante del suelo Q_{adm} 200.06kN/m² y 182.40kN/m² con ello proponiendo 3 tipos de cimentaciones superficiales (zapata combinada, emparrillado de cimentaciones y zapata aislada,) dependiendo al peso de la edificación a considerar por lo tanto podemos decir que:

Para el modelamiento de dos niveles con zapatas aislada y la capacidad portante de la superficie de 182.40kN/m², es óptimo para su ejecución siguiendo las normativas vigentes del estatuto nacional de construcciones RNE, E.030, E.050 y E.060, y también para el tipo de superficie de limo con baja comprensibilidad tenemos que con zapatas aisladas con un dimensionamiento de 1.50x1.50m a una hondura de 1.50m, el diseño de zapata aislada se obtuvo que la capacidad admisible del suelo aumenta con relación al ancho de la cimentación teniendo valores de 1.75kg/cm² para un ancho de 1.80 y de 1.74kg/cm² para un ancho de 1.50m.

Para el modelamiento de tres niveles con zapatas combinada la capacidad portante de la superficie es de 182.40kN/m² es óptimo para su ejecución siguiendo las normativas vigentes del estatuto nacional de construcciones RNE, E.030, E.050 y E.060, también teniendo un suelo de limo con baja comprensibilidad tenemos que las zapatas combinadas con una base 2.50m se tiene una capacidad aceptable de 2.05kg/cm², y mientras el nivel de desplante aumente o sea mayor a 1.50m, la capacidad aceptable del suelo tiende a aumentar con respecto al aumento de profundidad del nivel desplante.

finalmente, el modelamiento de cuatro niveles con emparrillado de cimentación la capacidad portante del de 182.40kN/m², es óptimo para su ejecución siguiendo las normativas

vigentes del estatuto nacional de construcciones RNE, E.030, E.050 y E.060, y tenemos que un nivel de desplante de 2.70 se posee una capacidad aceptable de 1.80 kg/cm², y para un nivel de desplante de 2.90m se tiene una capacidad de 2.01 kg/cm², por lo que existe una tendencia de aumento de la capacidad de carga aceptable con respecto al aumento de profundidad de desplante

Por último, tener en cuenta que los niveles freáticos en la zona de estudio según el estudio de superficie son a 2.00m de profundidad, por lo que se concluye que para futuras construcciones considerar un mejoramiento de la cimentación superficial con una sub-zapata de 40 cm a 60 cm según el tipo de zapatas se utilice para edificaciones similares ya que este evitara el contacto directo con el nivel freático.

6.2. RECOMENDACIONES

Que de acuerdo con la capacidad portante máxima obtenido de 182.40kN/m² se recomienda que para otros tipos de edificación aledaños (viviendas u otros usos), tengan en cuenta que pueden tomar en cuenta el tipo de superficie y la capacidad portante de la superficie, ya que la categoría de la edificación que se utilizó en la investigación es de categoría A=edificaciones esenciales y la construcción de comisarias demanda otro tipo de cargas vivas y sobre cargas.

Se recomienda que para futuros trabajos de investigación y construcciones iguales o similares tomar en cuenta que para edificaciones mayor a 4 niveles se puede tomar en cuenta hacer un mejoramiento del suelo y hacer una capa impermeable con aditivos ya que los niveles freáticos en la zona de estudio son a 2.00m de profundidad.

Se recomienda realizar el dimensionamiento de la cimentación conforme con el peso de la construcción y la capacidad de carga aceptable de la superficie, por lo tanto la presente investigación utilizo zapatas aisladas con vigas de cimentaciones, zapatas combinadas con vigas

de cimentaciones y zapatas de emparrillado de cimentación, esto proporcionalmente al peso de la edificaciones o número de pisos, tratando de mantener un ancho de cimentación de 1.50m para todos los casos, ya que la capacidad portante a mayor ancho aumenta.

Se recomienda realizar el desplante a una altura de 2.00m referente al terreno, para la edificación de la Policía Nacional si este fuese de 4 niveles, 3 niveles y 2 niveles el desplante puede ser reducido dependiendo de la verificación de tipo de cimentaciones, de la capacidad portante aceptable calculada y la comprobación de estabilidad de la estructura, ya que se considera una buena capacidad admisible.

REFERENCIAS

7.1.Fuentes Documentales

- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2020). Norma E. 020 Cargas. Recuperado de <http://surl.li/ujxmg>
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2020). Norma E. 030 Diseño Sismorresistente. Recuperado <http://surl.li/ujxmi>
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2020). Norma E. 030 Diseño Sismorresistente. Recuperado de <http://surl.li/ujxmj>
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2020). Norma E. 050 Suelos y Cimentaciones. Recuperado de <http://surl.li/ujxmk>.
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2020). Norma E. 060 Concreto Armado. Recuperado de <http://surl.li/ujxml>
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2020). Norma E. 070Albañilería. Recuperado de <http://surl.li/ujxmm>

7.2.Fuentes bibliográficas

- Berrocal Canchari, J. C. (2013). Métodos Analíticos Y Numéricos Utilizados En El Diseño De Cimentaciones Superficiales Teniendo En Cuenta Su Relación Con El Suelo. Universidad Nacional De Ingeniería. Lima – Perú.
- Braja M. (2002). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Editorial THOMSON LEARNIN, primera edición.
- Braja, M. (2006). Principio de Ingeniería de Cimentaciones, 5a. ed. Ed. THOMSON. México.

- Calavera, J. (2003). *Patologías de Estructuras de Concreto Armado*. INTEMAC – España.
- Cruz Calapuja, N. A. (2016). *Análisis Geotécnico Y Propuesta De Cimentaciones Sobre Rellenos En La Zona Nor – Oeste De La Ciudad De Juliaca*. Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez”. Juliaca – Perú.
- Juárez, E & Rico, A. (2000). *Mecánica de Suelos, Tomo III. Flujo de Agua en suelos*. Editorial LIMUSA.
- Lambe, T. & Whitman, R. (1990). *Mecánica de Suelos*, Editorial LIMUSA, México D.F.
- Laura Huanca, S. (2016). *Evaluación de la capacidad de pronóstico de los métodos para anticipar el comportamiento mecánico de los suelos lacustres en la Bahía de Puno, Para Cimentaciones Superficiales*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú.
- Rivva, E. (2014). *Concreto – Diseño de Mezclas*. 3ra, Edición. Editorial ICG. Perú.
- Rodríguez Jaque, G. & Aguilera Gutiérrez, C. (2008). *Humedad Proveniente Del Suelo En Edificaciones*. Universidad de Chile. Santiago – Chile.
- Teniente Paucar, A. J. (2016). *Análisis Comparativa de la Capacidad de Carga Utilizando los Métodos de Terzaghi y Meyerhof, para el Diseño de Cimentaciones Rasas en Base a las Propiedades del Suelo de Inquilpata, Distrito de Anta, en la Universidad Andina del Cusco, Cusco - Perú*.
- Carrasco Díaz, S. (2006). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.
- Yanapa Mamani, E. A., & Aquis Calloapaza, J. C. (2017). *Zonificación Geotécnica y resistencia de suelos para cimientos superficiales en la región noroeste de Juliaca*.

Angulo Encinas, R., & Atencio Paniagua, V. H. (2021). Determinación de la carga máxima permisible para las bases poco profundas en la Zona 12 de San Antonio, en el distrito de G. Albarracín, provincia de Tacna, durante el año 2020.

(Sosa Cori, E. H, 2021) “Análisis geotécnica utilizada en la planificación de cimientos rasos para residencias unifamiliares en la zona alta del centro urbano de Jancao, en el municipio de Amarilis, Huánuco, en el año 2020.”

7.3.Fuentes hemerográficas

Guanchez, E. (Marzo de 2020). Asentamientos en Bases Superficiales. Planificación Geotécnica y Estructural de Bases para Construcciones y Viaductos. Programa académico impartido por Sísmica capacitación, en Barcelona, España.

7.4.Fuentes Electrónicas

Guanchez, E. (2012, marzo). Diseño estructural de Fundaciones Superficiales. Sísmica Magazine. Recuperado de <http://surl.li/ujxmo>

De Stefani, M., Matheus, G. & Guanchez, E. (2012, octubre). Mejoramiento de la Capacidad Portante en Suelos para Diseño de Fundaciones Superficiales. Sísmica Magazine. Recuperado de <http://surl.li/ujxmp>

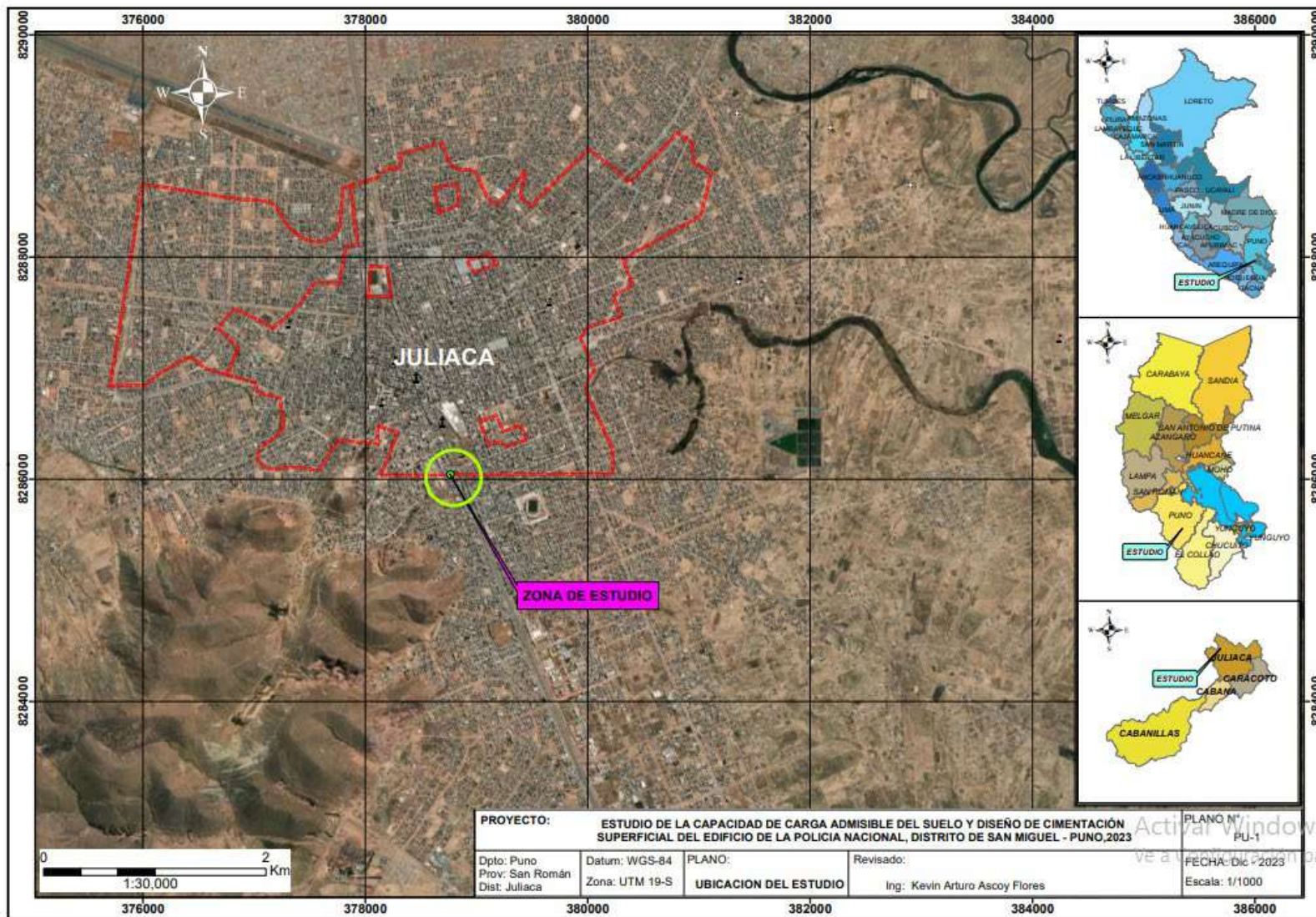
ANEXOS

Anexo 1 Matriz de Consistencia

TITULO: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE DEL SUELO Y DISEÑO DE CIMENTACION SUPERFICIAL DEL EDIFICIO DE LA POLICIA NACIONAL, DISTRITO SAN MIGUEL - PUNO,2022

PROBLEMA	OBJETIVO	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
Problema general	Objetivo general	VARIABLE 1		D1.1. Análisis granulométrico	1. Enfoque de la Investigación
¿Cuál es la capacidad de carga admisible del suelo para el diseño de la cimentación superficial del edificio de la Policía Nacional en el distrito San Miguel - Puno, 2022?	Determinar la capacidad de carga admisible del suelo para el diseño de la cimentación superficial del edificio de la Policía Nacional, distrito San Miguel – Puno, 2022.		D1: Características geotécnicas de los suelos	D1.2. Análisis de consistencia	Cuantitativo
Problemas específicos	Objetivos específicos	Capacidad de carga admisible del suelo		D1.3. Clasificación de suelos	2. Tipo de Investigación
1. ¿Cuál es la capacidad de carga admisible del suelo para el diseño de dos niveles con zapata aislada en el terreno de la Policía Nacional en el Distrito “San Miguel” San Román – Puno?	1. Determinar la capacidad de carga admisible del suelo para el diseño del edificio de dos niveles con zapata aislada en el terreno de la Policía Nacional en el distrito San Miguel – Puno, 2022		D2: Características mecánicas de capacidad de carga	D2.1. Angulo de fricción	Aplicada
2. ¿Cuál es la capacidad de carga admisible del suelo para el diseño de tres niveles con zapata combinada en el terreno de la Policía Nacional en el Distrito “San Miguel” San Román – Puno?	2. Determinar la capacidad de carga admisible del suelo para el diseño del edificio de tres niveles con zapata combinada en el terreno de la Policía Nacional en el distrito San Miguel - Puno, 2022	VARIABLE 2	D1: Diseño de la zapata aislada	D2.2. Cohesión	3. Diseño de Investigación
3. ¿Cuál es la capacidad de carga admisible del suelo para el diseño de cuatro niveles con emparrillado de cimentación en el terreno de la Policía Nacional en el Distrito “San Miguel” San Román – Puno?	3. Determinar la capacidad de carga admisible del suelo para el diseño del edificio de cuatro niveles con emparrillado de cimentación en el terreno de la Policía Nacional en el distrito San Miguel - Puno, 2022	Cimentación Superficial	D2: Diseño de zapata combinada	D2.3. Factor de seguridad	No experimental
				D2.4. Capacidad de carga	4. Nivel de investigación
					Descriptivo
					5. Población Distrito: San Miguel - Provincia de San Román - Puno
				D1.1. Propuesta de diseño	6. Muestra: Comisaria Sectorial San Miguel
					7. Técnica de recolección de datos: Observación
			D3: Diseño de emparrillado de cimentación		

Anexo 2 Plano de ubicación



Anexo 3 Fotografía del área de estudio



Anexo 4 Fotografía de los estudios realizados en laboratorio de suelos.





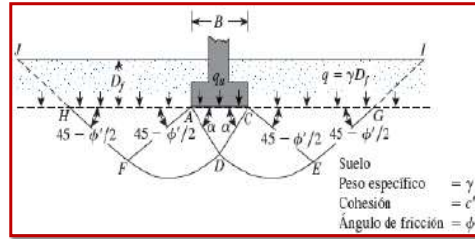
Anexo 4 Memoria de Cálculo de la Capacidad Admisible del Suelo – Calicata N.º 01

Proyecto	TESIS - TITULO: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE DEL SUELO Y DISEÑO DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL EDIFICIO DE LA POLICÍA NACIONAL, DISTRITO SAN MIGUEL- PUNO, 2022		
ENSAYO	TESIS-EST DE LA CAP DE CARG-UNIFS/ Calicata	C-1	Ubicación
Departamento	Puno	Estrato N°	E-3
Provincia	San Román	Profundidad muestra	1.90m
Distrito	San Miguel	Clasif. Del suelo	ML-CL
Localidad	Jr. Gonzales Prada-Jr. Micaela Bastida	Normatividad	NTP 339.171 (ASTM D308)
			Fecha
			13 Noviembre, 2022

1. Datos Generales

Descripción	Unidad	Datos
C : Cohesión	kg/cm2	0.54
Φ : Angulo de Fricción (Grados).	(°)	10.02
γ : Peso específico del suelo	Gr/cm3	1.51
Df : Profundidad de cimentación	m	1.50
B : Diámetro o ancho de la cimentación	m	variable
Sobrecarga q = Df x γ	Tn / m2	2.27
F.S. : Factor de Seguridad		3.00

Nc, Nq, Ny : factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo de fricción del suelo (φ).



2. Memoria de Cálculo

1.1. Capacidad de Carga Admisible

$$q_u = 1.3 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma \quad \text{Cimentación Cuadrada (Fuente braja das)}$$

$$q_u = c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \quad \text{Cimentación Corrida (Fuente braja das)}$$

Factores de capacidad de carga

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

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

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

C : 0.54 kg/cm2
 Φ : 10.02°
 γ : 1.51 Gr/cm3

1.2. Factores de capacidad de carga

Descripción	Unidad	Datos
Φ : Angulo de Fricción (Grados).	(°)	10.02
Nq	Factor adm Braja Das	2.48
Nc	Factor adm Braja Das	8.35
Nγ	Factor adm Braja Das	1.23
FS : Factor de seguridad		3.00

1.3. Capacidad de Carga última en los Diferentes Elementos Estructurales

Cimientos Corridos				Cimentación Cuadradas				Cimentación Rectangular			
Ancho	Largo	Carga Última	Carga Admisible del Suelo	Ancho	Largo	Carga Última	Carga Admisible del Suelo	Ancho	Largo	Carga Última	Carga Admisible del Suelo
B	L	q _d	q _{adm.}	B	L	q _d	q _{adm.}	B	L	q _d	q _{adm.}
m	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	m	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	m	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²
0.60	-	5.13	1.71	0.80	0.80	6.03	2.01	1.00	1.20	6.09	2.03
0.80	-	5.15	1.72	1.00	1.00	6.05	2.02	1.20	1.50	6.11	2.04
1.00	-	5.16	1.72	1.50	1.50	6.09	2.03	1.50	2.00	6.14	2.05
1.20	-	5.18	1.73	2.00	2.00	6.12	2.04	2.00	2.50	6.20	2.07
1.50	-	5.21	1.74	2.50	2.50	6.16	2.05	2.50	3.00	6.25	2.08
1.80	-	5.24	1.75	3.00	3.00	6.20	2.07	3.00	3.50	6.31	2.10
q _{adm.} =		1.73	Kg/cm ²	q _{adm.} =		2.04	Kg/cm ²	q _{adm.} =		2.06	Kg/cm ²

Por razones de Seguridad y para el diseño de la cimentaciones se recomienda Utilizar el valor de El factor de capacidad de carga la detalla el autor Braja Das y Terzaghi Los factores descritos por BRAJA M. DAS 2001, Principios de ingeniería de cimentaciones

Anexo 5 Memoria de Cálculo de la Capacidad Admisible del Suelo – Calicata N.º 02

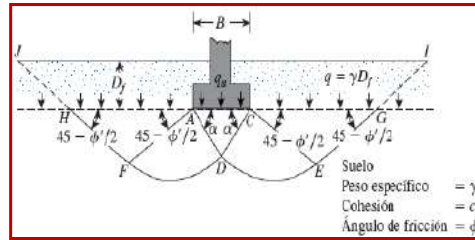
Memoria de Calculo de la Capacidad Portante del Suelo

Proyecto	"VIVIENDA FAMILIAR"				
Cliente	TESIS-EST DE LA CAP DE CARG-UNJFS(Calicata)	C-2	Ubicación	Juliaca	
Departamento	Puno	Estrato N°	E-3	Norte	8287888
Provincia	San Román	Profundidad muestra	1.70m	Este	378718
Distrito	Juliaca	Clasif. Del suelo	ML-CL	Altitud	-
Localidad	Jr. gonzales prada-Jr. Micaela bastida:Normatividad		NTP 339.171 (ASTM D308)	Fecha	01 Julio, 2023

1. Datos Generales

Descripción	Unidad	Datos
C : Cohesión	kg/cm ²	0.34
Φ : Angulo de Fricción (Grados).	(°)	14.45
γ : Peso específico del suelo	Gr/cm ³	1.64
Df : Profundidad de cimentación	m	1.50
B : Diámetro o ancho de la cimentación	m	variable
Sobrecarga q = Df x γ	Tn / m ²	2.46
F.S. : Factor de Seguridad		3.00

Nc, Nq, Ny : factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo de fricción del suelo (φ).



2. Memoria de Calculo

1.1. Capacidad de Carga Admisible

$$q_u = 1.3 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma \quad \text{Cimentación Cuadrada (Fuente braja das)}$$

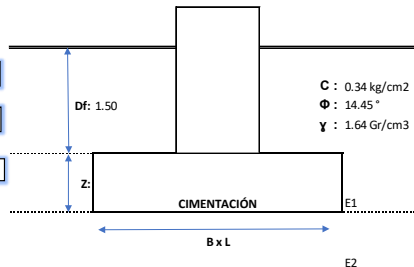
$$q_u = c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \quad \text{Cimentación Corrida (Fuente braja das)}$$

Factores de capacidad de carga

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

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

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



1.2. Factores de capacidad de carga

Descripción	Unidad	Datos
Φ : Angulo de Fricción (Grados).	(°)	14.45
Nq	Factor adm Braja Das	3.74
Nc	Factor adm Braja Das	10.64
Nγ	Factor adm Braja Das	2.44
FS : Factor de seguridad		3.00

1.3. Capacidad de Carga última en los Diferentes Elementos Estructurales

Cimientos Corridos				Cimentación Cuadradas				Cimentación Rectangular			
Ancho	Largo	Carga Última	Carga Admisible del Suelo	Ancho	Largo	Carga Última	Carga Admisible del Suelo	Ancho	Largo	Carga Última	Carga Admisible del Suelo
B	L	q _d	q _{adm.}	B	L	q _d	q _{adm.}	B	L	q _d	q _{adm.}
m	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	m	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	m	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²
0.60	-	4.66	1.55	0.80	0.80	5.39	1.80	1.00	1.20	5.50	1.83
0.80	-	4.70	1.57	1.00	1.00	5.42	1.81	1.20	1.50	5.55	1.85
1.00	-	4.74	1.58	1.50	1.50	5.50	1.83	1.50	2.00	5.62	1.87
1.20	-	4.78	1.59	2.00	2.00	5.58	1.86	2.00	2.50	5.74	1.91
1.50	-	4.84	1.61	2.50	2.50	5.66	1.89	2.50	3.00	5.86	1.95
1.80	-	4.90	1.63	3.00	3.00	5.74	1.91	3.00	3.50	5.98	1.99
q _{adm.} =		1.59	Kg/cm ²	q _{adm.} =		1.85	Kg/cm ²	q _{adm.} =		1.90	Kg/cm ²

Por razones de Seguridad y para el diseño de la cimentaciones se recomienda Utilizar el valor de 1.78 Kg/cm² como capacidad portante del terreno El factor de capacidad de carga la detalla el autor Braja Das y Terzaghi Los factores descritos por BRAJA M. DAS 2001, Principios de ingeniera de cimentaciones